

簡易型 NC 教材を活用した 中学校技術科のカリキュラム開発

弘前大学大学院 教育学研究科 教科教育専攻 技術教育専修

12GP220 奈良岡洋平

論文要旨

中学校技術科では1989年版の学習指導要領の改訂で、「F 情報基礎」が新設され、コンピュータ教育が実施されるようになった。これまで様々な実践がなされてきたが、技術科の本質である「生産」に視点をあてた実践例は少なかった。

そこで本研究では、現代の生産方法の中心である「CAD/CAM」に焦点を当て、中学校技術科における新単元「製図とコンピュータ制御による生産」を提唱し、授業実践を通じてその有用性を明らかにしていく。

研究の方法としては、これまでの教育内容の変遷を調査し、教育内容とコンピュータ教育の内容の分析を行い、中学校技術科としてのあるべきコンピュータ教育の内容を導き出す。導き出したコンピュータ教育を中心とした新カリキュラムを提唱し、授業実践を通じて、その有用性を明らかにする。

分析の結果、中学校技術科におけるコンピュータ教育は、「社会的生産活動」を取り入れたものであると考え、現代の生産の中心である「CAD/CAM」を中心教材に据えた、「製図とコンピュータ制御による生産」の単元を提唱した。

授業実践の結果、生徒がこれからの生産の在り方についてよりよい考え方を持つことができるようになること、自動生産に関する問題点を明らかにすることができるようになること、生産に関して限定的だった思考が、単元の指導を通じて、生産過程を体験的に見につけたことが明らかになった。

また課題としては、「手書きによる製図」での指導内容の定着率が低いこと、教材、教具に関する条件整備の問題、全授業時数における本単元の授業時数の問題が上がった。

それらの課題を残しつつも、単元「製図とコンピュータ制御による生産」は実施可能であり、その有用性を確認することができた。

目 次

第1章 本研究の目的と先行研究

第1節 研究目的と方法

第2節 先行実践研究

第2章 中学校技術科におけるコンピュータ教育の在り方

第1節 学習指導要領にみる中学校技術科のコンピュータ教育の変遷

第2節 学習指導要領にみる中学校技術科の製図教育の変遷

第3節 技術科教育の目的とコンピュータ教育の関係

第4節 社会的生産過程の捉え方

第5節 CAD/CAM について

第3章 単元「製図とコンピュータによる生産」の創設とカリキュラム開発

第1節 単元「製図とコンピュータ制御による生産」の創設

第2節 単元「製図とコンピュータ制御による生産」のカリキュラム

(1) 単元の指導計画

(2) 学習指導案と授業用プリント

第4章 授業研究による検証

第1節 授業実践校

第2節 生産に関する意識調査

第3節 「手書きによる製図」についての総括テストの結果

第4節 「CAD ソフト（立体グリグリ）の基本操作と等角図、三角法への変換」についての情意面の結果

第5節 「CAD ソフト（立体グリグリ）のオリジナル立体の制作」についての情意面の結果

第6節 「簡易型 NC 教材を活用したキーホルダーの制作」についての情意面の結果

第7節 「事後アンケート」結果の結果について

第5章 結

第 1 章 本研究の目的と先行研究

第 1 節 研究目的と研究方法

1946 年電子計算機 ENIAC として開発されたコンピュータは、その後の発展が目覚ましく、あらゆる場面で利用され、現代社会では欠かすことのできない存在となっている。それを受けて、学校教育の中にコンピュータに関する学習の必要性が訴えられるようになってきた。1989 年版学習指導要領の改訂で、中学校技術科において、「F 情報基礎」が新設された。1998 年版の学習指導要領では「B 情報とコンピュータ」として必修化され、授業時数も技術科の授業の半分を占めるようになった。2008 年版の学習指導要領では、「D 情報に関する技術」として全ての生徒が履修することとなっている。

2008 年版の学習指導要領の特徴は、それまで中心的な学習であったアプリケーションソフトの基本操作の内容が削除され、情報通信ネットワークと情報モラル、デジタル作品の設計・制作、プログラムによる計測・制御の 3 つに整理され、全てが必修化されたことである。アプリケーションソフトの使い方については、これまで広く実践がなされてきたが、文書を作成したり、絵を書かせたり、表計算をさせることは、必ずしも技術科で行うべき学習内容ではなかった。技術科として行うべきコンピュータ教育の学習内容は、現代の機械や生産に欠かすことのできないコンピュータによる機器制御の技術である⁽¹⁾。この改訂ではプログラムによる計測・制御が必修化されたが、これは技術科として行うべき内容と合致する。

また 2008 年版の学習指導要領の技術分野の目標には「技術と社会や環境とのかかわりについての理解を深め」とあるように、技術が単なるものづくりで終わるのではなく、ものづくりが社会にどのように影響しているのかを、学習の中で取り入れる必要がある。現代のものづくりの世界には個々の労働手段にコンピュータが組み込まれ、労働の手段が機械からオートメーションへと変化している。その具体例としては、CAD/CAM (Computer Aided Design/Manufacturing ; コンピュータ支援設計・製造システム) や CAE (Computer Aided Engineering) により、製品の開発・設計・製造がコンピュータによって自動化され、その技術は、今ではものづくりの世界では欠かすことのできないものとなっている。

こうした流れを受けて、大学や技術科教員、教材メーカーなどが、計測・制御に関する教材を開発している。これまで問題であった価格面は、一定程度解消されつつあり、また教育用プログラミング言語も制御用簡易言語を含め、様々な提案がなされている⁽²⁾。

そこで、本研究では、プログラムによる計測・制御のために開発された簡易型 NC 教材

を活用したカリキュラム開発を行い、その有用性と課題を明らかにすることを目的とする。カリキュラム開発のために、先行研究を分析し、授業実践において簡易型 NC 教材の有効性について検討する。

研究方法は以下のように行う。

第 1 に中学校技術科におけるコンピュータ教育の在り方について整理する。そのためにはまず、これまで実践されてきた中学校技術科のコンピュータ教育の変遷をまとめる。また中学校技術科の教育目的を明らかにする。その教育目的を達成するために、中学校技術科のあるべきコンピュータ教育の内容を提案する。

第 2 に「製図とコンピュータによる生産」の創設とカリキュラム開発を行う。これは、これからの技術教育には「社会的生産過程」を取り入れる必要があり、そのために現代の生産の主流である CAD/CAM を中心教材に据えた単元である。そのカリキュラム開発の視点は、大谷が提唱する子どもの生活概念の再構成を促すカリキュラム開発論を基とする。これは、教育目的、教育目標＝内容、教材、指導過程・学習形態を要としている。本研究では特に、中心教材となる CAD/CAM に視点を当て、カリキュラム開発を行った。

第 3 に開発したカリキュラムをもとに、弘前市立津軽中学校において授業実践・検証を行う。対象学年は 1 学年とした。授業実践は「事前調査」、「手書きによる製図」、「CAD ソフト（立体グリグリ）の利用」、「簡易型 NC 教材を活用したキーホルダーの制作」、「事後調査」から構成される。それらを実践し、カリキュラムの評価を行う。

第2節 先行実践研究

1989年版の学習指導要領から技術科においてコンピュータ教育が始まった。これまで、多数の情報に関する先行研究、教育実践がなされてきた。そこで、今までコンピュータ教育が技術科においてどのように扱われてきたのかを分析する。分析は、指導案がデータベース化されている岩手県立総合学校教育センター、さいたま市立教育研究所、千葉県総合学校教育センター、仙台市立技術・家庭授業実践資料、広島県中学校技術・家庭科研究大会のホームページを利用し、技術科でのコンピュータ教育が、具体的にどのように扱われているのかを明らかにする。

表1 岩手県立総合教育センター⁽³⁾

単元名	主題・教材名	本時の目標	実施日
1 情報基礎	「表計算」のしかた	<ul style="list-style-type: none"> ・「表計算」を用いて作表作業ができる。 ・作表作業を通して「自作・操作マニュアル」をまとめることができる 	平成3年7月
2 情報基礎	コンピュータのしくみ	<ul style="list-style-type: none"> ・光センサーにより発光ダイオードの点灯やモータの回転を制御することができる。 ・コンピュータは時計機能を内蔵していることがわかる。 ・コンピュータはプログラムや入力出力装置を変えることにより、さまざまな機能を発揮することができる。 	平成5年2月
3 情報基礎	簡単なプログラミング	<ul style="list-style-type: none"> ・コンピュータ言語に種類があることを説明できる。 ・コンピュータの言語の特徴を簡単に説明できる。 ・BASICを使用し、ダイレクトモードで、グラフィックスを描こうとする。 	不明

		<ul style="list-style-type: none"> ・BASICを使用し、ダイレクトモードで、グラフィックスを描くことができる。 ・BASICを使用し、ダイレクトモードで、グラフィックスを描く際に、色や形を変えて描くことができる。 	
4 情報基礎	プログラミング	<ul style="list-style-type: none"> ・友達のオリジナル作品（アニメーション）を鑑賞し、それぞれの作品の「工夫点」を見つけ評価する。 	平成7年11月
5 情報基礎	応用ソフトウェアの活用（データベース）	<ul style="list-style-type: none"> ・AND 検索と OR 検索ができる。 ・目的を持って複合検索をしようとする。 	平成7年7月
6 情報基礎	プログラミング	<ul style="list-style-type: none"> ・反復命令を使って、正多角形を描くことができる。 	平成8年10月
7 情報基礎	ソフトウェアの活用「インターネット」	<ul style="list-style-type: none"> ・ワープロソフトを使用したホームページを作成することができる。 	平成8年11月
8 情報基礎	パソコン通信の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・エディターを使って日本語を思ったように打つことができる。 ・メールを送る方法を理解し、思った人のアドレスにメールを送ることができる。 	平成8年10月
9 情報基礎	ソフトウェアの活用－応用ソフトウェアを活用しよう－	<ul style="list-style-type: none"> ・コンピュータの活用による検索をとおして、「多様な情報を高速に、しかも正確に処理する」ことを感じる。 	平成8年10月
10 情報とコンピュータ	データベース処理	<ul style="list-style-type: none"> ・データベース処理ソフトウェアの機能を知る 	平成15年9月
11 情報とコ	これからの情報活用を	<ul style="list-style-type: none"> ・情報を発信するときのモラル 	平成16年10月

ンピュータ	考えよう	<p>について関心を持ち、適切に対処しようとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「著作権」、「個人情報の流出」について注意しなければならないことについて理解する。 ・情報モラルについて考えを深め、これからの生活に生かそうとする。 	
12 情報とコンピュータ	コンピュータを利用した立体図形作品の制作	<ul style="list-style-type: none"> ・仮想空間に立体をつくることができる。 	平成 16 年 9 月
13 情報とコンピュータ	情報社会の特徴と情報の取り扱い方	<ul style="list-style-type: none"> ・情報を処理・発信する場面では気をつけなければならないことについて考えようとしている。 ・個人情報と著作権保護の重要性が分かる。 	平成 17 年 9 月
14 情報とコンピュータ	自分の Web ページをつくろう	<ul style="list-style-type: none"> ・個人情報の扱いについて説明できる。 ・情報をわかりやすく伝えるための工夫ができる。 	平成 17 年 11 月
15 情報とコンピュータ	マルチメディアを活用して作品をつくろう	<ul style="list-style-type: none"> ・マルチメディアの良さを感じ取ることができる。 ・スキャナの利用目的について知る。 	平成 18 年 10 月
16 情報とコンピュータ	コンピュータのしくみと基本操作	<ul style="list-style-type: none"> ・コンピュータの基本的な構成と機能、及びソフトウェアの機能に関心を持ち、コンピュータの操作をすることができる。 ・コンピュータ内部のデータ処理の仕組みについて知り、日常生活との関わりと問題点について考えることができる。 	平成 18 年 10 月
17 情報とコンピュータ	ネットワークと情報の収集	<ul style="list-style-type: none"> ・検索エンジンの機能と利用方法を理解する。 ・インターネット上から、目的に応じた情報を収集する方法 	平成 18 年 10 月

		を理解する。	
18 情報とコンピュータ	コンピュータを制御に生かそう	・ 5 ステップ程度の制御信号を出して、LED 表示教材に一つの仕事をさせることができる。	平成 18 年 7 月
19 情報とコンピュータ	コンピュータの構成としくみ	<ul style="list-style-type: none"> ・ アナログとデジタルの基本的な概念を理解させる。 ・ アナログとデジタルの違いを理解させ、アナログ機器、デジタル機器の例を挙げ、身近に多くのデジタル機器が使われているのを理解させる。 ・ コンピュータがデジタル信号で働いていることを理解させる。 ・ デジタル化された情報の利点について考えさせ理解させる。 	平成 18 年 11 月
20 情報とコンピュータ	コンピュータにおける制御	・ プログラムの機能を知り、簡単なプログラムを作成し、模型を制御することができる。	平成 20 年 11 月
21 情報とコンピュータ	図形処理ソフトウェアを利用して、図形を作成しよう	<ul style="list-style-type: none"> ・ 図形処理ソフトウェアの機能を生かし、情報を整理し、利用目的にあった図形処理や様々な機能の操作を行って図形が作成できる。 ・ 図形処理ソフトウェアの機能を知り、レイヤー機能や修正などの画像処理の加工方法を知る。 	平成 20 年 11 月

	情報を活用して生活に生かそう	<ul style="list-style-type: none"> ・コンピュータやインターネット等の利用で被害にあう危険性について挙げることができる。 ・「情報の信頼性」、「情報の流出」、「不正侵入」、「コンピュータウィルス」などの危険性を知り、その対策を説明できる。 	平成 21 年 11 月
23 情報とコンピュータ	プログラムの基本	<ul style="list-style-type: none"> ・フローチャートをもとにプログラムを作成することができる。 	平成 21 年 7 月
	コンピュータのしくみと基本操作	<ul style="list-style-type: none"> ・インターネット上で情報を発信する際に、注意すべき点を考えることができる。 	

http://www.iwate-ed.jp/db/db2/sidouan/jh_gika2.html

2012 年 11 月 14 日アクセス

表 2 福岡県教育センター⁽⁴⁾

単元・題材名	本時の目標	登録日
プログラムによる計測・制御	<ul style="list-style-type: none"> ・コンピュータを利用した計測・制御の基本的な仕組みを知り、計測・制御に対する関心をもつ。 ・プログラムの処理手順をフローチャートで表現できる。 	平成 22 年
情報モラルとコンピュータの利用	<ul style="list-style-type: none"> ・いくつかの事例からルールやマナーを意欲的に考え、守っていこうとすることができる。 ・情報発信・収集におけるルールやマナーの必要性が理解できる。 	平成 22 年

<p>ロボットとコンピュータ Motor meet Computer ～モータの原理からロボットへの応用にいたるまで～</p>	<p>私たちの身の回りにあるモータの役割について考え、人々の生活を豊かにしているモータの仕組みについて理解するとともに、ものづくりの大切さを知り今後のものづくり産業を支える人材育成につなげる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・身の回りにあるモータについて考える。 ・モータの原理について理解する。 ・コンピュータによるモータ制御技術の変遷について知る。 ・情報通信システムを活用した制御について知る。 	<p>不明</p>
<p>モータと光センサーによるラインレースロボットの製作 ～モータと光センサーの組合せで何ができる？～</p>	<p>私たちの身の回りにあるモータやセンサーの役割について考え、人々の生活を豊かにしているモータやセンサーの使い方について理解するとともに、ものづくりの面白さを体験することで、ものづくりを「やってみたい！」と思う気持ちを育てる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・モータやセンサーの使い方について理解する。 ・簡単な工作工具の取り扱い方を理解する。 ・ラインレースロボットの動く仕組みを理解する。 	<p>不明</p>
<p>マルチメディアを利用して、自分達のテーマをアピールしよう</p>	<p>グループ内での発表会后、評価協議会において作品の評価を相互に行うことを通して、他の作品の工夫されている点に気づかせるとともに、自らの作品の改善すべき点を整理させる。</p>	
<p>～遠隔制御による二足歩行ロボット操作を通して～</p>	<p>○ものづくりに対する興味関心を引き出すとともに、ロボットの動力源であるモーター等の仕組みについて理解をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ものづくりの大切さと、その社会的必要性について考える。 ・モーターの仕組みやモーターのロボットへの応用等を理解することにより、ものづくりに対する関心を深める。 	<p>不明</p>

	・二足歩行ロボットの遠隔制御を体験し、情報通信技術の現状と遠隔制御の利点について理解する。	
--	---	--

http://www.educ.pref.fukuoka.jp/bunsho/pub/List.aspx?c_id=14&bunya_ck=16

2012 年 12 月 4 日アクセス

表 3 さいたま市立教育研究⁽⁵⁾

単元・(教材等) 名	本時の目標	登録日
1 コンピュータの基本構成と基本操作を学ぼう	<ul style="list-style-type: none"> ・デジカメで写真を顔写真をお互いに撮影し、ワードに貼り付けることが出来る。 ・自己紹介にクリップアートやオートシェイプなどの図形を挿入することが出来る。 	平成 17 年
2 オリジナル収納・整理できるものを作ろう「応用ソフトウェアを用いた情報処理」	<ul style="list-style-type: none"> ・オリジナル作品を紹介するカタログを作ろうとする。 ・オリジナル作品のカタログを工夫し、作ることができる。 	平成 15 年
3 インターネットを利用したレポートの作成～個人情報情報の取扱や著作権について～「テンレック」という動物を調べよう	<ul style="list-style-type: none"> ・インターネットの著作権に配慮して、データを適切に利用できるようにする。 ・各自まとめたレポートを発表し、他の意見を聞きながらコミュニケーション能力を育てる。 ・他のレポートを参考にしながら、情報活用能力を育てる。 	平成 19 年
4HTML ファイルの作成	<ul style="list-style-type: none"> ・タグの働きや機能を使い、WEBページを作成することができる。 	平成 15 年
5 メールソフトを使い情報と適切に活用しよう	<ul style="list-style-type: none"> ・情報モラルの必要性について調べようとする。 ・メールソフトの操作ができる。 ・情報モラルについてまとめることができる。 	平成 14 年
6 おもいでファイルをつくろう	<ul style="list-style-type: none"> ・応用ソフトウェアを利用して自らの考えを表現しようとする。 ・自分の「おもいでファイル」の構想にあつ 	平成 13 年

	た応用ソフトウェアが選択でき、「想いでファイル」をつくることができる。	
7 携帯電話やインターネットの仕組みを知り、安全の利用しよう	携帯電話のシミュレータを通して、携帯電話やインターネットの有用性や電子メールとのつきあい方について理解させるとともに、安全に利活用できる能力を育成する。	平成 20 年
8 プレゼンテーションで情報を伝えよう	・スライドの順序や情報量を考え、分かりやすい表現方法を工夫する。	平成 16 年
9「3 年間の思い出アルバム」を作ろう	・自己の成長や学校生活との関わりが分かる画像の挿入ができる。	平成 16 年
10 自己紹介の Web ページをつくろう	・文字の大きさや、色などを変えて、ソースの加工・修正に積極的に取り組もうとしている。 ・様々なタグを活用し、工夫しながら自己の目的に応じたプログラムを作成できる。	平成 14 年
11 ソフトウェアの活用 オリジナル名刺(カード)をつくってみよう	・ワープロの機能を活用して名刺枠ができる。 ・文字の入力やいろいろな変更等ができる。	平成 14 年
12 電子メールで人と人の輪を広げよう	・LANによる情報通信の特徴を知り、電子メールで発信(文字情報のやり取り)ができる。	平成 14 年
13 国旗を作成しよう(簡単なプログラミング)	・国旗のプログラムを作成することができる。	平成 9 年

http://www.saitama-city.ed.jp/03siryo/sidouan/j/j_gijutukatei.html

2012 年 12 月 4 日アクセス

表 4 千葉県総合学校教育センター⁽⁶⁾

単元・(教材等) 名	本時の目標	登録日
1 プレゼンテーション	<ul style="list-style-type: none"> 必要な画像を取り込むことができる。 技能 画像を取り込む操作ができる。 工夫 見やすい表現を考えている。 	平成 16 年 3 月

2BASIC コマンドを用いた動くキャラクター作り	<ul style="list-style-type: none"> ・自分でキャラクターを動かすための命令を選択し、キャラクターを動かすことができる。 ・キャラクターを動かす命令の意味を理解することができる。 	平成 14 年 3 月
3 インターネットの活用	<ul style="list-style-type: none"> ・メールの作成ができる。 ・メールの受信に関する注意事項を理解できる。 ・メールの受信、送信ができる。 	平成 14 年 3 月
4 ソフトウェアの活用 (表計算ソフトウェアの活用と印刷)	<ul style="list-style-type: none"> ・積極的にデータ処理に取り組むことができる。 ・データを適切に処理することができる。 ・処理した結果を印刷できる。 	平成 13 年 3 月
5 ソフトウェアの活用 (通信ソフトの利用)	<ul style="list-style-type: none"> ・コンピュータを用いて文字情報の送受信ができる。 ・情報通信に必要なルールやマナーがあることに気付くことができる。 	平成 13 年 3 月
6 表計算ソフトの利用	<ul style="list-style-type: none"> ・興味・関心を持ってデータの並べ替えや抽出ができる。 ・必要に応じて、表・グラフ・関数・ソートを適切に使うことができる。 	平成 13 年 3 月
7 自分たちの中学校生活 3 年間でふり振り返り「高中 史」としてまとめよう	<ul style="list-style-type: none"> ・進んでマルチメディア機器の活用に取り組む、班で協力して作業しようとしている。 ・情報処理ソフトを利用して、文書の作成・編集ができる。 ・情報処理ソフトの活用の手順がわかる。 	平成 13 年 3 月
8 ソフトウェアの活用	<ul style="list-style-type: none"> ・既習のアプリケーションソフトを使って工夫した飛行機の製作、発表ができる。 	平成 13 年 3 月
9 ソフトウェアの利用	<ul style="list-style-type: none"> ・図形処理ソフトの機能を理解し、図形の着色や移動などの基本操作を習得する。 	平成 13 年 3 月
10 情報モラル	<ul style="list-style-type: none"> ・情報を発信する場合のルールやマナーをグループで話し合いを通して考え、知ることができる。 	平成 22 年 3 月

http://db.ice.or.jp/_wakaba2011/find_contents.php?fContentsTypeID=1&fSchoolClassID=3&fContentsSubjectID=11&fLimit=none

http://db.ice.or.jp/_wakaba2011/find_contents.php?fContentsTypeID=1&fSchoolClassID=3&fContentsSubjectID=22&fLimit=none

2012 年 12 月 21 日アクセス

表 5 仙台市技術・家庭 授業実践資料⁽⁷⁾

単元・(教材等) 名	本時の目標	登録日
情報のデジタル化	<ul style="list-style-type: none"> ・デジタル化された情報の特性について知る。 ・デジタル化された情報の適切な活用を考えることができる。 	平成 21 年 11 月
コンピュータの仕組み 「情報のデジタル化」	<ul style="list-style-type: none"> ・情報をコンピュータで扱うためのデジタル化の方法について分かる。 ・身の回りのデジタル技術について適切な活用を考えることができる。 	平成 21 年 9 月
生活に役立つ LED ライト のプログラムを作成しよう	<ul style="list-style-type: none"> ・生活に役立つLEDライトになるように、プログラムを工夫できる。 ・生活に役立つLEDライトのプログラミングを作成し、実行できる。 	平成 20 年 10 月

http://www.sendai-c.ed.jp/kyouka_link/09gijutukateika/jirei/jireigi.html

2012 年 12 月 21 日アクセス

表 6 広島県中学校技術・家庭科研究大会⁽⁸⁾

単元・(教材等) 名	本時の目標	登録日
ネットワークを利用しよう	<ul style="list-style-type: none"> ・雨どいネットワークの構成と実際の情報通信ネットワークの構成を結び付けて考えることができる。 	平成 23 年 11 月

自立制御ロボット「0J2」 を活用したプログラムの 計測・制御	不明	平成 22 年
ネットワークの仕組みと 情報の活用	・情報ネットワーク社会の 影の部分に関心 を持ち、認識することができる	平成 20 年

<http://www.pref.hiroshima.lg.jp/site/kyougikai/kyougikai-02-chu-08-gika-shidouan-shidouann-index.html>

2012 年 12 月 21 日アクセス

表 1 から表 6 の指導案から、題材を大別すると、「ソフトウェアの操作」、「情報通信ネットワークと情報モラル」、「プログラムによる計測・制御」、「情報処理の仕組み」、の 4 つに分けることができる。各データベースの内容を学習指導要領が告示された年代と、先ほどの 4 つの要素を整理していく。

表 7 岩手県立総合教育センター

	ソフトウェアの操 作	情報通信ネットワ ーク情報モラル	プログラムによる 計測・制御	情報処理の仕組み
1989 年版	4	1	3	0
1998 年版	2	4	1	2
2008 年版	1	1	2	0

表 8 さいたま市立教育研究所

	ソフトウェアの操 作	情報通信ネットワ ーク情報モラル	プログラムによる 計測・制御	情報処理の仕組み
1989 年版	0	0	1	0
1998 年版	6	3	2	0

2008 年版	0	1	0	0
---------	---	---	---	---

表 9 千葉県総合学校教育センター

	ソフトウェアの操作	情報通信ネットワーク情報モラル	プログラムによる計測・制御	情報処理の仕組み
1989 年版	0	0	0	0
1998 年版	6	2	1	0
2008 年版	0	1	0	0

表 10 仙台市技術・家庭授業実践

	ソフトウェアの操作	情報通信ネットワーク情報モラル	プログラムによる計測・制御	情報処理の仕組み
1989 年版	0	0	0	0
1998 年版	0	0	0	0
2008 年版	0	0	1	2

表 11 広島県中学校技術・家庭科研究大会

	ソフトウェアの操作	情報通信ネットワーク情報モラル	プログラムによる計測・制御	情報処理の仕組み
1989 年版	0	0	0	0
1998 年版	0	0	0	0
2008 年版	0	2	1	0

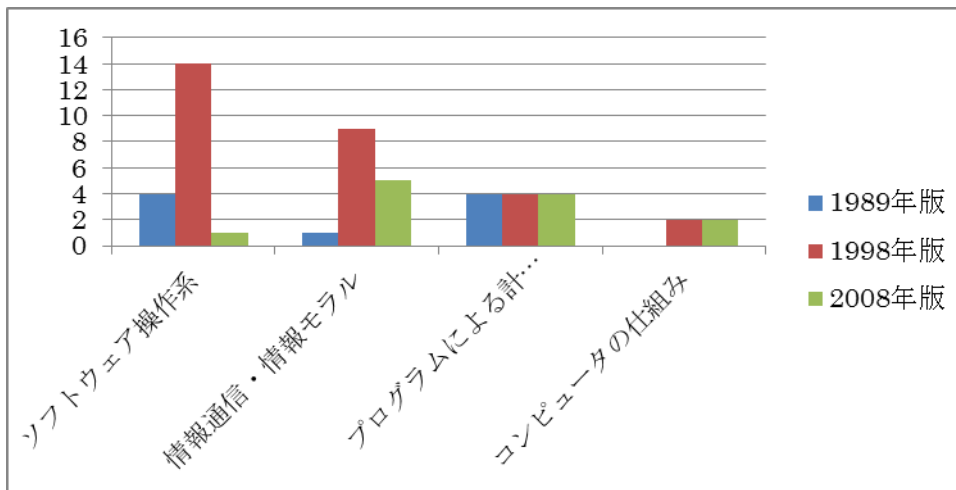
表 12 集計

	ソフトウェアの操作	情報通信ネットワーク情報モラル	プログラムによる計測・制御	情報処理の仕組み
1989 年版	4	1	4	0

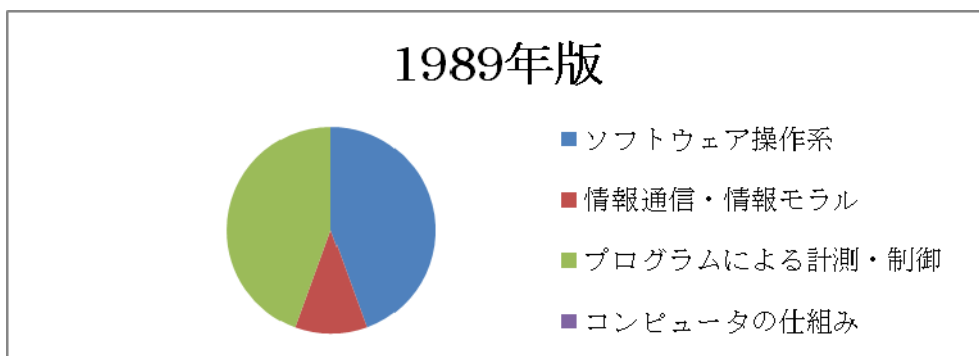
1998 年版	1 4	9	4	2
2008 年版	1	5	4	2

これらの題材を集計し、グラフ化すると以下ようになる。

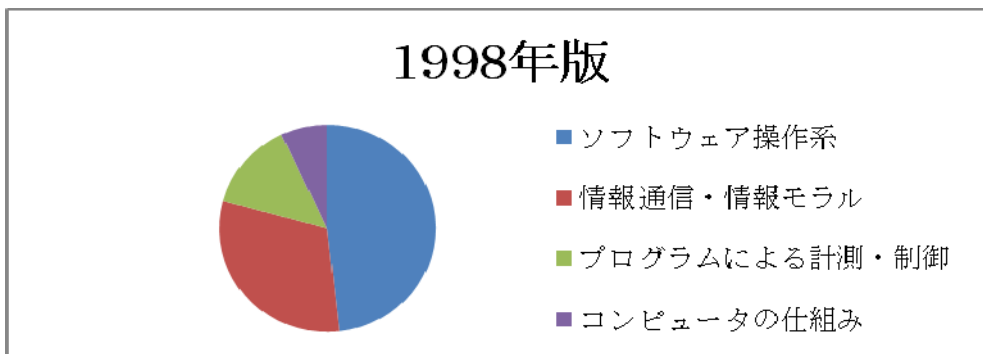
グラフ 1 年代別による題材数



グラフ 2 1989年版の題材

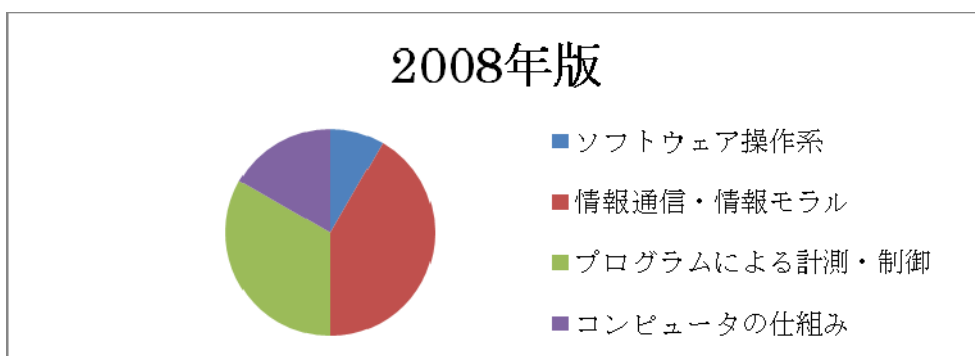


グラフ 3 1998年版の題材



グラフ

4 2008年版の題材



1989 年版の学習指導要領が告示された年代の学習指導案は、ソフトウェアの操作が 4 題材、情報通信ネットワークと情報モラルは 1 題材、プログラムによる計測・制御は 4 題材、コンピュータの仕組みについては扱いがなかった。この年代の指導案は数が少ないが、その中から考察すると、この年代ではソフトウェアの操作とプログラムによる計測・制御に注目が集まり、情報通信ネットワークと情報モラルや、コンピュータの仕組みについては、注目度が低かったと考えられる。

1998 年版の学習指導要領が告示された年代の、学習指導案は、ソフトウェア操作系が 14 題材、情報通信ネットワークと情報モラルの題材が 9 題材、プログラムによる計測・制御の題材が 4 題材、コンピュータの仕組みの題材が 2 題材であった。この年代はソフトウェアの操作の題材は急増したことから分かるように、中学校技術科でのコンピュータ教育において、ソフトウェアの操作に関する学習が、重要視されていたことがわかる。またそれについて、情報通信ネットワークと情報モラルの内容も増加している。これには、この年代からインターネットなどの情報通信社会が急速に発展し、それに伴って起きる負の側面が社会でも問題になっていた背景がある。平成 14 年に文部科学省で発行した「新情報教育の手引き」では、その第 1 章のはじめに、急速な情報化の進展や、インターネット社会の課題など、高度情報通信ネットワーク社会についてふれられていた。これからも分かる通り、ネットワーク社会が社会の中に浸透し、それに伴う問題点が浮上し、コンピュータ教育でその問題点をとりあげることが重要であった。

2008 年版の学習指導要領が告示された年代の学習指導案は、1998 年版の学習指導要領が告示された年代の、学習指導案は、ソフトウェア操作系が 1 題材、情報通信ネットワークと情報モラルの題材が 5 題材、プログラムによる計測・制御の題材が 4 題材、コンピュータの仕組みの題材が 2 題材であった。他の年代は、約 10 年間の期間があるのに対して、この年代の期間は 4 年ほどしかないために、学習指導案の数は少ない。しかしながら、ここから見えてくるものがある。まず、それまで技術科のコンピュータ教育の中心であったソフトウェアの操作についての題材が激減したことにある。これは 2008 年版の学習指導要領技術・家庭編からソフトウェアの内容についての扱いがなくなったことに影響している。

それに対して情報通信ネットワークと情報モラル、プログラムによる計測・制御の割合は増加している。情報通信ネットワークと情報モラルについては、今現在も社会の中で大きな問題となっており、これは引き続き学校教育において扱われていくようになっていくと予想される。なお、情報モラルについては、生徒が情報モラルを身につけ、コンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段を適切かつ主体的、積極的に活用させることが学習指導要領に記載されるなど、中学校技術科だけでなく、道徳や各教科の指導においてあつかわれるようになった。またプログラムによる計測・制御は、中学校技術科において、それまで選択の内容であったのが、必修になったため、扱いの割合が増えてきた。

1998 年版までは、中学校におけるコンピュータ教育の中心的な存在は技術科であった。しかし 2008 年版の学習指導要領では、各教科でその教科の目的を達成するために ICT を積極的に活用する必要性が言われている。その影響で、技術科ではソフトウェアの活用の内容が削除され、新たにプログラムによる計測・制御の内容が必修となった。これからの技術科における教育内容は、技術科の目標を達成するためのコンピュータの取扱いについて絞られてくるだろう。

第2章 中学校技術科におけるコンピュータ教育の在り方

第1節 学習指導要領にみる中学校技術科のコンピュータ教育の変遷

1989年版のコンピュータ教育の内容は、コンピュータの仕組み、コンピュータの基本操作と簡単なプログラムの作成、コンピュータの利用、日常生活や産業の中で情報やコンピュータは果たしている役割と影響の4つの内容だった。1998年版ではそれらに加え、情報通信ネットワーク、マルチメディアの活用、プログラムと計測・制御が追加された。

さらに、それぞれの内容について、特徴的な事柄を確認する。1998年版になり、削除された項目は、コンピュータの仕組みについての指導内容のAND・OR・NOT回路などの論理回路、ビット・バイトなどの情報の単位、2進数・16進数であった。追加された内容はアナログ信号・デジタル信号、小型コンピュータについての取扱い、情報化が社会や生活に及ぼす影響、個人情報、著作権の保護、コンピュータ犯罪であった。また「情報の処理や発信では相手の心を傷つけないように配慮するようにするとともに」と、心の問題も授業で取り上げられるようになった。

1998年版と2008年版のコンピュータ教育の内容については、若干の言葉の違いはあるが、大きな削除、追加はなかった。その中で、特徴的な事柄を確認する。まずは、これまで選択の内容だった計測・制御の内容が必修になったことである。中学校技術科において、コンピュータ教育がなされているが、これまでは文書を書かせたり、表計算をさせたり、絵を書かせたりなどアプリケーションソフトの使い方に重きが置かれていた。しかし、それらは必ずしも技術科で学習すべき内容ではない。そこで今回の改訂では、技術科で扱うべきコンピュータの学習として、計測・制御が必修となった。同様の考え方で、情報通信ネットワークについての学習も強調されるようになった。情報処理の仕組みについては、デジタル化と情報量についての内容が強調された。応用ソフトウェアの扱いについてはOSの表記がなくなった。また1989年版、1998年版の中心と言っても過言ではない文書処理、データベース、表計算、図形処理などの表記がなくなり、新たにWebページ、プレゼンテーション、アニメーションなどのメディアの複合技術が強調された。

第2節 学習指導要領にみる中学校技術科の製図教育の変遷

1958年版の特徴

1958年版学習指導要領での製図教育の内容を明らかにする。男子向きでは、第1学年において、表示の方法、製図用具の使用法、線と文字の使用法、平面図法、展開面、投影法、寸法の記入法、工作図、図面と生活の9つの内容を学習させることにした。また第2学年では、第1学年の発展として、工作図、断面図、複写図・見取図、製図用具の使用法、機械要素の略画法、図面と生産の関係の6つの内容を学習させることとなった。授業に充てる授業時数の標準として、中学校指導書「技術・家庭編」では第1学年25時間（総時間105時間）、第2学年20時間（総時間105時間）と示された。

また女子向きでは、第1学年のみに設計・製図が設定され、表示の方法、製図用具の使用法、線と文字の使用法、投影法、寸法の記入法、工作図、図面と生活の7つの内容となった。時間数は15時間（総時間105時間）となり、男子向けよりも、少ない製図学習の内容となった。

1969年版の特徴

男子向きでは、製図に関する内容は、立体を表示する方法（斜投影法、等角投影法、第一角法、第三角法）、製図用具の使用法、製作図のかき方、図面と生活の関係の4つであった。標準時間については、42～47時間（総時間105時間）となった。内容の特徴としては、前回の学習指導要領では日本工業規格に基づいた正確な図を書くことが重視されていたが、この改訂では、等角法、斜投影法、第三角法による正投影図に重点が置かれた。この流れは現在（2008年版学習指導要領）にも続いている。

女子向きでは、製図の内容が廃止された。

1977年版の特徴

それまで独立した領域であった製図が、この改訂では、木材加工1・2、金属加工1・2の領域に統合され、その役割は大きく後退せられた。内容としては、木材加工、金属加工の構想に必要な、構想表示の方法、斜投影図、等角投影図を学び、製作図を第三角法によって、書くといく内容であった。

1989年版の特徴

この改訂では、製図は 1977 年版同様、独立した領域ではなく、木材加工および金属加工の中に取り入れられた。内容としては、構想図および製作図のために、等角図、キャビネット図、第三角法による正投影図を扱うこととなった。なお、この改訂を受けた検定済み教科書では、製図の内容は総ページ数 239 ページに対し、6 ページでしかなかった。技術科において、製図教育が大きく後退した内容であった。

1998 年版の特徴

製図の内容は「技術とものづくり」の中に取り入れられ、内容としては、それまでであった第三角法による正投影図が削除され、等角図もしくはキャビネット図のいずれかを扱うこととなった。これを受け、検定済み教科書では、223 ページ中、わずか 4 ページとなり、技術科における製図教育の減退が著しくなった。

2008 年版の特徴

この時の製図の内容は、機能と構造の検討から製作まで、場面に応じての適切な表示方法を選択し、製作図を書くこととなり、その表示方法として、等角図、キャビネット図、第三角法と用いることとなった。

また、機能や構造の検討にあたっては、模型やコンピュータを支援的に利用することも考えられるとなり、初めて製図の内容にコンピュータの表記が見えるようになった。教科書での扱いは、244 ページ中 6 ページと、相変わらず非常に少ない内容であるが、コラムとして CAM/CAM の内容が見られ、新しい製図教育の一端が見受けられる。

第3節 技術科教育の目的とコンピュータ教育の関係

1974年、ユネスコの「技術・職業教育に関する改正勧告」では、「技術および労働の世界への手ほどきは、これがなければ普通教育が不完全なものとなるような普通教育の本質的な構成要素となるべきである。」とされた。普通教育としての技術教育が、国際的に認識されている証である。日本では普通教育としての技術教育は、中学校技術科でのみ行われている。技術科教育の教育目的は、「子どもたちが生きる現実の世界のなかの、技術および労働の世界への手ほどきを行い、それらの本質的な側面をわからせること」⁽⁹⁾とされている。ユネスコの勧告、技術科教育の教育目的から見えてくるものは、技術科教育の中心となるべきは「技術および労働の世界」を体感させることにある。技術および労働の世界とはどんなものだろうか。田中喜美によると技術および労働の世界とは、「社会的生産過程においてとらえた技術およびこれと結び付いた労働の世界がその中心に位置づく」としている。

現在、社会基盤や経済活動、日常の生活にコンピュータが活用されているのはいうまでもない。現代はコンピュータがなければ、あらゆる活動が停滞してしまうといっても過言ではない。当然コンピュータは、技術科教育の目的である技術および労働の世界にも深く関係している。では普通教育としての技術科教育では、コンピュータについてどのような教育内容にすればよいのだろうか。

川俣によると、技術科で教えるべきコンピュータ教育の学習内容を「現代の機械や生産に欠かすことのできないコンピュータによる機器制御の技術である」⁽¹⁰⁾としている。中学校技術科でのコンピュータ教育は、これまではアプリケーションソフトの操作に重きがおかれ、また情報通信ネットワークの発展により、インターネットの利用や、電子メールでの情報交換などが実践されてきた。しかし、ものづくりとコンピュータを連動させた実践は非常に少ないのが現状である。

そのような流れの中で、2008年版学習指導要領では、これまで選択内容であったプログラムによる計測・制御のないようが、必修になった。これは、それまでのアプリケーションの使い方中心のコンピュータ教育から、技術科で教えるべき学習内容に近づいたと考えられる。また2008年版学習指導要領では技術分野の目標に「社会や環境とのかかわりについて理解を深め」とあるように、単なるものづくりに終わるのではなく、ものづくりがどのような社会性があるのかを学ばせることの必要性を述べている。

そこで、これからあるべきコンピュータ教育は「社会的生産過程をとらえることのできるコンピュータを利用したものづくり」であり、その内容を含んだ学習を提案する。

第4節 社会的生産過程の捉え方

「社会的生産過程」とは具体的にどのようなことだろうか。それは社会的な生産過程における技術の問題を中心に位置づけられていると言われている。技術の歴史を見ると、生産過程は大きく分けて、三つの段階がある。一つ目は、産業革命前の道具を利用した多品種少量生産である。二つ目は、産業革命後のトランスファーマシンを含む機械を利用した小品種多量生産である。そして三つ目は、フレキシブル・オートメーションを利用した多品種少量生産であり、現在はこの多品種少量生産が生産過程の中心となっている。フレキシブル・オートメーションとは、コンピュータによるプログラムの交換や組み換えを利用しての、多品種多様な製品に対応した加工、組み立て等の自動化である。田中喜美によると、フレキシブル・オートメーションの構成要素は①命令プログラムの交換等によって、多品種の自動加工を行う NC（数値制御）工作機械、②自動工具交換装置を備えて、一回の段取りで多品種の自動加工を行うマシニング・センタ、③多品種の部品を識別して搬送や組立等を行う産業用ロボット、④自動搬送車や自動倉庫、等が結合されることによって可能となる。実体的には、⑤①～④を組合わせて、コンピュータにより工程全体をシステム化した FMS（コンピュータ制御による柔軟生産システム）、⑥さらに自動設計のための CAD の入力データが、そのまま NC 工作機械等の入力データや検査・試験データ等になるような CAD/CAM システム（コンピュータ支援設計・生産一貫システム）等を象徴すればよい。⁽¹¹⁾ としている。

これらのことから、現代の社会的生産過程とは、フレキシブル・オートメーションのことであり、その中には CAD/CAM システムが含まれている。それでは現実の世界では CAD/CAM がどのように利用されているのかを明らかにしていく。

第5節 CAD/CAM について

1 CAD/CAM/CAE の定義

CAD とは「Computer Aided Design」の頭文字をとったものであり、日本語には「コンピュータ支援設計」と訳すことができる。CAM とは「Computer Aided Manufacturing」の頭文字をとったものであり、「コンピュータ支援製造」と訳される。

そして CAE は「Computer Aided Engineering」の頭文字であり、コンピュータ支援エンジニアリングと訳される。実際のものづくりの世界では、CAD、CAM、CAE とはそれぞれ独立しているわけではなく、統合化が進み設計と製作の自動化と効率化が進んでいる。

2 ものづくりの世界と CAD/CAM/CAE の関係

一つの製品を作るためには、様々な工程があるが、それぞれの製品によって製造過程がことなる。ここでは一般的なものづくりの工程と、CAD/CAM/CAE の関係について明らかにする。

一般的な製品の製作には、基本設計、詳細設計、生産準備、製造の四つの工程がある。その 4 つの工程を詳しく見ていく。

基本設計では、製品に必要な機能を持たせるために、性能予想、強度解析、機構解析などの分析、シミュレーションを行う。この工程でコンピュータは、過去の設計例や文献のデータベースから、必要なデータを取り出し、分析、シミュレーションを行う。

詳細設計では、基本設計で大まかに決まった製品の概要を、一つ一つ細かく分析し、形状、寸法、材料などを決定していく。この工程でコンピュータは、まずデータベースを利用し、設計標準、規格類などを検討し、解析、シミュレーションと関連付けながら、図面を表していく。

次に生産準備であるが、これには工程設計、NC (Numerical Control ; 数値制御) プログラミング、ロボットプログラミングがある。工程設計は、製作品の部品を、どのような方法で加工するか、どのような順番で加工するか、どのような工作機械を用いるかななどを検討する作業である。コンピュータが利用される以前は、この工程は、熟練した経験者しか行えなかったが、今では過去のデータベースを利用することにより、経験の少ない者でも、工程設計を行うことができるようになった。次に NC プログラミングを行う。現在の部品加工は、ほとんどが NC 工作機械と呼ばれる自動工作機械が利用されている。その工作機械を動作させるために、NC プログラミングが行われる。部品加工が終了すると、組み立てになるが、現在はロボットを利用した組立てが行われることが多い。このロボットを動かすために、ロボットプログラミングが行われる。NC プログラミング、ロボットプログラミングともに、コンピュータの発展により、容易に行えるようになった。

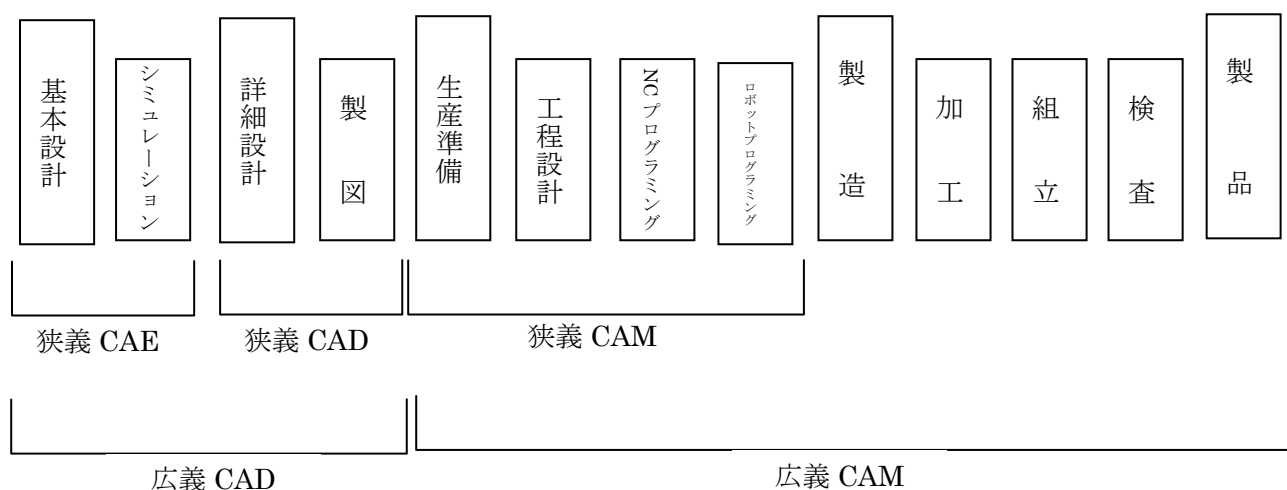
製品を完成させるために、最後に製造が行われる。製造工程は、実際の加工、組み立て、そして検査が行われる。NC 工作機械や組み立てのためのロボットを制御するために、コンピュータが利用されている。また最終検査でも、自動テストシステム（CAT）の実用化が進められている。

さて、これらの工程と、CAD/CAM/CAI との関係であるが、これには人によって捉え方が異なるが、狭義の範囲と、狭義の範囲について考える。

まず、狭義の考え方である。CAD は製図などの詳細設計、CAM は工程設計、NC プログラミング、ロボットプログラミングなどの生産準備、CAE は解析・シミュレーションなどの基本設計として捉えられている。

広義の CAM は生産準備と、加工組立、検査を含む製造として捉え、CAD は基本設計と詳細設計の二つを含む。⁽¹²⁾ これらの関係は図 1 に示される。

図 1 CAD/CAM/CAE の関係



中学校技術科において、CAD/CAM を取り入れたカリキュラム開発を行う。このカリキュラムでは、手書きとコンピュータを利用した製図についての学習、簡易型 NC 教材を用いたスチロール材料の加工、スチロール材料を利用した鋳造を行っていく。このカリキュラムでは、製品を完成させるまでに設計、生産準備、製造の工程をたどる。したがってこのカリキュラム開発では、先に述べた、広義の CAD/CAM の考え方を取り入れていくとよい。

3 教科書での CAD/CAM の扱い

2008 年版学習指導要領に準拠した教科書は三社から出版されており、それぞれの教科書に記載されていた CAD/CAM についての表記を確認する。

東京書籍 p 53

コンピュータを用いた設計

コンピュータを利用した設計・製作を^{キヤド※1}CAD といいます。コンピュータで図面を作成するとどのような利点があるでしょうか。まずは、正確な図面が比較的容易にかけること、修正が容易であること、別の図面のデータを利用できること、図面の保存に場所を取らないこと、などが挙げられます。さらにグループで作業をする場合には、ネットワークを介したデータの共有が容易なことも重要な利点です。そのため、現在多くの工業製品や製造物の設計が CAD により行われています。

CAD によって作成されたデータを基に、製品の強度の計算、構造や機能の検証を行うソフトウェアもあります。このソフトウェアを用いることで、従来模型を製作して実験しなければならなかったことが、コンピュータでシミュレーションできるようになり、製品開発に要する時間や費用が大幅に削減されるようになりました。

さらに、CAD で作成されたデータをコンピュータ制御された工作機械やロボットに送り、製品を生産することもできます。このような生産方式を^{キヤム※2}CAM といい、生産の省力化、効率化に役立っています。⁽¹³⁾

※1 CAD は、Computer Aided Design の略

※2 CAM は、Computer Aided Manufacturing の略

開隆堂 p9

製図では設計者が何枚もの図面を手書きする必要があったが、CAD を使用すれば、かいた図面の拡大・縮小や、コピーをして他の図面に使用することなどが、簡単にできる。

開隆堂 p46

設計をまとめ伝える「画面」と CAD の利用

設計した内容を伝えるときには、図や形状や寸法を表すだけでなく、使用した寸法や図の尺度、使用する材料の種類や仕上げ方法、設計した人の名前や設計日など、さまざまな内容も一緒にかきとめておく必要があります。それらをわかりやすくまとめるために、枠や表題欄、部品表などを設けて図面として表します。

社会においては、図面をかくときの道具として、CAD が多く使用されています。

CAD はコンピュータを用いて設計を行うことです。

また、CAD データを利用して、工作機械などで自動的に部品加工をするための加工用データをつくる CAM や、CAD を利用して、さまざまなシミュレーションを行う CAE などもあり、社会におけるものづくりの場面において有効活用されています。

(14)

教育図書 CAD/CAM に関する内容は少ない

三社の教科書で、CAD/CAM に関する内容が一番多いのは東京書籍である。しかしながらその内容は、CAD/CAM の特徴について若干ふれている程度であり、生徒が体験的に CAD/CAM について学べるような内容にはなっていない。開隆堂では CAD/CAM の言葉の定義のみ、教育図書については CAD/CAM の記載がないなど、教科書では CAD/CAM に関する内容を、深く掘り下げていないのが現状である。

第3章 単元「製図とコンピュータ制御による生産」の創設とカリキュラム

第1節 単元「製図とコンピュータ制御による生産」の創設

カリキュラムとは教育目的に即して児童・生徒の学習を指導するために、学校が文化遺産の中から選択して課する教育内容の全体計画を意味する⁽¹⁵⁾、と言われおり、学校教育では、カリキュラムを基に授業実践が行われている。いうまでもなく、カリキュラムが学校教育の根幹をなすものであり、その重要性は言うまでもない。

では、カリキュラムを開発するためには、どのような視点が必要だろうか。まず、カリキュラム開発の概念は、学校や教育機関において、教師、教育研究者、あるいは教育行政関係者が、教育の内容・方法と子どもの学習経験を組織する活動を示している⁽¹⁶⁾、と言われ、その開発の過程は、カリキュラム構成（狭義）→授業→カリキュラム評価のフィードバックとなっている。

大谷によると、カリキュラム構成における各要素の関連は、教材を要とし、静的な要素でなく動的な、教育目的、教育目標＝内容、教材、指導過程・学習形態の四つの契機としての相互関係と、それらを評価するカリキュラム評価計画で構成されていると結論づける⁽¹⁷⁾、としている。ここではカリキュラム構成に必要な、四つの契機を明らかにする。

技術科の教育目的は、技術の科学的認識、生産技能、技術・労働観がいわば三位一体になっている技術の学力を形成するなかで、現実の技術および労働の世界をわがものとさせることをはかることにあるといえる⁽¹⁸⁾、とされている。

人類はその発展の歴史の中で、様々な技術を編み出し、科学の技術を誕生させ、それを自然科学と結び付けてきた。この技術の科学の基礎を教えることにより、技術の科学的認識が形成される。

また技術の世界は、知識だけで理解できるものではなく、手や体を使い、道具や機械を利用して活動することを通じて、学力を身につけることができる。また、実際に行うことを通じて、科学的認識を再形成し確かなものにする側面もある。これが生産技能の学力である。

また、技術はものづくりだけではなく、技術のもつすばらしさをわからせ、技術の社会的性格を正しく見極められる力を身に付けさせる必要がある。人間の労働こそが価値をつくりだすという見方を実感的に納得させることが、技術・労働観につながる。

教育目標＝内容の選択過程には、三つの観点がある。一つ目の観点は現実の技術およびそれに関わる労働の世界の分析と総合の系であり、二つ目は学問の系であり、三つ目は先行授業実践・到達度評価と発達段階の系である。実際の内容選択の手続きには、(1) 技術科教育の教育目的を検討する、(2) 単元の構成と教育目的を検討する、(3) ある単元の構成内容を検討するため、現実の技術および労働の世界を技術論の諸命題の視点で分析し総合する、(4) 単元に対応した学問の世界の観点から検討する、(5) 単元に対応した先行実践研究・到達度評価と発達段階の系から検討する、(6) 予想される教材を内包した教育目標＝内容が選択される。(7) 指導過程・学習形態の検討により指導計画と授業案が具体化される。

教材開発には四つの原則がある。一つは教材の源泉は、技術そのものの現実の世界へ求めること、二つ目は子どもの興味を引き、教師自身が面白いと思える教材を扱うこと、三つ目は、現実の技術および労働の世界の分析と、総合による典型的事実の選択である。

指導過程・学習形態の原則は、単元または小単元の教育目標の性格、有機的単位の総合体が教育目標＝内容の選択過程で再構成される、一般的で適用範囲の広い科学的概念を形成する場合は、一般的で抽象的な内容から特殊で具体的なものへ、複数の作業の基本の教授・学習における教育目標＝内容の選択と配列はオペレーション＝複合法を選択、教材の配列は一般化できない、深いわたりを生じさせるための構想・展開するための教材の配列、討論等による認識の深まり、である。

これらのカリキュラム開発に必要な四契機を踏まえて、カリキュラムの開発を行う。

まずは、技術科の教育目的であるが、これは先に述べたように「普通教育としての技術教育は、技術および労働の世界への手ほどきであり、すべての子どもに技術およびそれに関わる労働の世界をわがものとさせること」と定義することができる。

つづいて単元の構成である。技術教育研究会では技術科の単元を、「生産と製図」、「材料と加工の技術」、「エネルギーの技術」、「制御と通信の技術」、「食糧生産の技術」の5単元を設定している。「生産と製図」の単元設定の理由は次のようになっている。

近代生産技術は、生産過程の分業と協業によって成り立っており、このシステムをつなぐものが製図である。一つ一つの部品は精確にかかれた図面を基に、多くの労働手段によって作られ、それが集約され有用なものとなり機能を発揮する。そのため「生産と製図」の単元を設定する。

また、「制御と通信の技術」の単元設定の理由は以下のようになっている。人間は道具から機械、そして自動機械体系へと技術を進化させてきた。いまではコンピュータ制御オートメーションが生産技術の期間となっている。また、生産の中で、コンピュータ化が進むほど、これらのシステムを開発するための労働が変化しつつある実態もある。さらにコンピュータは通信でも大きな位置をしめ、技術のシステムを維持している。このことから「制御と通信の技術」の単元を設定する。

製品が図面を基に、多くの労働手段によって作られているのは間違いないが、先の「も

のづくりの世界と CAD/CAM/CAE の関係」で明らかにした通り、現在の生産現場では、設計・生産準備・製造の工程で全てコンピュータが利用されており、そのためコンピュータ制御オートメーションでの生産が可能となった。実際の生産現場の現状から考え、「生産と製図」の単位と「制御と通信の技術」の制御の部分进行融合し、「製図とコンピュータ制御による生産」の単位を提案する。

「製図とコンピュータ制御による生産」の教育目標を考える。産業革命により、生産の仕組みが小品種大量生産となり、労働のシステムも分業と協業によって成り立っている。分業と協業による生産を成り立たせているのが、製図である。細分化、複雑化した生産の現場をつないでいるのが、製図であり、製図がなければものを精密に加工することはできない。製図は図を書くことが目的ではなく、図からものを作り上げていくために書かれるものである。したがって製図教育でも、図を書くだけで終わるのではなく、書いた図から製品をつくることが重要である。製図の基本は手書きの製図である。紙と鉛筆を持ち、立体を平面に表すことに試行錯誤することにより、立体感覚や立体的想像力がはぐくまれるのは間違いない。そして、その上で、コンピュータでの製図も効果的であると考え。現代の生産の現場では、製図はほとんどコンピュータが利用されている。コンピュータで製図を行うことにより、簡単かつ正確に、そして時間を短縮して図を描くことができるようになる。またデータが蓄積され、データベースとしての役割も持つようになる。このようなコンピュータでの製図を学ばせることも技術科の教育目的を達成させるために重要なことである。さらに書いた図が、オートメーションによって製品を作ることができると、より一層現実の生産の世界に近づき、社会的生産過程を体感できるようになる。

単元の具体的な目標＝学習内容について考える。先に述べたとおり、「製図とコンピュータによる生産」の中心的な学習内容は、「手書きによる製図」、「コンピュータによる製図」、「コンピュータによって制作した図面を活用したオートメーションによる生産」である。

より具体的な目標＝学習内容は、「手書きによる製図」では、「物の形を正確に伝えるためには、図面が欠かせず、その図形は一定の約束事の下に描かれていることを知る。」「キャビネット図の特徴（物体の特徴をもっともよく表す面を正面にする、奥行き方向を45°にする、奥行き方向の長さを実物の1/2にする）を理解し、立体模型をキャビネット図で表すことができる。」「等角図の特徴（立体の底面の直角に交わる2辺を水平線に対して30°傾ける、幅、高さ、奥行きの長さを実物と同じ割合に表す）を理解し、立体模型を等角図で表すことができる。」「第三角法の特徴（正面図、平面図、右側面図の表し方）を生かして、立体模型を第三角法で表すことができる。」「キャビネット図で書かれた図を、等角図、第三角法に書きなおすことができる。」「等角図で書かれた図を、キャビネット図、第三角法に書きなおすことができる。第三角法で書かれた図を、キャビネット図、第三角法に書きなおすことができる。」「キャビネット図、等角図で書かれ

た図から、展開図を描き、立体模型を作成することができる。」「第三角法で書かれた図から、展開図を描き、立体模型を作成することができる。」である。

「コンピュータによる製図」の目標＝学習内容は、「CAD で簡単な立体を書くことができる。」「第三角法から等角図で立体を作成し、それぞれの関係性を知る。」「CAD を利用してオリジナル立体を作成する。」

「コンピュータによって制作した図面を活用したオートメーションによる生産」の目標＝内容は「CAD で作成した図形を NC 教材に転送し、を加工する。」「現代の社会で利用されている技術について、CAD/CAM を通して学んだことをまとめる。」である。

次に教材に視点をあてる。「製図とコンピュータ制御による生産」単元の中心となる教材について考える。この単元の中心となる教材は、CAD ソフトウェアと NC 教材である。中学校技術科で使用するのに望ましい CAD ソフトウェアとしては、中学生が容易に使うことができることが重要である。CAD ソフトウェアとしては、フリーソフトの「Jw CAD」や図形ソフトウェアの「花子」がある。しかしそれらは非常に多機能であり、中学生での扱いが難しい。そこで教材として選択したのが「立体グリグリ」である。立体グリグリは立体がワイヤーフレームで表示され、それは自由に動かし、さまざまな角度から見ることができる。立体の作成が中学生にとっても容易である。正面図、平面図、右側面図、等角図のボタンを押すと、それぞれの視点まで動いて止まったり、第三角法による正投影図の表示も可能である。カーソルキーを押せば自分で視点を自由に変えて見ることができる。立体グリグリはフリーソフトであり、著作権は川俣純と平田敦にあるが、何回コピーしても無料である。

つづいて NC 教材についてである。NC 工作機械を利用した授業の例に、平成 19 年に上越教育大学で行われた「附属中学校わくわく大学ウィーク」の一環の「オリジナルキーホルダーを作ろう！」がある。この授業では 150 分の中で、引率教員を含め 18 名がコンピュータによる設計、コンピュータ制御による機械加工を体験するものである。この授業は参加者におおむね好評であったが、工作機械を大学から運搬することができないため、中学校の現場で容易に授業を行うことができないことが問題と考える⁽¹⁹⁾。

そこで NC 教材として取り上げたのが渥美勇輝、松村浩幸、平田敦によって開発され、「アシダ」で発売されている簡易型 NC 加工機「グリロボ」である。「グリロボ」の特徴は、①材料は発泡スチロール板を用い、ヒーターで加工を行うことであり、短時間で加工できるので、多くの生徒に実際に体験することができる。②騒音、ゴミの発生が少なく、材料代も安価である。③立体グリグリで作成したデータをグリロボに転送することにより、複雑な設定がなくとも加工することができる。また立体グリグリとグリロボは独立したソフトなので、複数のパソコンを用意すればデータ作成と NC 加工を同時に行うことができる。④小型軽量で運搬が容易であり、卓上で使用できる。などである。これらの教材は大谷が提唱する「教材の源泉は、技術そのものの現実の世界へ求めること、二つ目は子どもの興味を引き、教師自身が面白いと思える教材を扱うこと、三つ目は、現実の技術および労働

の世界の分析と、総合による典型的事実の選択」に合致すると考える。

以上の「立体グリグリ」「グリロボ」を教材の中心にすえ、「製図とコンピュータ制御による生産」の単元を構成する。

第2章 単元「製図とコンピュータ制御による生産」のカリキュラム

(1) 単元の指導計画

表13

学習項目	時間	到達目標＝学習内容	教材教具と（○）と 授業評価方法（●）
オリエンテーション	1	物の形を正確に伝えるためには、図面が欠かせず、その図形は一定の約束事の下に描かれていることを知る。	○ワークシート ○すじけびき ●評価アンケート
キャビネット図で立体を書く	1	キャビネット図の特徴（物体の特徴をもっともよく表す面を正面にする、奥行き方向を45°にする、奥行き方向の長さを実物の1/2にする）を理解し、立体模型をキャビネット図で表すことができる。	○ワークシート ○立体模型 ○教科書 ●ワークシート ●評価アンケート
等角図で立体を書く	1	等角図の特徴（立体の底面の直角に交わる2辺を水平線に対して30°傾ける、幅、高さ、奥行きの長さを実物と同じ割合に表す）を理解し、立体模型を等角図で表すことができる。	○ワークシート ○立体模型 ○教科書 ●ワークシート ●評価アンケート
三角法で立体を書く	1	第三角法の特徴（正面図、平面図、右側面図の表し方）を生かして、立体模型を第三角法で表すことができる。	○ワークシート ○立体模型 ○教科書 ●ワークシート ●評価アンケート
キャビネット図、等角図、三角法の変換	2	キャビネット図で書かれた図を、等角図、第三角法に書きなおすことが	○ワークシート ○立体模型

		<p>できる。</p> <p>等角図で書かれた図を、キャビネット図、第三角法に書きなおすことができる。</p> <p>第三角法で書かれた図を、キャビネット図、第三角法に書きなおすことができる。</p>	<p>○教科書</p> <p>●ワークシート</p> <p>●評価アンケート</p>
キャビネット図、等角図から立体を製作	2	キャビネット図、等角図で書かれた図から、展開図を描き、立体模型を作成することができる。	<p>○ワークシート</p> <p>○工作用紙</p> <p>●作品</p> <p>●評価アンケート</p>
三角法から立体を製作	2	第三角法で書かれた図から、展開図を描き、立体模型を作成することができる。	<p>○ワークシート</p> <p>○工作用紙</p> <p>●作品</p> <p>●評価アンケート</p>
立体グリグリの基本操作	1	サンプル立体を作成することにより、立体グリグリで立体を書くことができる。	<p>○ワークシート</p> <p>○立体グリグリ</p> <p>●作品（データ）</p>
立体グリグリでの等角図と三角法の変換	1	第三角法から等角図で立体を作成し、第三角法展開機能を利用して、それぞれの関係性を知る。	<p>○ワークシート</p> <p>○立体グリグリ</p> <p>●作品（データ）</p>
立体グリグリでの自由製図	4	他の生徒が作成したオリジナル作品を元に、立体グリグリを利用してオリジナル立体を作成する。	<p>○ワークシート</p> <p>○立体グリグリ</p> <p>●作品（データ）</p>
グリロボでのスチロール加工	3	立体グリグリで作成した図形をグリロボに転送し、スチロール板を加工する。	<p>○ワークシート</p> <p>○立体グリグリ</p> <p>○グリロボ</p> <p>●作品</p>
グリロボでの鋳造	2	グリロボで加工したスチロールの型に砂型を入れ、鋳造によりキーホルダーを作成する。	<p>○ワークシート</p> <p>○立体グリグリ</p> <p>○グリロボ</p> <p>●作品</p>
まとめ	1	現代の社会で利用されている技術について、立体グリグリ、グリロボを通して学んだことをまとめる。	<p>●感想</p>

(2) 単元の学習指導案と授業プリント

- (1) 題材名 よりよい立体の伝え方
- (2) 本時の目標 立体の形を正確に伝えるためには、JIS（日本工業規格）で統一された書き方で書くとよいことがわかる。
- (3) 本時の展開

段階	教師の働きかけ	予想される生徒の反応・活動	・留意点 ○評価 の場面と方法 ◇支援
導入	<p>指示</p> <p>「この箱の中には、君たちが今までに一度も見ることがない物体が入っています。一人だけに見せます。それでは中を見たい人は手を挙げてください。」1名を指名する。</p> <p>指示</p> <p>「それでは段ボールの中に入っている物体を見てください。見終わったら。見た人は身ぶり、手振りを使わずに、言葉だけで形を皆さんに伝えてください。説明の時間は 30 秒です。」</p> <p>指示</p> <p>「聞いた人はワークシートに形を書いてください。」</p> <p>指示</p> <p>ノートに書いた形が違う生徒を数名指名して「黒板に図を書いてください。」</p> <p>説明</p> <p>「それでは答えを見せます。」すじけびきを取り出し、生徒全員に見せる。」</p>	<p>「十字架みたいな形だ」</p> <p>「メモリがついている」</p> <p>「金属のつまみがついている」</p> <p>発表者の説明を聞き、立体をノートに書いていく。</p> <p>様々な形の立体を黒板に書く。</p> <p>「全然違う形だ。」</p> <p>「少しだけ形があっている部分がある。」</p>	<p>・中にすじけびきを入れた段ボールを用意する。</p> <p>◇立体を書くことが出来ない生徒には、発言者の言葉を思い出させる。</p>

	<div> <p>学習課題 立体の形を、正確に伝える方法を考えよう。</p> </div>		
展開	<p>質問</p> <p>「立体の形を言葉で伝えようとしたら、うまく伝わりませんでした。立体の形を伝えるためには、言葉以外にどんな方法がありますか。」</p> <p>指示</p> <p>「皆さんはサイコロの形を違う書き方で2個以上ワークシートに書いてください。」書き方が違う数名を指名して「黒板にサイコロの形を書いてください。」</p> <p>質問</p> <p>同じ形でも、書く人によって書き方がそれぞれです。どうすれば相手に正確に形を伝えることができますか。</p> <p>説明</p> <p>カメラ、自動車、住宅の設計図を見せる。「これらの図は実際の工場で見られている設計図です。見る方向や書き方がJIS（日本工業規格）というもので決められています。」</p>	<p>「図にして書くとよい。」</p> <p>「紙に書くとよい。」</p> <p>「絵で書くと伝わりやすい。」</p> <p>等角図に近い形、キャビネット図に近い形などを書く。</p> <p>決まった約束事で図を書けばよい。</p>	<p>◇一つしか書けない生徒には、見る角度を変えて考えさせる。</p> <p>○相手に形を伝えるためには、決まりのある図法で形を書くとよい。（ワークシート）</p>

ま と め	<div data-bbox="316 297 1166 562" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p>相手に正確に立体を伝えるためには、書き方が決まった図を書くといふ。</p> <p>工場で作られている製品は、設計する人と製造する人が違う。そこで製作図は誰が見てもわかるように、JIS（日本工業規格）で統一された書き方で書かれている。</p> </div> <div data-bbox="300 604 446 645" style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>次時の予告</p> </div> <p>次回の授業では、キャビネット図という書き方で立体を書いていきます。</p>	<p>○本時のまとめができたか。 (ワークシート)</p>
-------------	--	-----------------------------------

【学習課題】

立体の形を、正確に伝える方法を考えよう

年 組 番 氏名

1. 友達の説明を聞いて、立体の形を書きましょう。

さんの説明

さんの説明

立体を正確に相手に伝えるためには_____で伝えるとよい。

2. さいころの形を、異なる書き方で2つ書いてください。

見る_____によって、立体の書き方は変わってくる。3.

まとめ

授業アンケート

年 組 番 氏名

①立体を表わすためには、図が重要だということがわかりましたか？

わかった 4 3 2 1 わからなかった

②立体を見る角度によって、書き方が変わることがわかりましたか？

わかった 4 3 2 1 わからなかった

③立体を表わすために、JIS(日本工業規格)で統一された書き方があることがわかりましたか？

わかった 4 3 2 1 わからなかった

④授業の感想

--

授業評価アンケート

☐大変楽しく、大変よくわかった

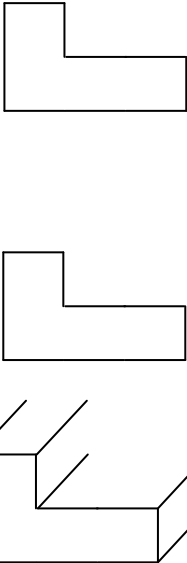
☐楽しく、よくわかった

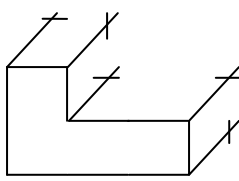
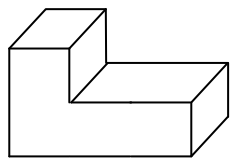
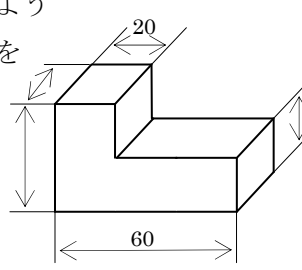
☐楽しいけど、よくわからなかった

☐楽しくないけど、よくわかった

☐楽しくなくて、よくわからない

- (1) 題材名 キャビネット図で立体を書く
- (2) 本時の目標 キャビネット図の書き方がわかり、立体模型をキャビネット図で書き、寸法を記入することができる。
- (3) 本時の展開

段階	教師の働きかけ	予想される生徒の反応・活動	・留意点 ○評価 の場面と方法 ◇支援
導入	<p>同じ立体をキャビネット図、等角図、第三角法で書かれた図を提示する。</p> <p>説明</p> <p>「前回の授業で、図は書き方が決まっているとよいということがわかりました。ここに3つの図がありますが、すべて同じ形を表しています。今日はこの中のキャビネット図という書き方を学びます。」</p> <p>学習課題 キャビネット図で、立体を書いてみよう。</p>		
展開	<p>立体模型を一人一個配布する。</p> <p>指示</p> <p>「各自にわたった立体模型の各辺の寸法を測ってください」</p> <p>質問</p> <p>「立体の正面を選びます。立体の正面はその立体の一番特徴的な面を選びます。みなさんが持っている立体では、どの面にすればいいですか？」</p> <p>指示</p> <p>「立体の正面をそのままの形で書きます。」</p> <p>説明・指示</p> <p>「次に立体の奥行きを書きます。まずは奥行きに伸びる線を 45° に傾け</p>	<p>立体の定規を使って測る。</p> <p>立体の特徴を表している右図を正面図に選択する。</p> <p>ワークシートに定規を使って右図を書く。</p> <p>奥行きの線を 45° に傾け右図のよ</p> 	<p>○キャビネット図の書き方で立体を書けたか。 (観察・ワークシート)</p> <p>◇図を書けない生徒には、板書で確認しながら、個別支援を行う。</p>

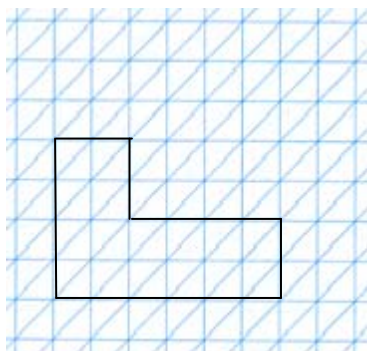
	<p>て書いていきます。」</p> <p>指示・指示</p> <p>「奥行きの長さは、実際の長さの2分の1にして書きます。長さを測って印をつけてください」</p> <p>説明・指示</p> <p>「印を線で結んで、余分な線を消してください。」</p> <p>説明・指示</p> <p>「寸法を記入します。まず寸法補助線を引きます。つぎに寸法線を外形線に対して平行に引きます。寸法数値は水平方向の寸法線に対しては図面の下辺から、垂直方向の寸法線に対しては、右辺から読めるように書きます。」</p> <p>指示</p> <p>他の立体模型を選んで、キャビネット図で立体を書いてみてください。</p>	<p>うに書く。</p> <p>実際の2分の1の長さを、定規を使って印をつける</p>  <p>立体を完成させる。</p>  <p>右図のように寸法を記入する。</p> 	<p>○立体に寸法を記入することができたか。（観察・ワークシート）</p> <p>◇寸法を記入できない生徒には、板書で確認しながら、個別支援を行う。</p> <p>・早く終わって生徒には友達の手援を行わせる。</p>
まとめ	<div><p>キャビネット図で立体を書くためには、特徴的な面を正面として実物と同じ形に書き、奥行きの辺を45°傾けて、実際の長さの2分の1の割合で書く。また寸法記入のきまりにしたがって、寸法を記入する。</p></div> <p>次時の予告</p> <p>次回の授業では、等角図という書き方で立体を書いていきます。</p>	<p>○本時のまとめができたか。（ワークシート）</p>	

【学習課題】

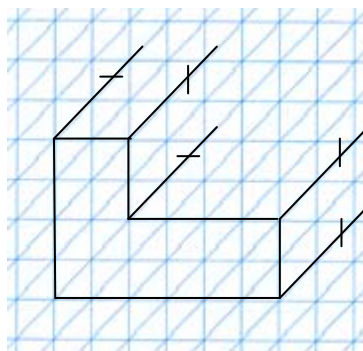
キャビネット図で立体をかいてみよう

年 組 番 氏名

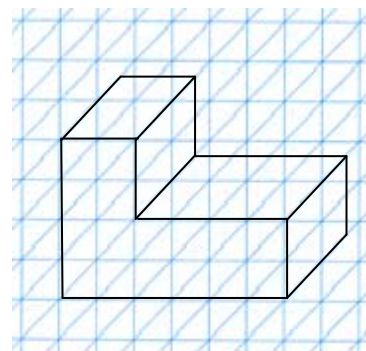
1. キャビネット図のかき方を覚えて、右のページに同じを図を書きなさい。



立体の形を最もよく表す面を（ ）と決めて細い線で正面の下がきをする。

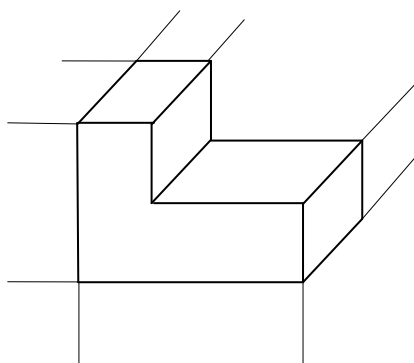


奥行きを示す線を（ ）°傾けて引き、実際の長さの（ ）の割合に長さの印を付ける。

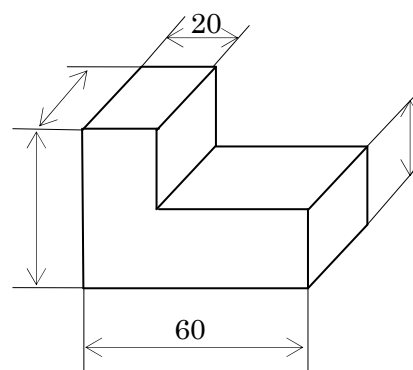


目印から正面の各辺に平行線を引き、右側面と上面を書く。不要な下書きの線を消して、太い線で仕上げる。

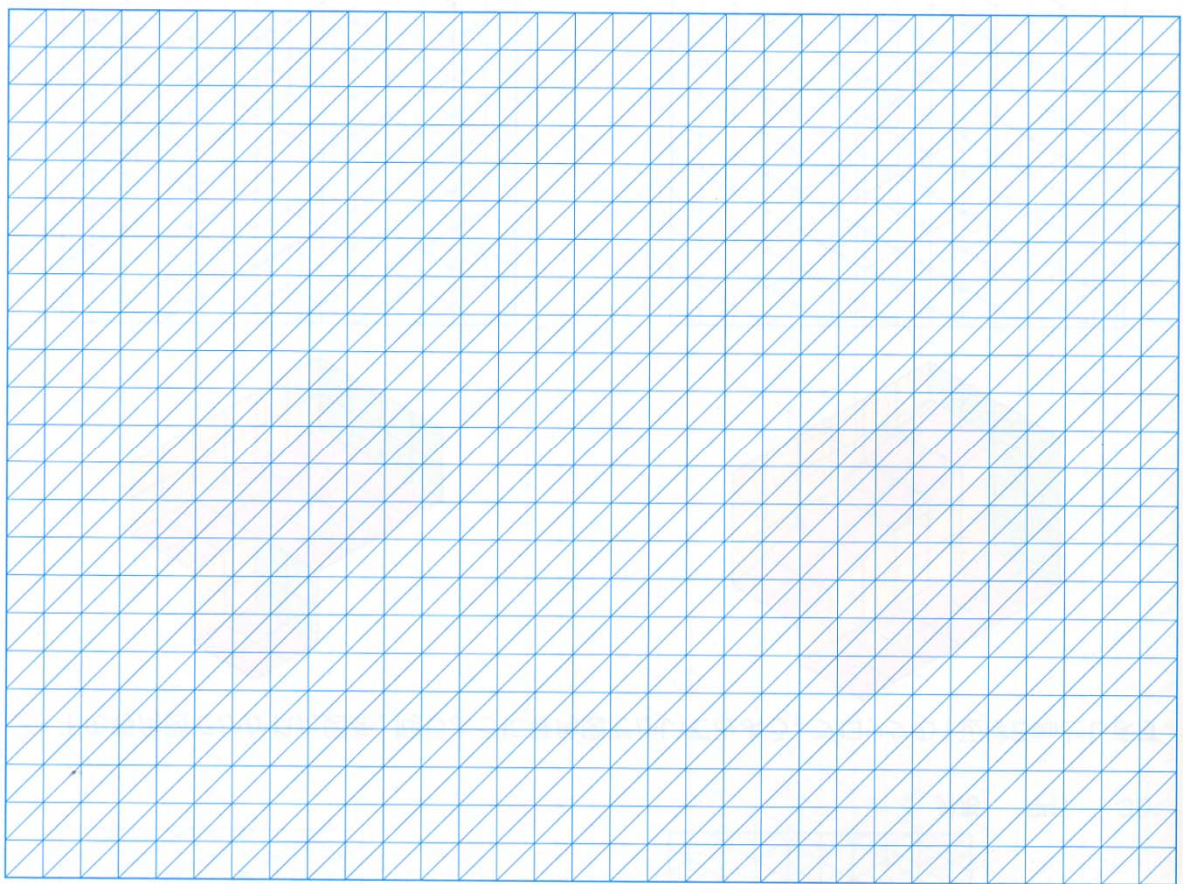
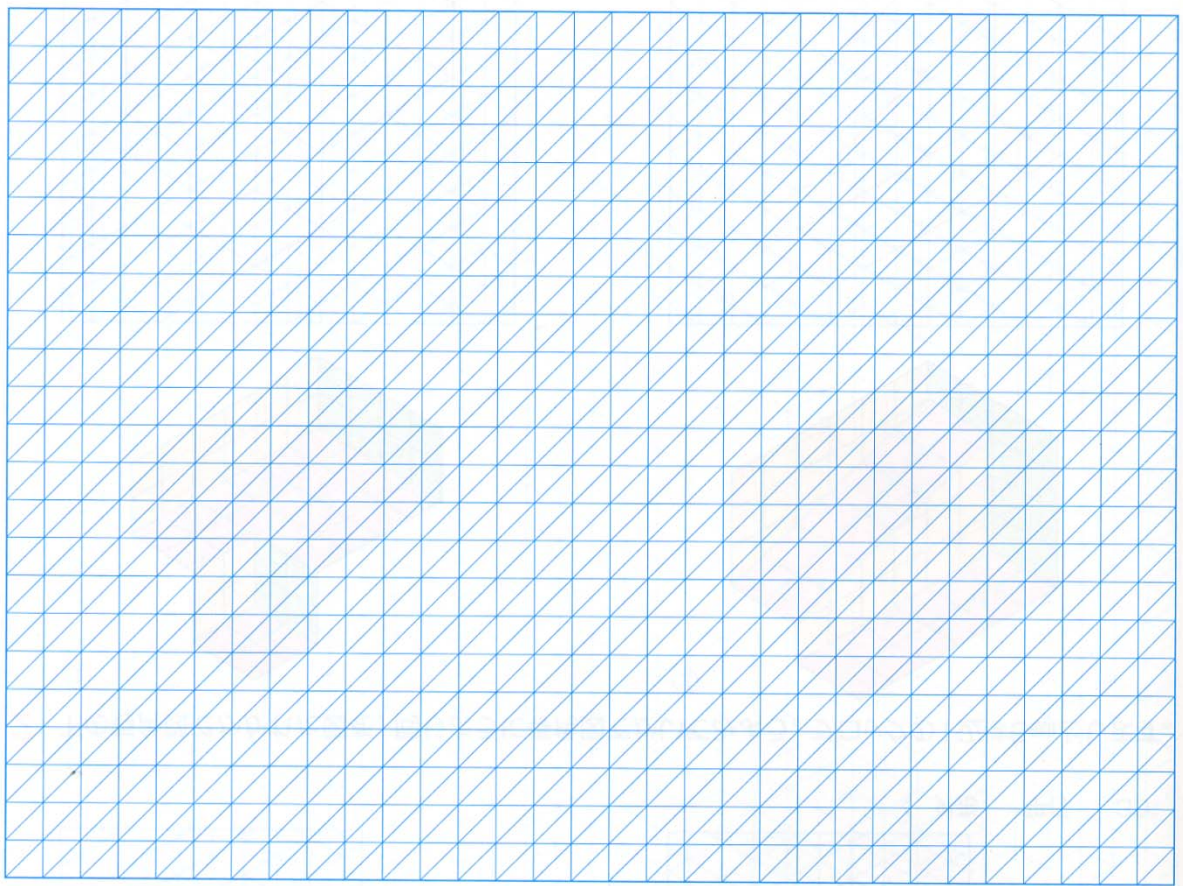
2. 寸法記入の仕方を覚えよう。



- ・寸法補助線は、寸法線を1～2mm 超えるように引き出す。
- ・寸法線は、外形線に平行に引く



- ・寸法数値は、水平方向の寸法線に対しては図面の下辺から、垂直方向の寸法線に対しては図面の右側から読めるように書く。斜め線の寸法線もこれに準じて書く。
- ・寸法数値は、寸法線にそって中央付近に、上側にわずかに離して書く。



授業アンケート

年 組 番 氏名

①キャビネット図を書くとき、立体のどの面を正面にすればよいかわかりましたか？

わかった 4 3 2 1 わからなかった

②キャビネット図を書くとき、奥行きを45°傾けて書けましたか？

書けた 4 3 2 1 書けなかった

③キャビネット図を書くとき、奥行きの長さを2分の1（半分）にできましたか？

できた 4 3 2 1 できなかった

④キャビネット図を書くとき、決まりにしたがって寸法を記入できましたか？

できた 4 3 2 1 できなかった

⑤授業の感想

--

授業評価アンケート

☐大変楽しく、大変よくわかった

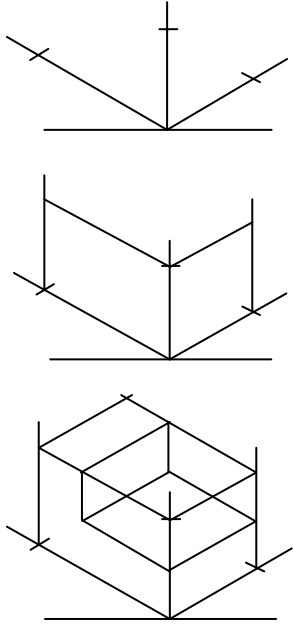
☐楽しく、よくわかった

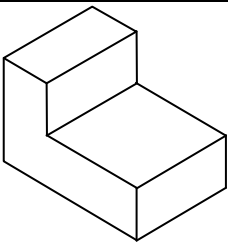
☐楽しいけど、よくわからなかった

☐楽しくないけど、よくわかった

☐楽しくなくて、よくわからない

- (1) 題材名 等角図で立体を書く
- (2) 本時の目標 等角図の書き方がわかり、立体模型を等角図で書き、寸法を記入することができる。
- (3) 本時の展開

段階	教師の働きかけ	予想される生徒の反応・活動	・留意点 ○評価 の場面と方法 ◇支援
導入	<p>同じ立体をキャビネット図、等角図、第三角法で書かれた図を提示する。</p> <p>説明</p> <p>「前回の授業ではキャビネット図の書き方を学びました。今日は二つ目の書き方である等角図について学びます。」</p>		
展開	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>学習課題 等角図で、立体を書いてみよう。</p> </div> <p>立体模型を一人一個配布する。</p> <p>説明・指示</p> <p>「水平線に対してそれぞれ 30° の線と水平線を引き、奥行きの長さとし、高さの印をつけてください。」</p> <p>説明・指示</p> <p>「目印から水平線に対して 30° の線と垂直線に平行な線を引き、左右の2面を書いてください。」</p> <p>説明・指示</p> <p>「左右の交点から奥行きの線を平行な線を引き、上面を書いてください。立体から切り取る部分を書いてください。」</p>	<p>説明を聞き、図を書く</p> 	<p>○等角図の書き方で立体を書けたか。(観察・ワークシート)</p> <p>◇図を書けない生徒には、板書で確認しながら、個別支援を行う。</p>

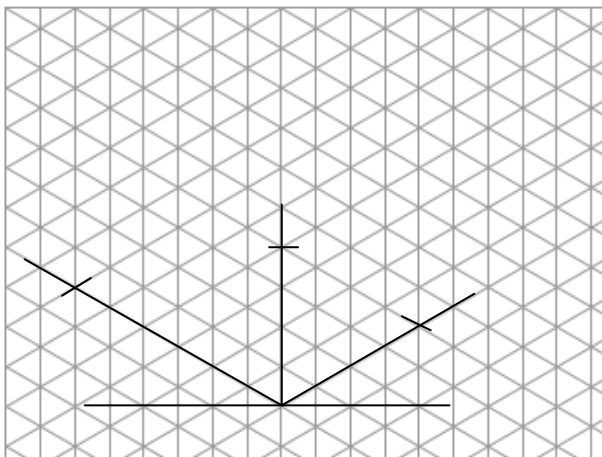
	<p>説明・指示</p> <p>「切り取る部分の下書きの線や、不要な線を消して、太い線で仕上げてください。」</p> <p>質問</p> <p>「寸法を記入するためのきまりには、どんなものがありますか。」</p> <p>指示</p> <p>「それでは他の立体模型を選んで、等角図で立体を書いてください。」</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ・寸法補助線を書く。 ・寸法線は外形に平行に書く。 ・寸法は図面の下辺や右辺から読めるように書く。 ・選択した立体を等角図で書き表わし、寸法を記入する。 	<p>○立体に寸法を記入することができたか。（観察・ワークシート）</p> <p>◇寸法を記入できない生徒には、板書で確認しながら、個別支援を行う。</p> <p>・早く終わって生徒には友達の支援を行わせる。</p>
まとめ	<div style="border: 2px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>等角図で立体を書くためには、立体の底面の直角に交わる2辺を水平線に対して30°傾け、立体の縦・横・高さの3辺の比率を等しくする。また寸法記入のきまりにしたがって、寸法を記入する。</p> </div> <p>次時の予告</p> <p>次回の授業では、等角図という書き方で立体を書いていきます。</p>		<p>○本時のまとめができたか。（ワークシート）</p>

【学習課題】

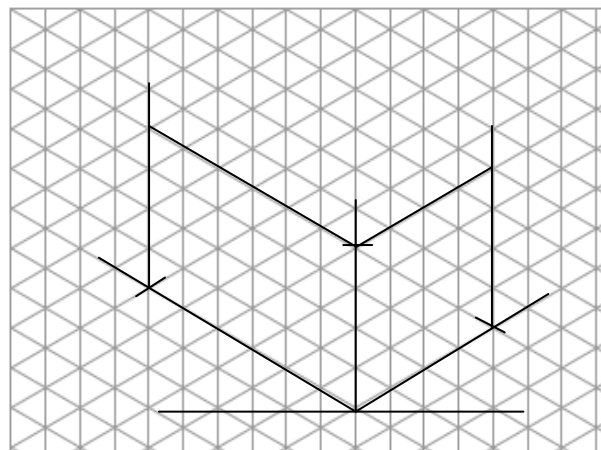
等角図で立体をかいてみよう

年 組 番 氏名

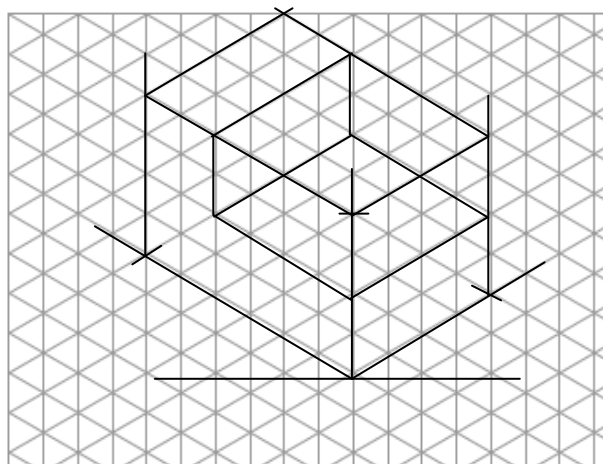
1. 等角図のかき方を覚えよう。



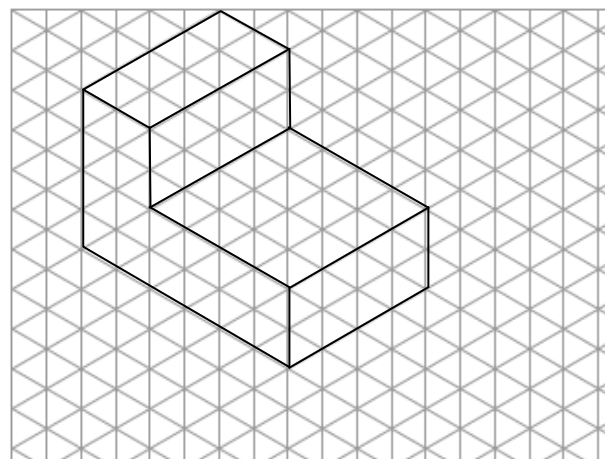
水平線に対してそれぞれ（ ）°の線と垂直線を引き、奥行きの長さ、高さの目印をつける。



目印から水平線に対して（ ）°の線と垂直線に（ ）な線を引き、左右の2面を書く。

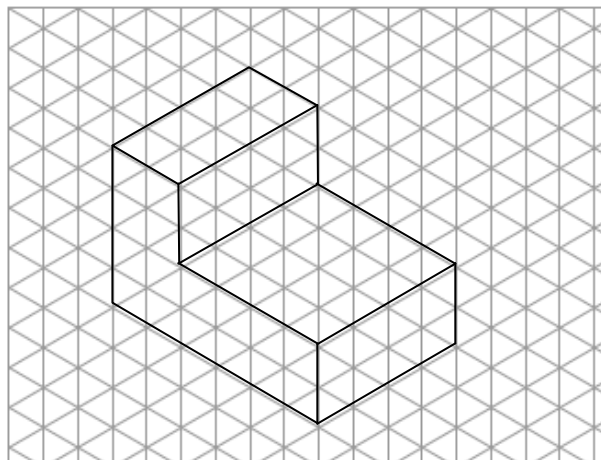
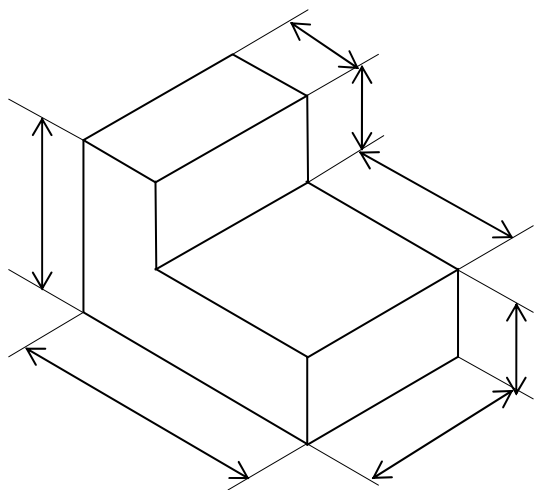


左右の交点から奥行きの線に（ ）な線を引き、上面を書く。立方体から切り取る部分を書く。

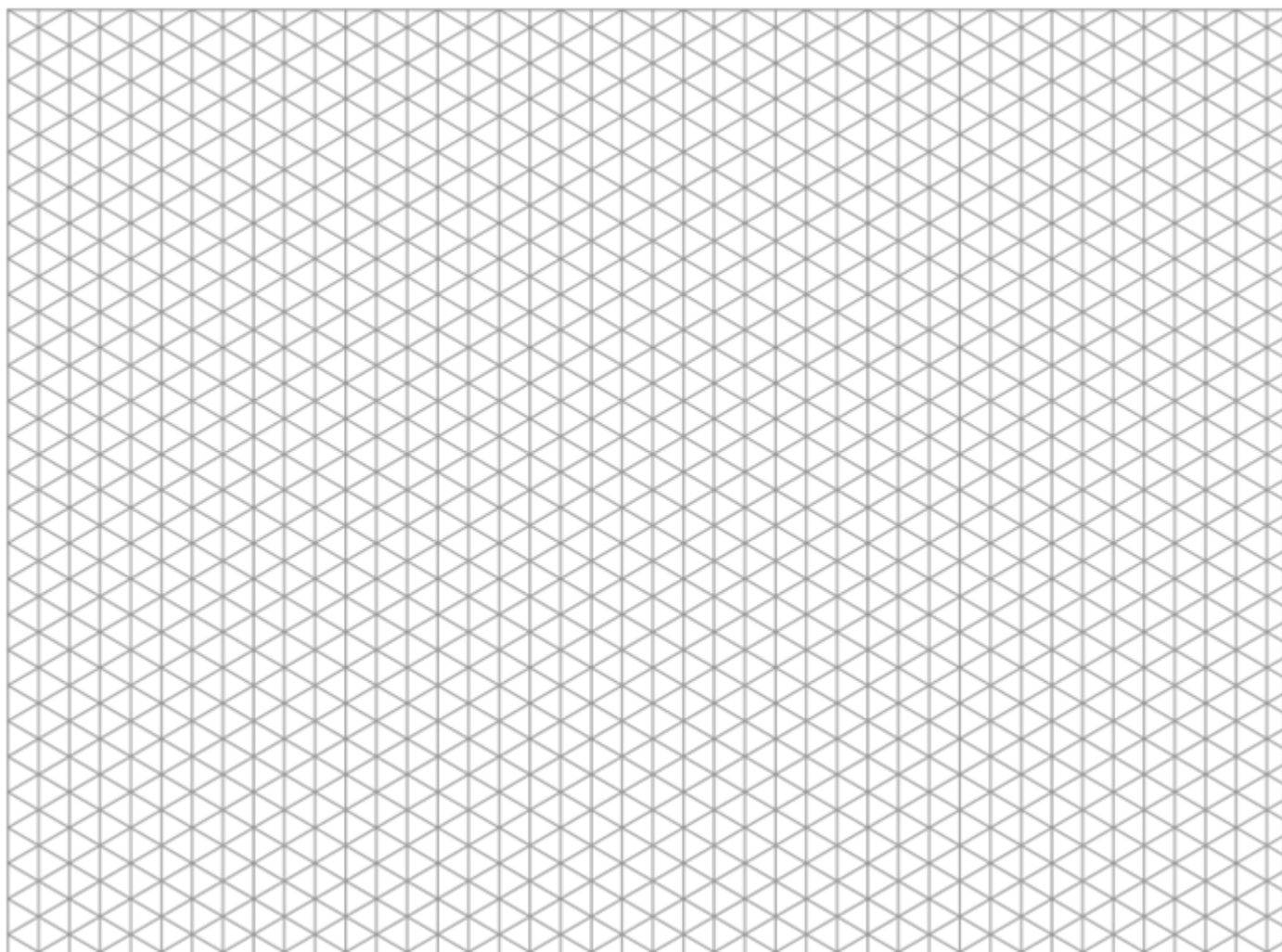


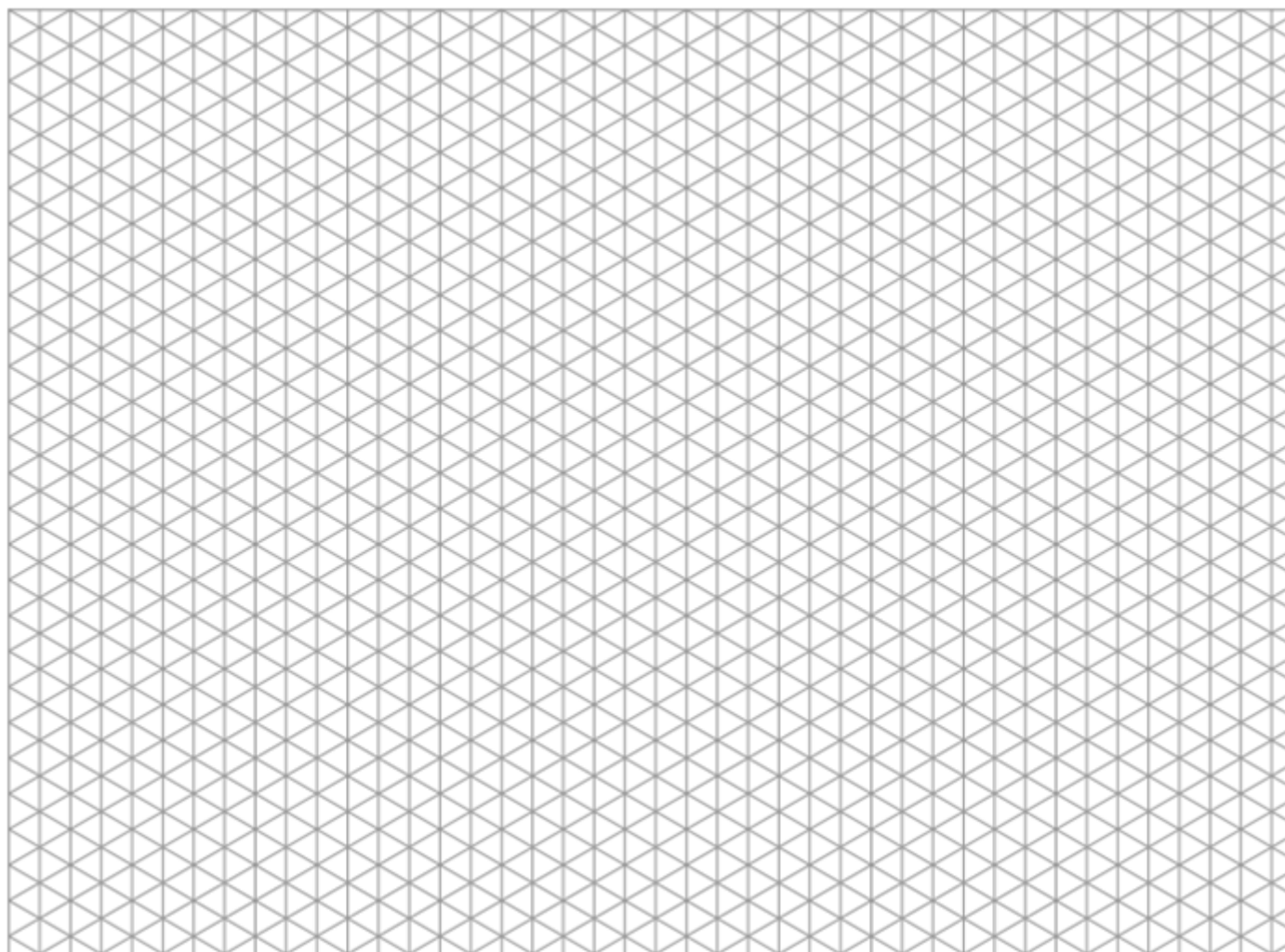
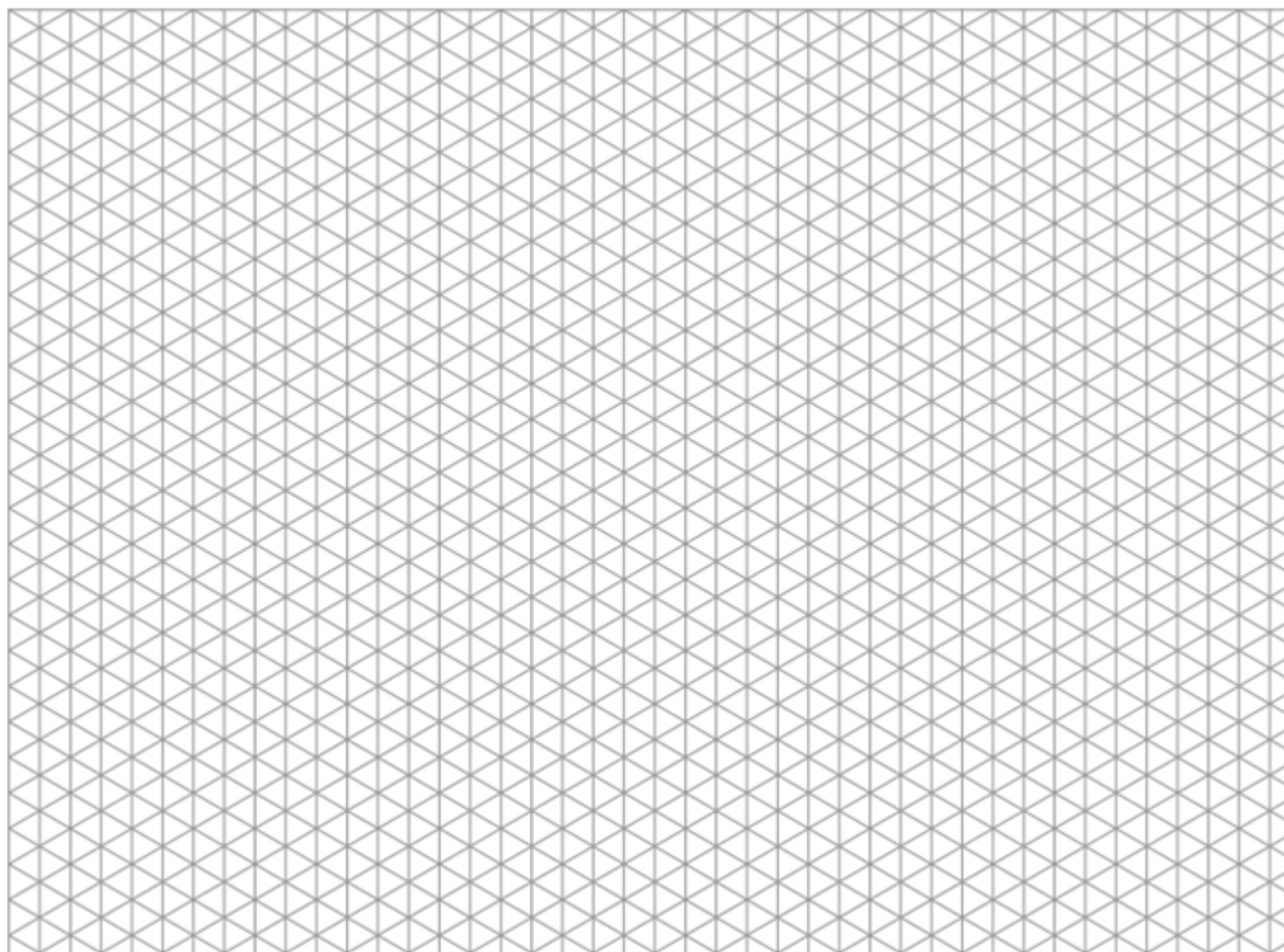
切り取る部分の（ ）の線や（ ）な線を消して、太い線で線で仕上げる。

寸法を記入しよう。



3. 与えられた立体をキャビネット図で書き、寸法を記入しなさい。





授業アンケート

年 組 番 氏名

①等角図を書くとき、 30° にかたむけた線を引けましたか？

引けた 4 3 2 1 引けなかった

②キャビネット図を書くとき、立体からうまく面を切り取れましたか？

切り取れた 4 3 2 1 切り取れなかった

③キャビネット図を書くとき、きまりにしたがって寸法を記入できましたか？

できた 4 3 2 1 できなかった

④授業の感想

--

授業評価アンケート

☐大変楽しく、大変よくわかった

☐楽しく、よくわかった

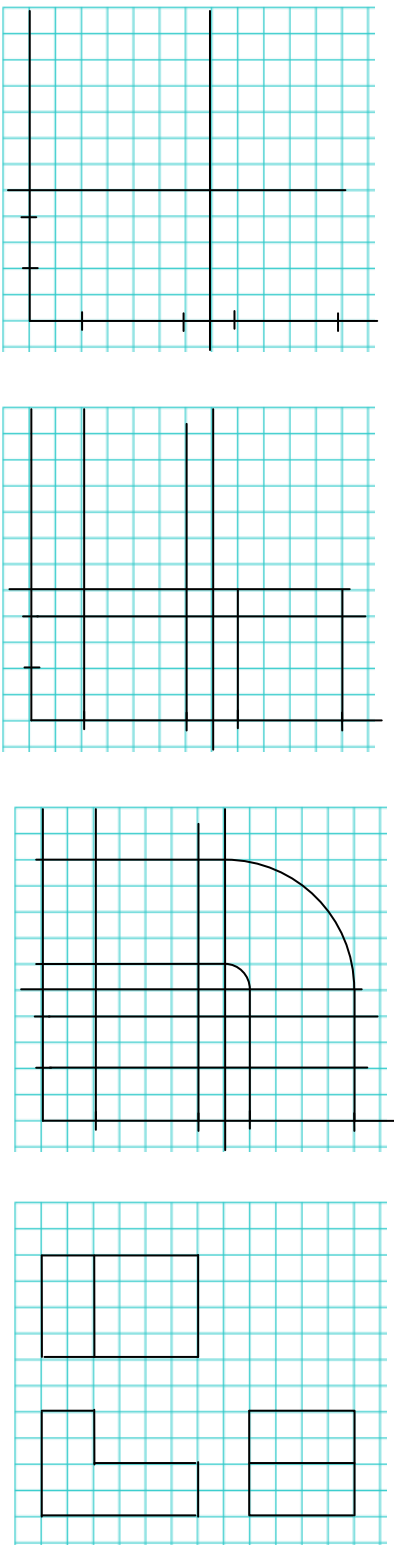
☐楽しいけど、よくわからなかった

☐楽しくないけど、よくわかった

☐楽しくなくて、よくわからない

- (1) 題材名 第三角法による正投影図で立体を書く
- (2) 本時の目標 第三角法による正投影図の書き方がわかり、立体模型を第三角法による正投影図で書くことができる。
- (3) 本時の展開

段階	教師の働きかけ	予想される生徒の反応・活動	・留意点 ○評価 の場面と方法 ◇支援
導入	<p>前回の授業で見本として使用した立体を、第三角法による正投影図で書いた図を提示する。</p> <p>説明</p> <p>「この形は前回までの授業で書いた立体を、違う形で書いたものです。いままでの立体の書き方とは少しちがいます。」</p> <p>学習課題 第三角法による正投影図で、立体を書いてみよう。</p>		
展開	<p>質問</p> <p>「この3つの面は、立体をどの方向から見て書いたのでしょうか」</p> <p>説明</p> <p>「第三角法による正投影図は、立体の手前に透明な3つの面を置き、角が面と正面の方向から見た形をそのまま画面に移したと考えて書く図方です。」</p> <p>「正面から見た図を『正面図』といいます。」</p> <p>「上から見た図を『平面図』といいます。」</p> <p>「右側から見た図を『右側面図』といいます。」</p>	<p>「正面から見た図」</p> <p>「右側から見た図」</p> <p>「上から見た図」</p> <p>どの方向から見た図が、『正面図』、『平面図』、『右側面図』かわかる。</p> <p>説明を聞き、図を書く</p>	<p>第三角法による正投影図で書かれた図の、どの部分が正面図・平面図・右側面図か理解できたか。(観察)</p>

	<p>説明・指示</p> <p>「それでは第三角法による正投影図で立体を書き表わしていきます。」</p> <p>「まず立体の特徴を最もよく表す面を正面として、基準となる水平線と垂直線を引きます。そして必要な基準となる寸法を取り、目印をつけます。」</p> <p>「正面図と右側面図の高さの線を目印より引きます。正面図と右側面図の垂直線を目印より引きます。」</p> <p>「コンパスを用いて必要な寸法を右側面図から平面図に移し、平面図の水平線を引きます。正面図と右側面図の水平線を引きます。」</p> <p>「不要な下書きの線を消し、太い線で仕上げます。」</p>		<p>○第三角法による正投影図の書き方で立体を書けたか。(観察・ワークシート)</p> <p>◇図を書けない生徒には、板書で確認しながら、個別支援を行う。</p>
--	---	---	---

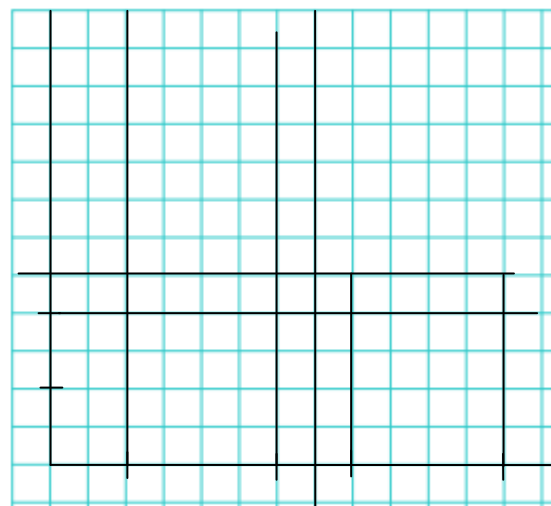
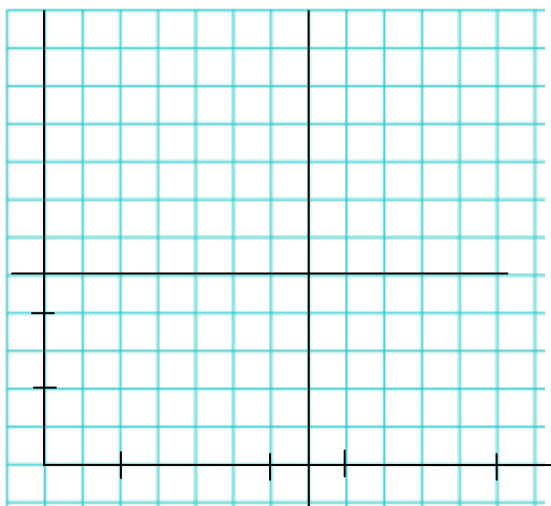
	<p>発問</p> <p>他の立体模型を選んで、第三角法による正投影図で立体を書いてみてください。</p> <p>説明</p> <p>この図法では、部品の正確な形や接合方法なども表現することができるため、工業製品の製図に広く使用されています。</p>	<p>第三角法による正投影図で、ワークシートに立体を書く</p> <p>カメラ、自動車、住宅の設計図を見て、工業製品が第三角法による正投影図で書かれていることがわかる。</p>	
ま と め	<div style="border: 3px double black; padding: 10px; margin: 10px;"> <p>第三角法による正投影図で立体を書くためには、書く画面と正面の方向から見た形をそのまま書き写していくとよい。またこの図法は工業製品の製図に広く利用されている。</p> </div> <p>次時の予告</p> <p>「次回の授業では、キャビネット図、等角図、第三角法による正投影図で書かれた図を、違う図法で書き表わす方法を学びます。」</p>		<p>○本時のまとめ ができたか。 (ワークシート)</p>

【学習課題】

第三角法による正投影図で立体をかいてみよう

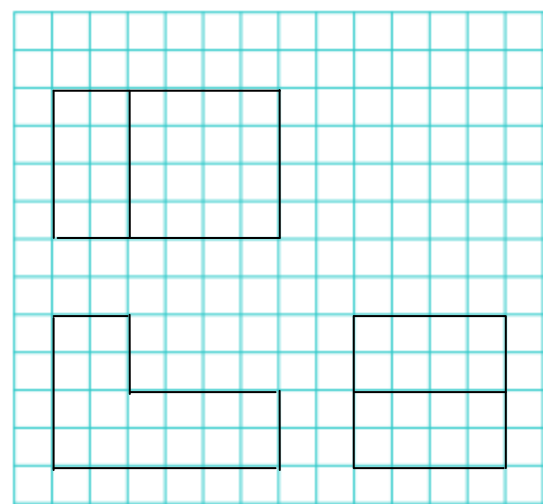
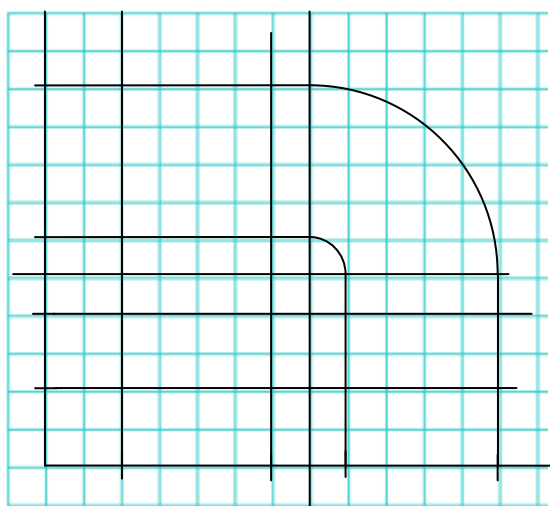
年 組 番 氏名

1. 第三角法による正投影図のかき方を覚えよう。



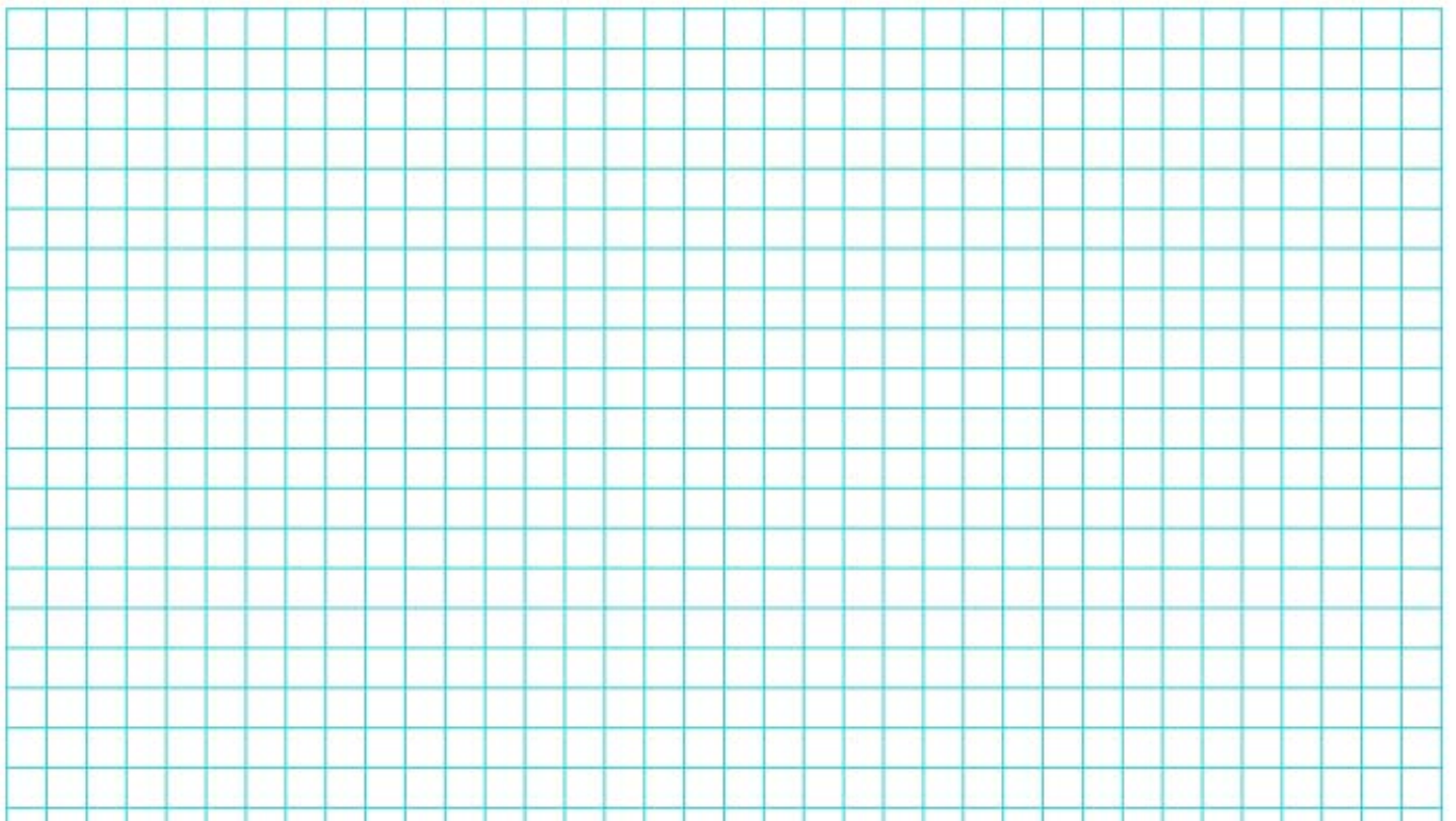
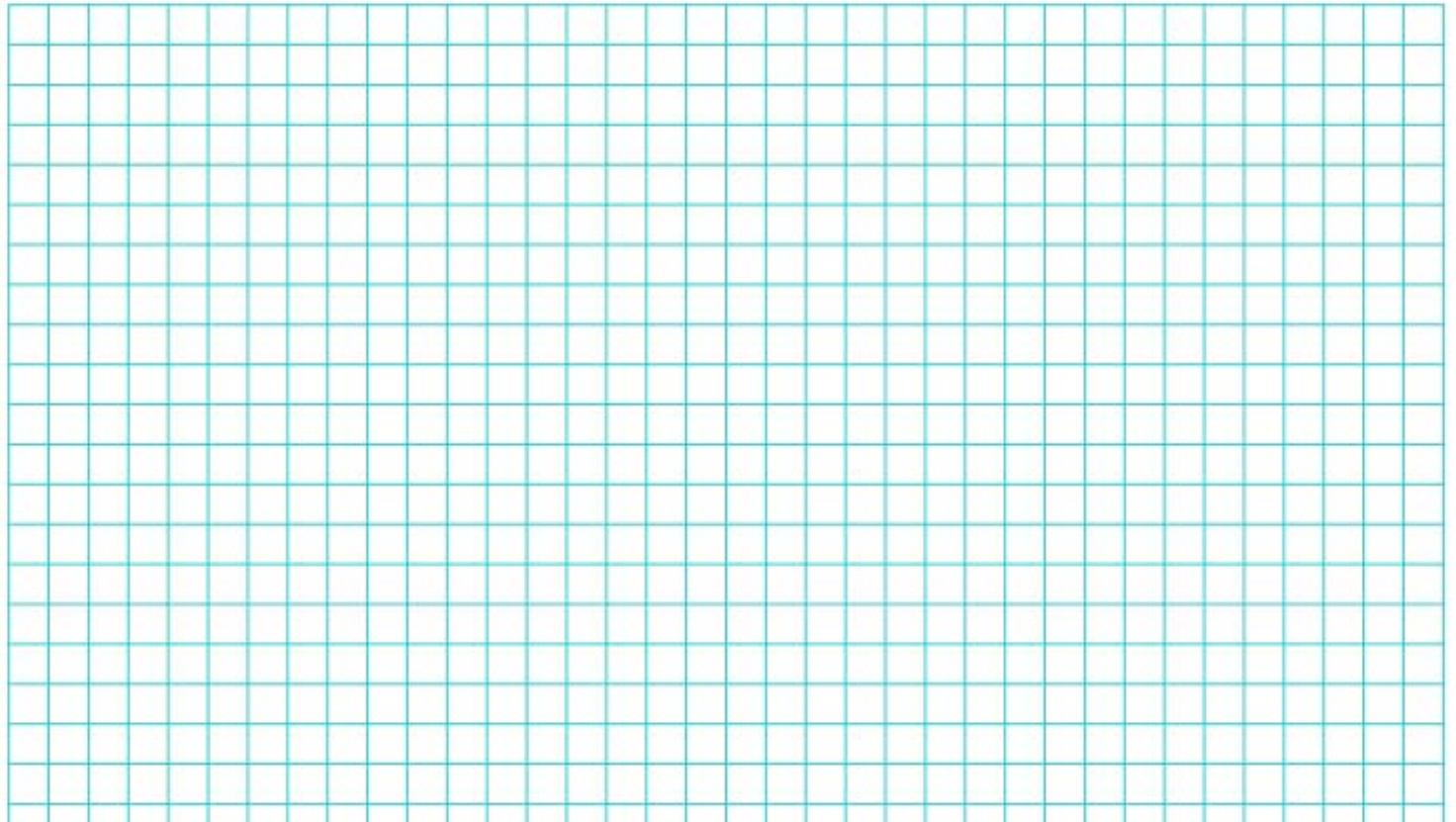
立体の特徴を最もよく表す面を正面とする。
基準となる水平線と垂直線を引く。
必要な寸法をとり、目印を付ける。

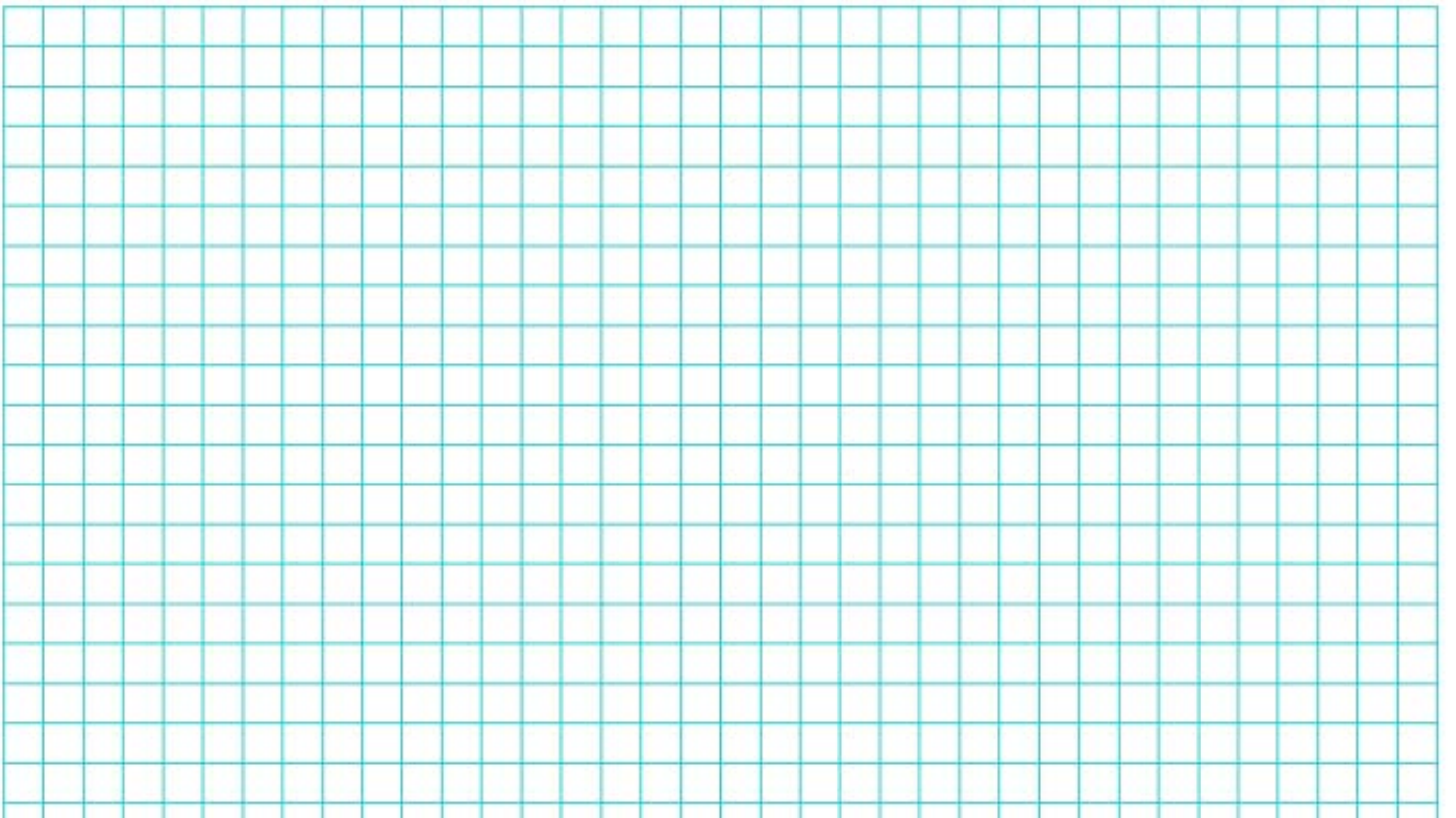
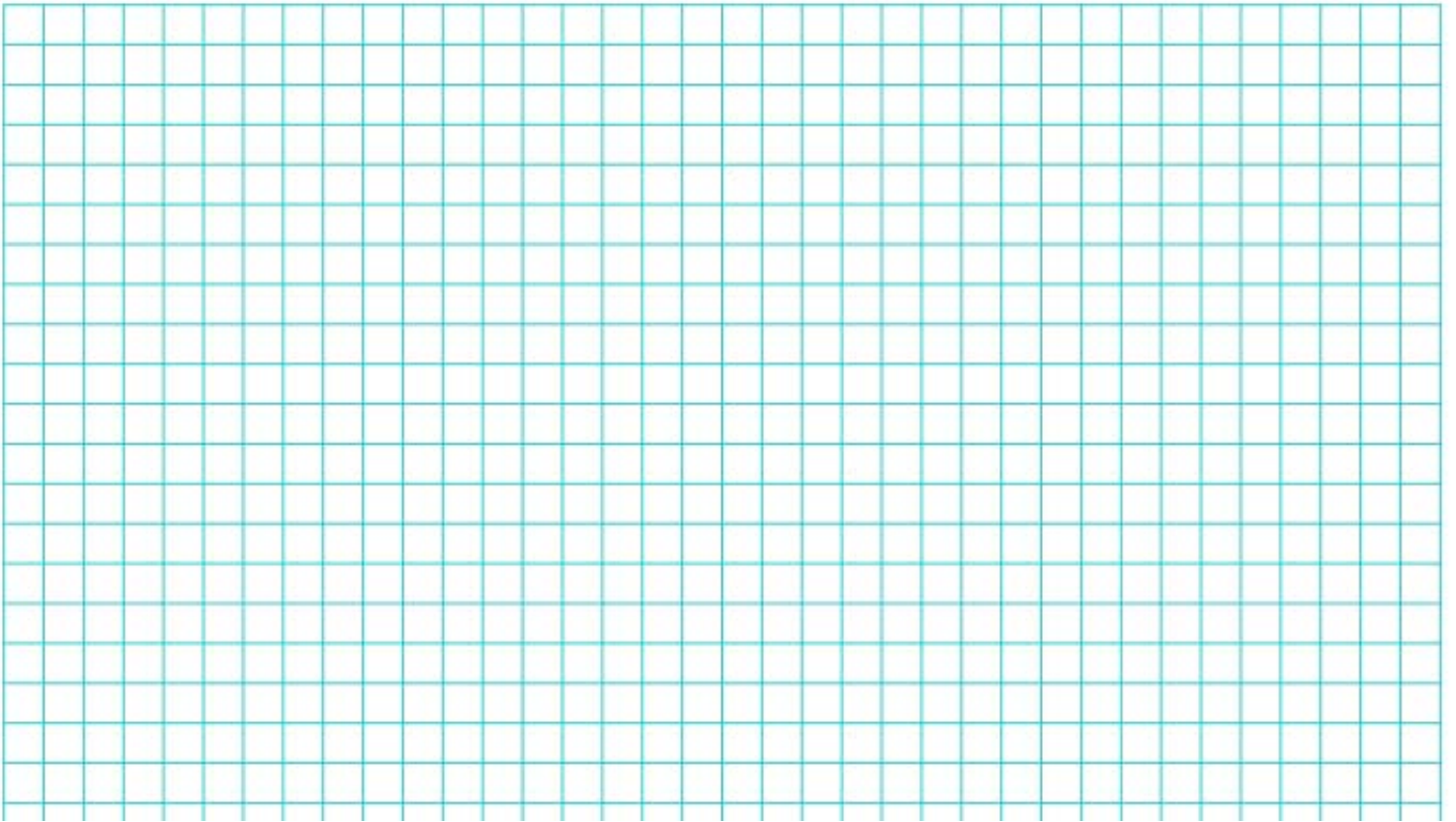
正面図と右側面図の高さの線を目印より引く。
正面図と右側面図の垂直線を目印より引く。



不要な下書きの線を消し、太い線で仕上げる。

2. 与えられた立体をキャビネット図で書きなさい。





授業アンケート

①第三角法による正投影図を書くとき、どの面が正面図、平面図、右側面図になるかわかりましたか？

わかった 4 3 2 1 わからなかった

②正面図、平面図、右側面図をそのままの形で書くことができましたか？

できた 4 3 2 1 できなかった

③正面図、平面図、右側面図を書くとき、それぞれの形のバランスはとれましたか？

とれた 4 3 2 1 とれなかった

④第三角法による正投影図で書かれた図が、工業製品を製作する時に使われていることがわかりましたか？

わかった 4 3 2 1 わからなかった

⑤授業の感想

授業評価アンケート

☐大変楽しく、大変よくわかった

☐楽しく、よくわかった

☐楽しいけど、よくわからなかった

☐楽しくないけど、よくわかった

☐楽しくなくて、よくわからない

- (1) 題材名 キャビネット図、等角図、第三角法による正投影図の変換
- (2) 本時の目標 ・キャビネット図で書かれた立体を、等角図、第三角法による正投影図で書くことができる。
 ・等角図で書かれた立体を、キャビネット図、第三角法による正投影図で書くことができる。
- (3) 本時の展開

段階	教師の働きかけ	予想される生徒の反応・活動	留意点・評価の場面と方法
導入	<p>説明</p> <p>「前回までの授業では、キャビネット図、等角図、第三角法による正投影図の書き方を学びました。今日は書かれた立体を違う図法で書く方法を学びます。」</p> <div> <p>学習課題 ・キャビネット図で書かれた立体を、等角図、第三角法による正投影図で書くことができるようになるろう。 ・等角図で書かれた立体を、キャビネット図、第三角法による正投影図で書くことができるようになるろう。</p> </div>		
展開	<p>発問</p> <p>「キャビネット図で書かれた立体を、等角図、第三角法による正投影図に書きなおします。」</p> <p>説明</p> <p>「キャビネット図で書かれた立体の各辺の長さをはかります。」</p> <p>説明</p> <p>「その長さをもとに等角図の書き方にしたがって図を書きます。」</p> <p>説明</p> <p>「第三角法による正投影図で書くときは、特徴的な面を正面として、正面図、右側面図、平面図を書き方にしたがって書きます。」</p>	<p>与えられた立体の長さを測る。</p> <p>キャビネット図で書かれた立体を、水平線を 30° 傾け、縦・横・高さの比率を同じにして等角図で書く。</p> <p>キャビネット図で書かれた立体を、第三角法による正投影図の図法により立体を書く。</p>	<p>◇うまく図を書けない生徒には、個別支援を行う。</p>

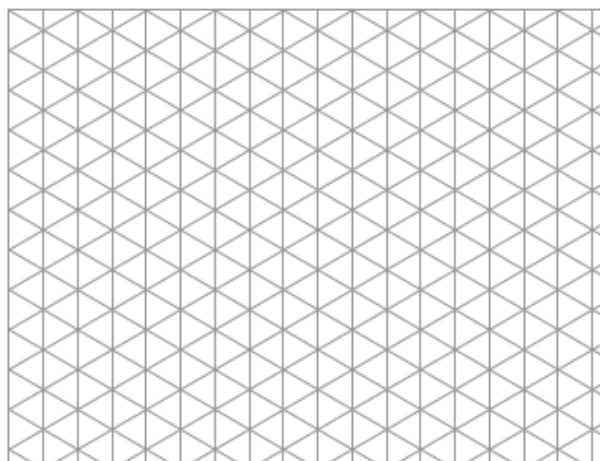
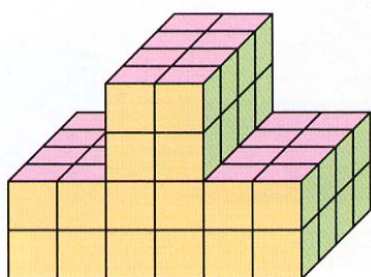
	<p>発問</p> <p>「等角図で書かれた立体を、キャビネット図、第三角法による正投影図で書きます。」</p> <p>説明</p> <p>「等角図で書かれた立体の各辺の長さを測ります。」</p> <p>「その長さをもとにしてキャビネット図の書き方にしたがって図を書きます。」</p> <p>説明</p> <p>「第三角法による正投影図で書くときは、特徴的な面を正面として、正面図、右側面図、平面図を書き方にしたがって書きます。」</p> <p>指示</p> <p>「それではプリントにあるキャビネット図、等角図で書かれた立体を、違う図法で書いてください。」</p>	<p>与えられた立体の長さを測る。</p> <p>等角図で書かれた立体を、奥行き 45°、長さを $1/2$ にしてキャビネット図で書く。</p> <p>等角図で書かれた立体を、第三角法による正投影図の図法により立体を書く。</p> <p>練習問題に取り組む。</p>	
まとめ	<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>立体を他の図方で書くときは、立体を見る方向を注意しながら、それぞれの立体の書き方の約束にしたがって書いていくとよい。</p> </div> <p>次時の予告</p> <p>「次回の授業では、第三角法による正投影図で書かれた図を、違う図法で書き表わす方法を学びます。」</p>		<p>◇うまく図を書けない生徒には、個別支援を行う。</p> <p>○それぞれの図法に変換して、図を書くことができたか。（観察・ワークシート）</p> <p>○本時のまとめができたか。（ワークシート）</p>

【学習課題】

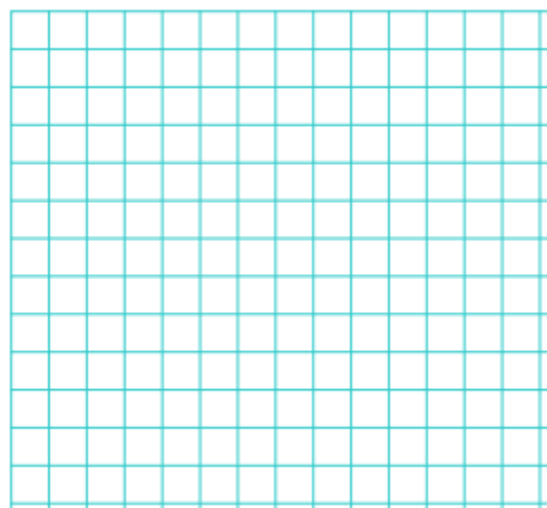
- ・キャビネット図で書かれた立体を、等角図、第三角法による正投影図で書くことができるようになる。
- ・等角図で書かれた立体を、キャビネット図、第三角法による正投影図で書くことができるようになる。

年 組 番 氏名

1. キャビネット図で書かれた立体を、等角図、第三角法による正投影図で書きましょう。

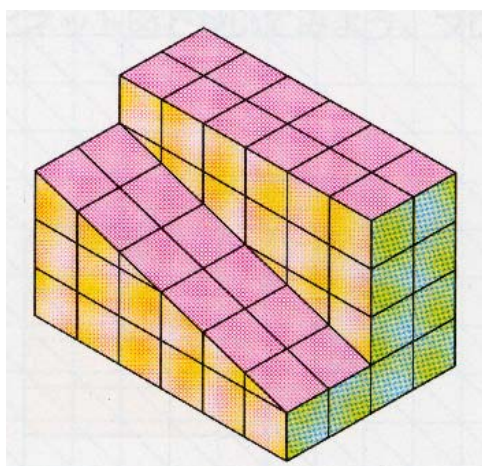


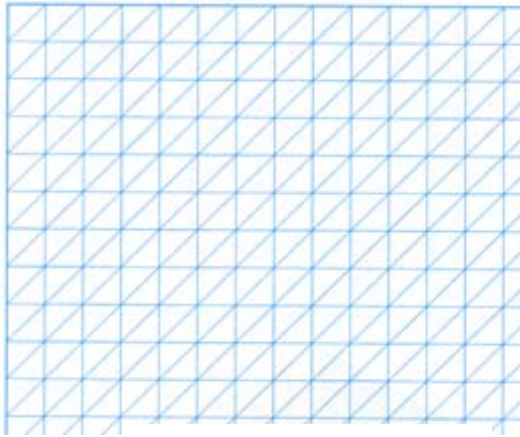
等角図



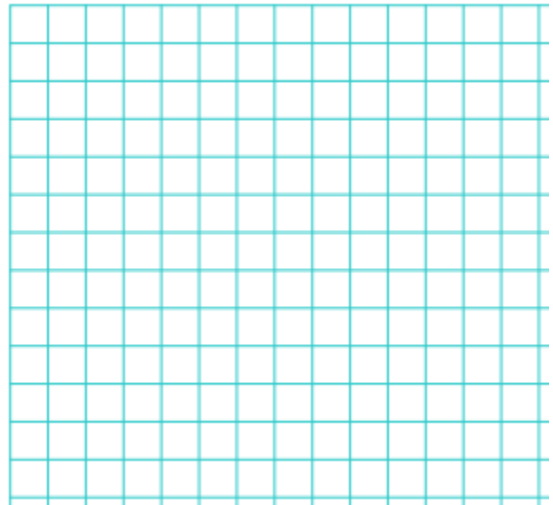
第三角法による正投影図

2. 等角図で書かれた立体を、等角図、第三角法による正投影図で書きましょう。



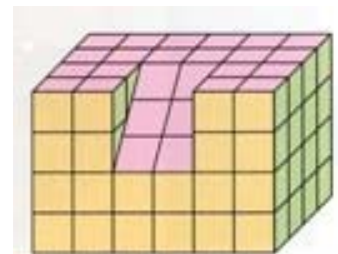
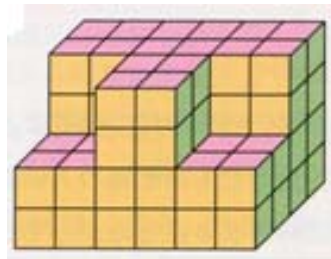
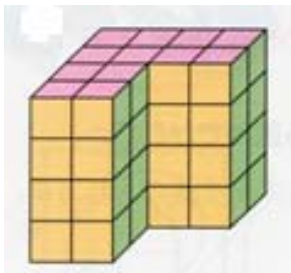
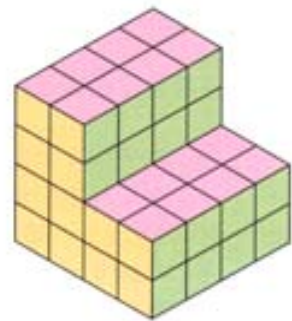
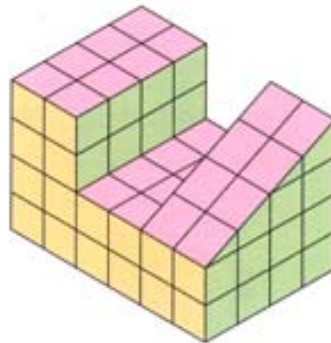
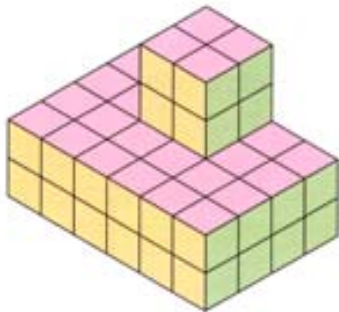


キャビネット図

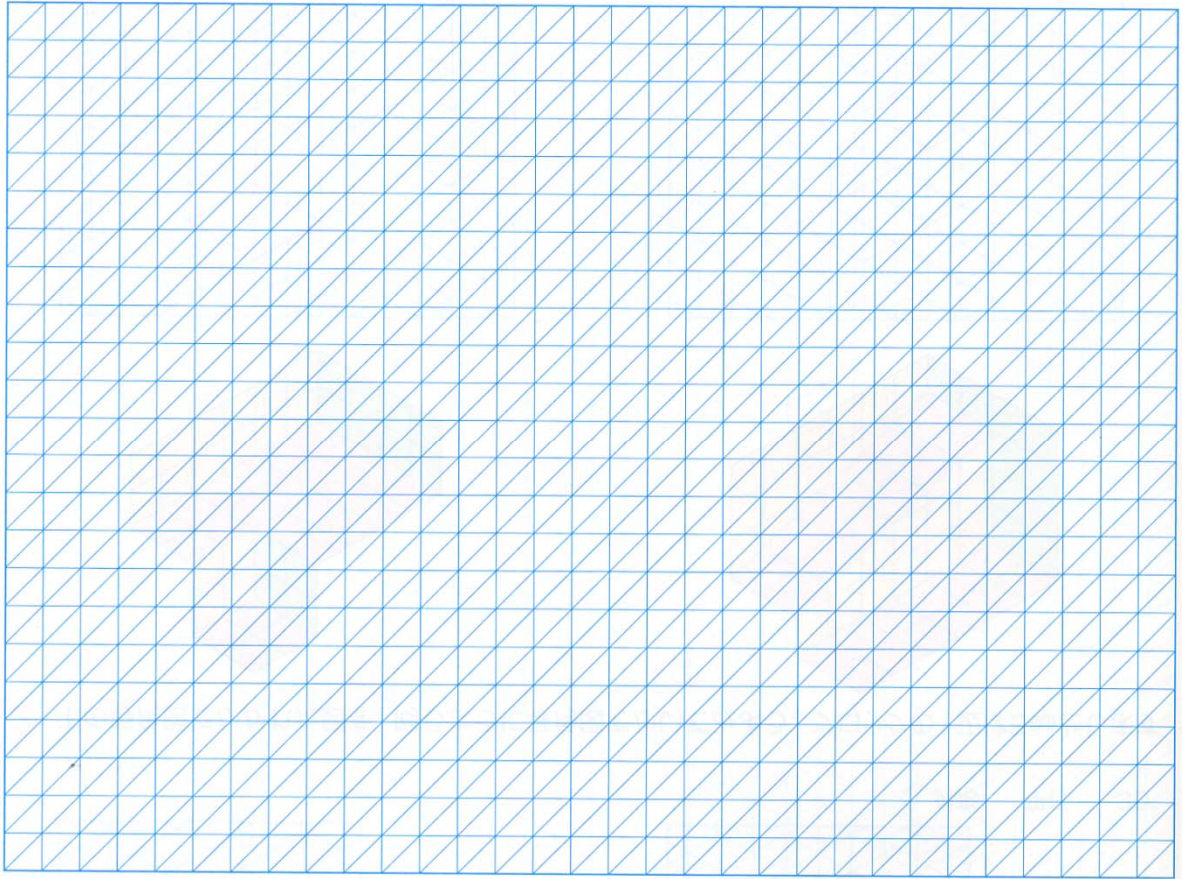


第三角法による正投影図

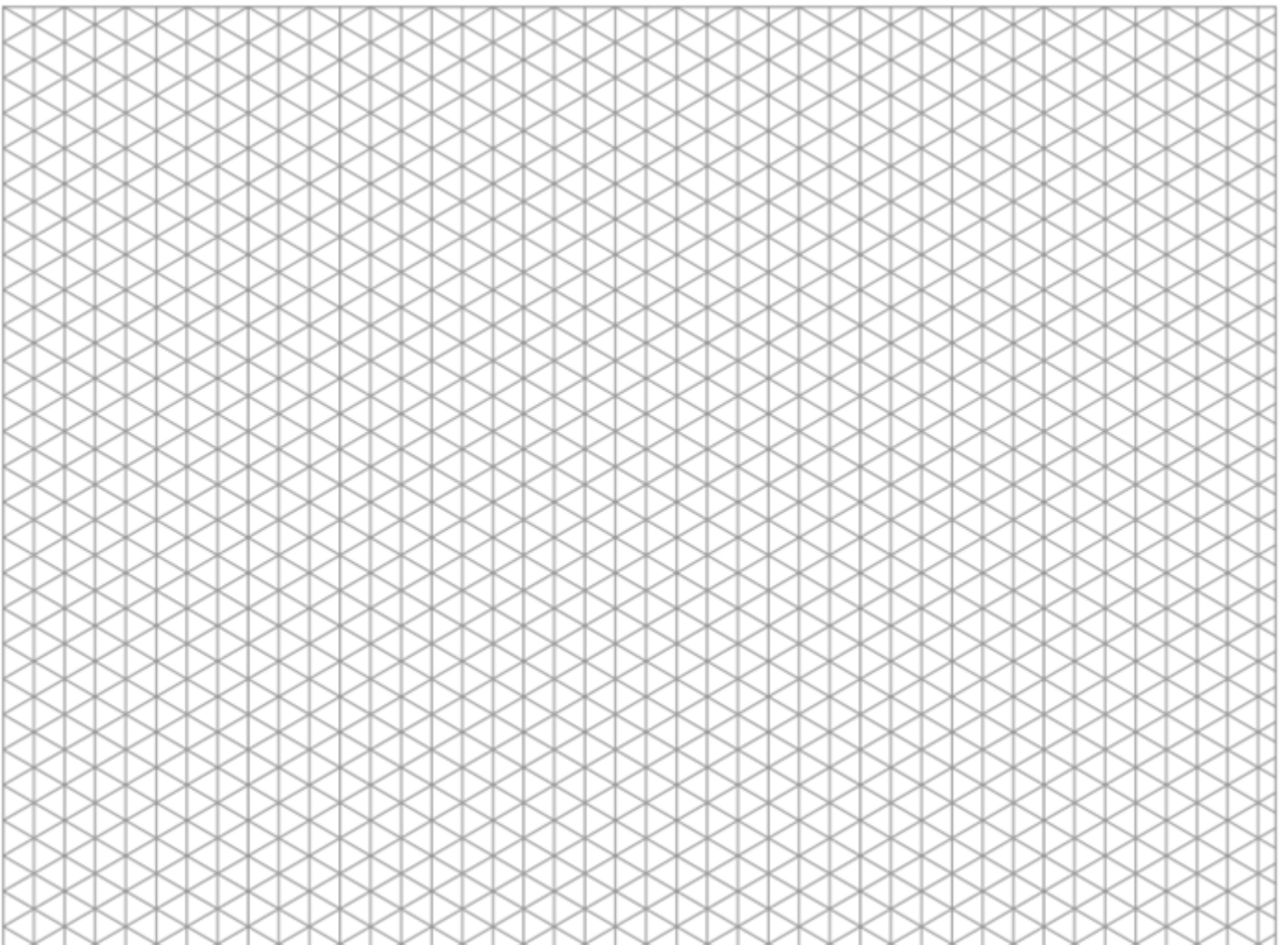
2. 以下の立体をキャビネット図であれが等角図と第三角法による正投影図に、等角図であればキャビネット図と第三角法による正投影図に書きなおしなさい。



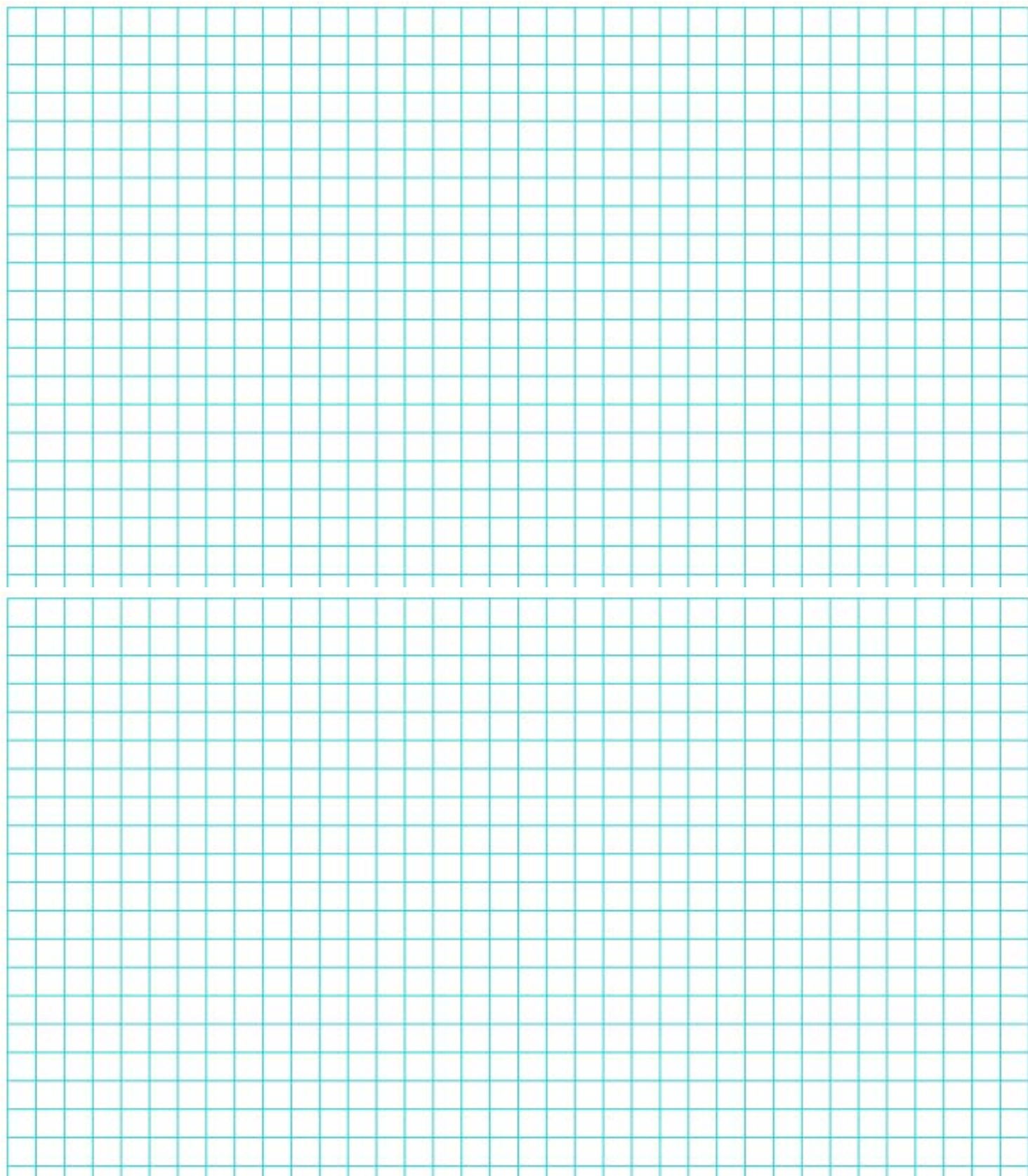
キャビネット図



等角図



第三角法による正投影図



授業アンケート

①キャビネット図を等角図に書きなおすことができましたか？

できた 4 3 2 1 できなかった

②キャビネット図を第三角法による正投影図に書きなおすことができましたか？

できた 4 3 2 1 できなかった

③等角図をキャビネット図に書きなおすことができましたか？

できた 4 3 2 1 できなかった

④等角図を第三角法による正投影図に書きなおすことができましたか？

わかった 4 3 2 1 わからなかった

⑤授業の感想

--

授業評価アンケート

☐大変楽しく、大変よくわかった

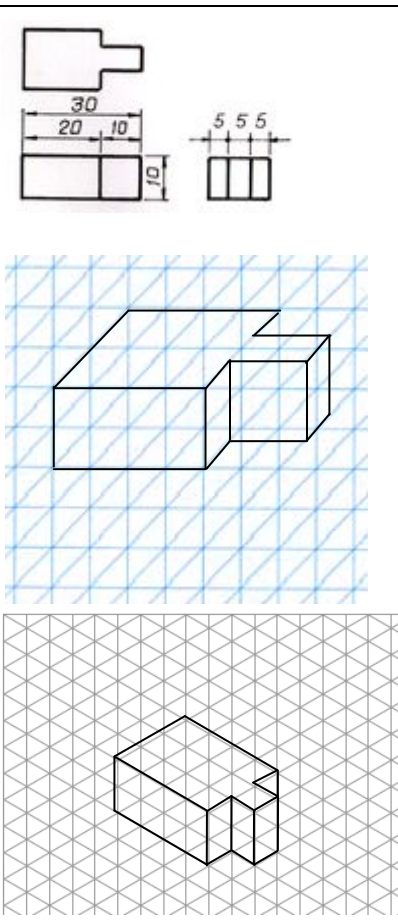
☐楽しく、よくわかった

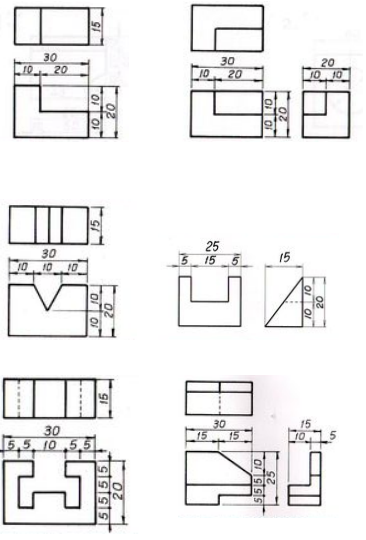
☐楽しいけど、よくわからなかった

☐楽しくないけど、よくわかった

☐楽しくなくて、よくわからない

- (1) 題材名 キャビネット図、等角図、第三角法による正投影図の変換
- (2) 本時の目標 ・第三角法による正投影図で書かれた立体を、キャビネット図、等角図で書くことができる。
- (3) 本時の展開

段階	教師の働きかけ	予想される生徒の反応・活動	留意点・評価の場面と方法
導入	<div>説明</div> <p>「前回の授業では、キャビネット図を等角図と第三角法による正投影図に、等角図をキャビネット図と第三角法による正投影図に変換して図を書きました。」</p> <div> <div>学習課題</div> <p>・第三角法による正投影図で書かれた立体を、キャビネット図と等角図でかくことができるようになるろう。</p> </div>		
展開	<div>説明</div> <p>「まず第三角法による正投影図の3つの面に注目します。正面から見た形、上から見た形、右から見た形を頭の中で総合し、キャビネット図、等角図を書きます。」</p> <p>「例題をキャビネット図にします。まずは平面図に着目します。」</p> <p>「場合によっては、正確な図を書く前に、フリーハンドで試しの図を書くことも大切です。」</p>		

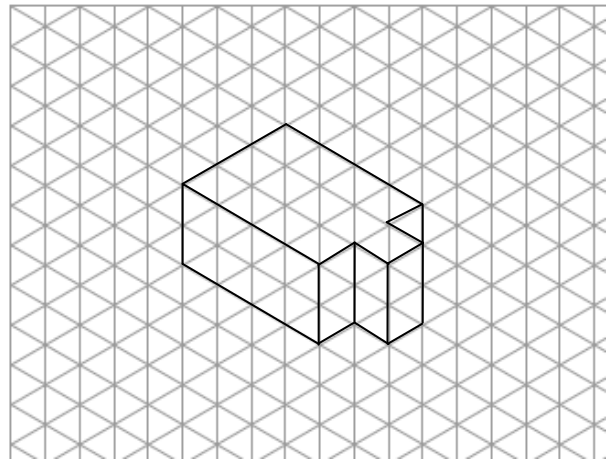
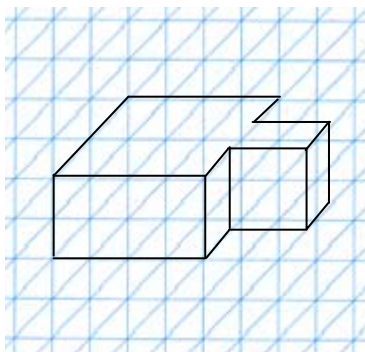
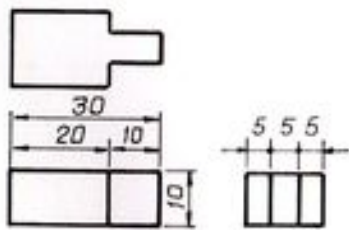
	<p>指示</p> <p>「それではプリントにあるキャビネット図、等角図で書かれた立体を、違う図法で書いてください。」</p>	<p>練習問題に取り組む。</p> 	
<p>まとめ</p>		<div style="border: 2px solid black; padding: 10px; margin: 10px;"> <p>第三角法による正投影図をキャビネット図・等角図で書くときは、正面図、平面図、右側面図の形を総合的に分析し、それぞれの立体の書き方の約束にしたがって書いていくとよい。</p> </div>	

〔学習課題〕

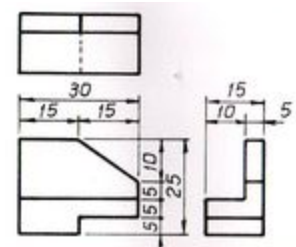
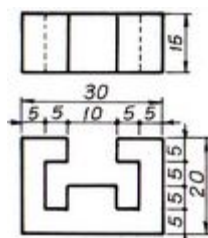
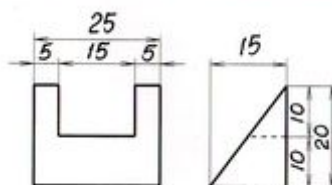
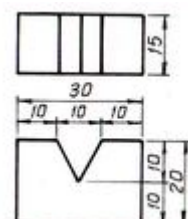
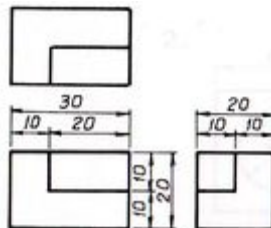
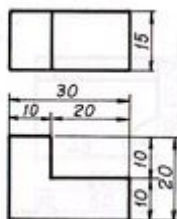
・第三角法による正投影図で書かれた図を、キャビネット図、等角図に書きなおすことができるようになろう。

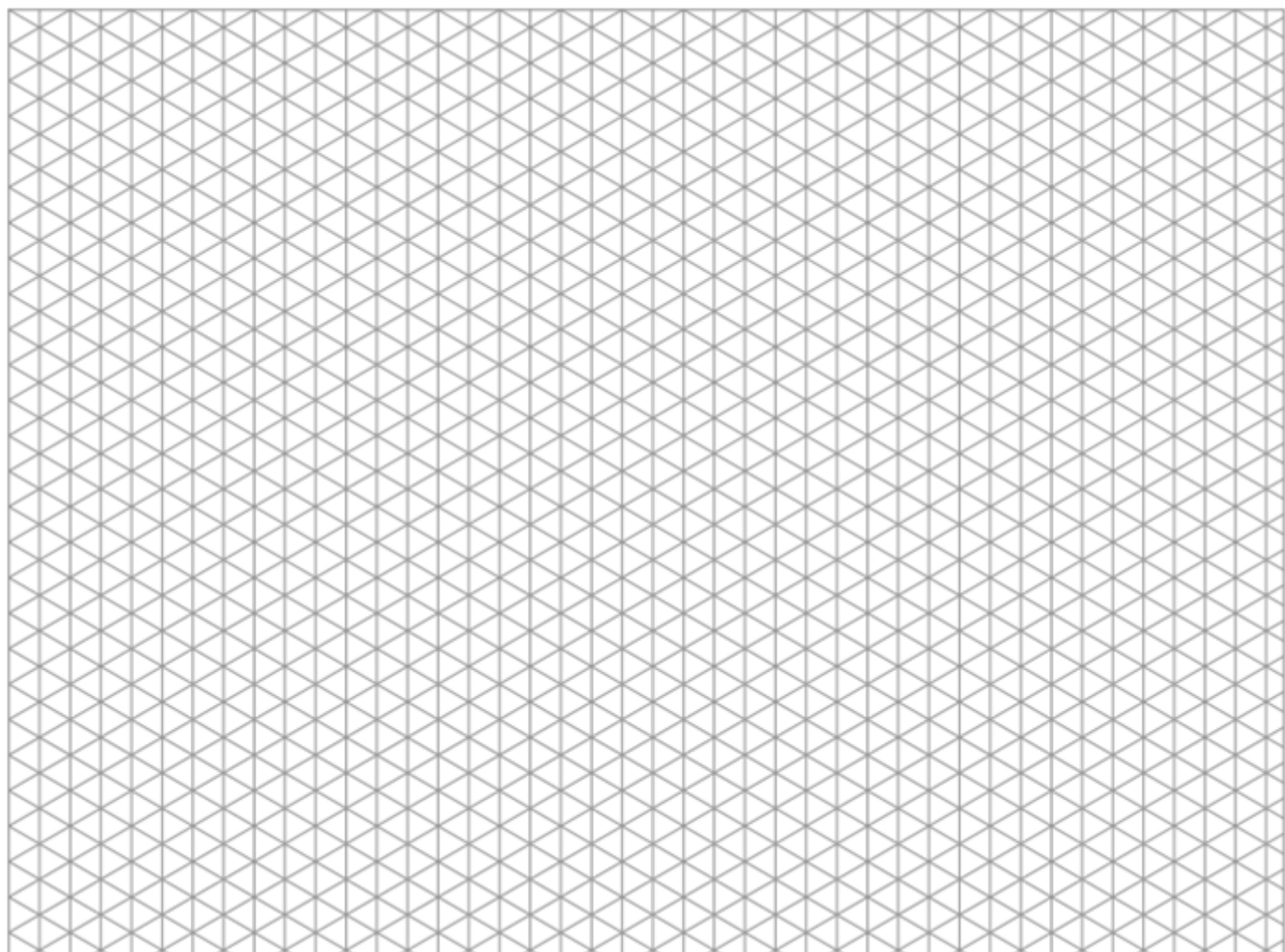
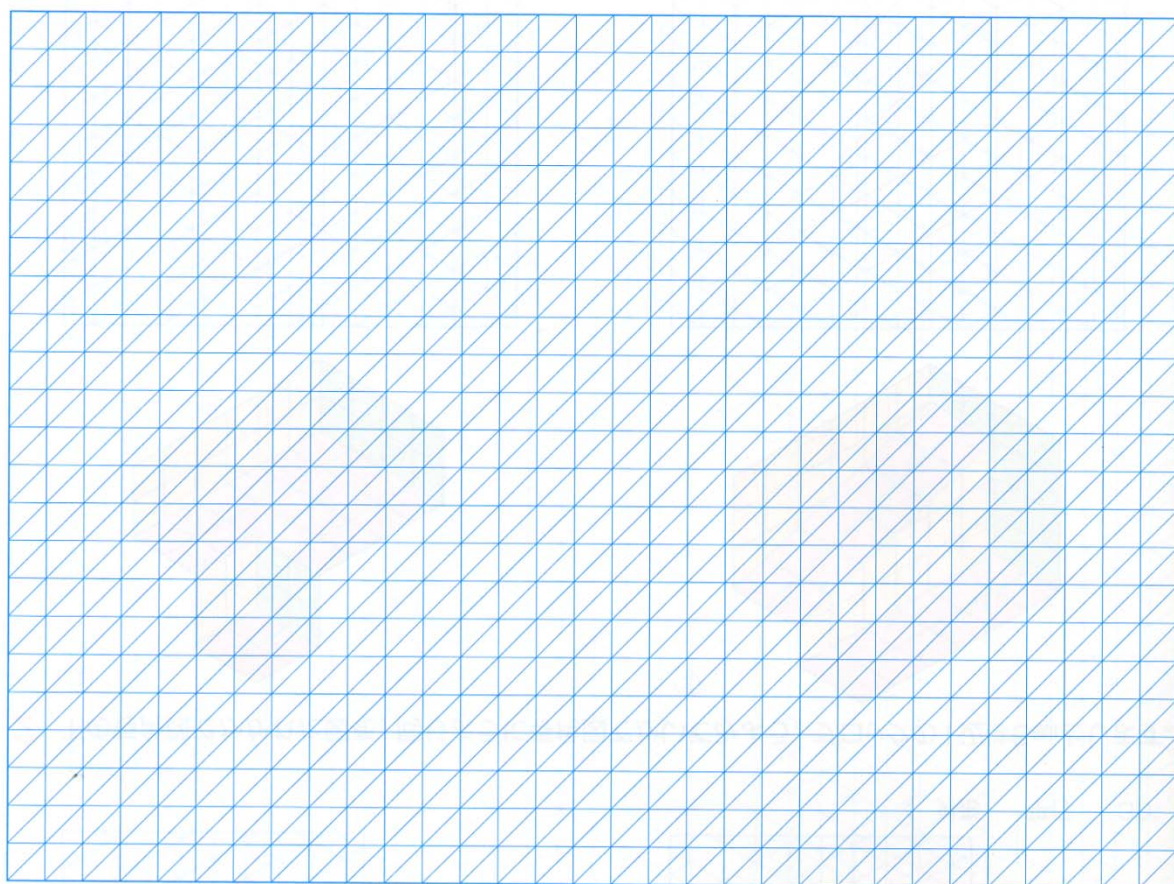
年 組 番 氏名

1. 第三角法による正投影図で書かれた立体を、キャビネット図、等角図で書きましょう。

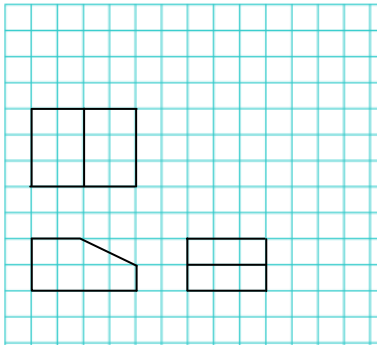
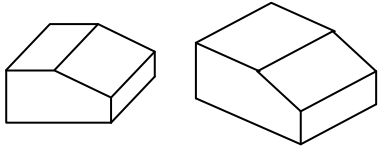


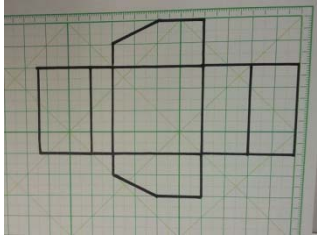
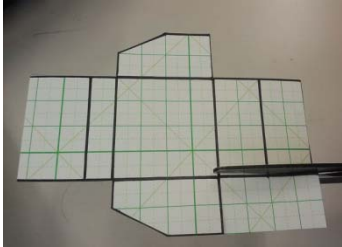
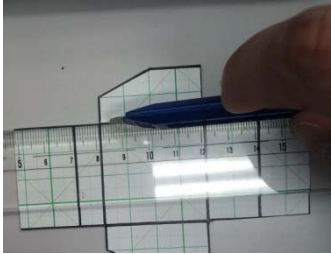
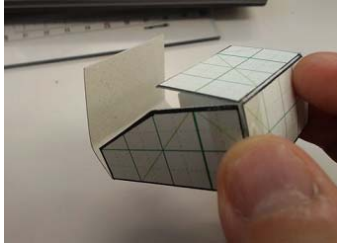
2. 次の第三角法による正投影図で書かれた立体を、キャビネット図、等角図で書きましょう。(平面図、右側面図を省略している図がある)





- (1) 題材名 第三角法による正投影図を利用して、立体模型を製作しよう
- (2) 本時の目標 第三角法による正投影図を読み取り、立体の形をイメージし工作用紙を利用して立体模型を作ることができる。
- (3) 本時の展開

段階	教師の働きかけ	予想される生徒の反応・活動	・留意点 ○評価 の場面と方法 ◇支援
導入	<p>説明</p> <p>「前回の授業までは、キャビネット図、等角図、第三角法による正投影図の変換を学びました。今日の授業では第三角法による正投影図を読み取り、立体模型を製作します。」</p> <p>学習課題 第三角法による正投影図で書かれた形を読み取り、工作用紙を利用して立体模型を作成しよう。</p>		
展開	<p>説明</p> <p>下図の例題を提示する。</p>  <p>「第三角法による正投影図で書かれた立体を、自分で分かりやすい図に書きなおします。」</p> <p>「自分で分かりやすいように書いた図の展開図を、工作用紙に書きま</p>	<p>下図のような形をフリーハンドで書く。</p>  <p>下図のような展開図を書く。</p>	

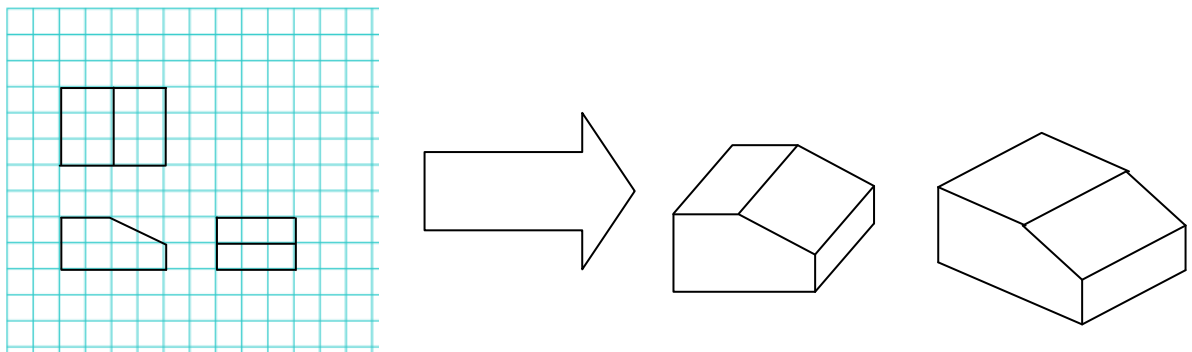
	<p>す。」</p> <p>「書き方はたくさんありますが、できるだけ、工作用紙を無駄にしないように書きましょう。」</p> <p>「斜めの部分は、定規で長さを測って書くようにしましょう。」</p> <p>「はさみを使って展開図を切りぬきます。」</p> <p>「折り曲げるところは、カッターと定規を使って少しだけ切ります。」</p> <p>「ふれ合う辺を正確な長さに切ったセロテープで固定して立体を完成させます。」</p> <p>発問</p> <p>「第三角法による正投影図を正確に読み取り、立体作品を完成させて下さい。」</p>	 <p>手順に従い、第三角法による正投影図で書かれた図をもとに、立体模型を製作する。</p>   	
ま と め	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>第三角法による正投影図で書かれた形を読み取り、工作用紙を利用して立体模型を作成するためには、図を分かりやすい形に書きなおし、展開図から立体を組み立てるとよい。</p> </div>		

【学習課題】

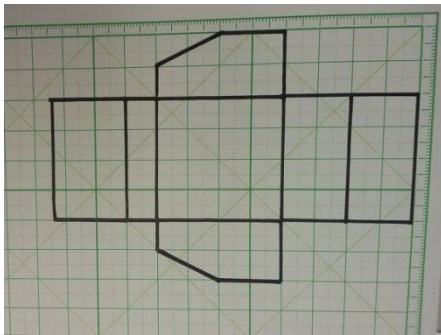
第三角法による正投影図で書かれた形を読み取り、工作用紙を利用して立体模型を作成しよう。

立体模型の作り方

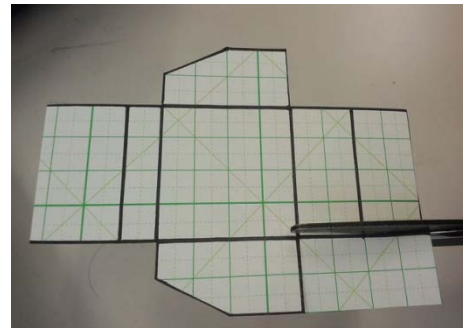
1. 第三角法による正投影図で書かれた立体を、自分で分かりやすい図に書きなおす。



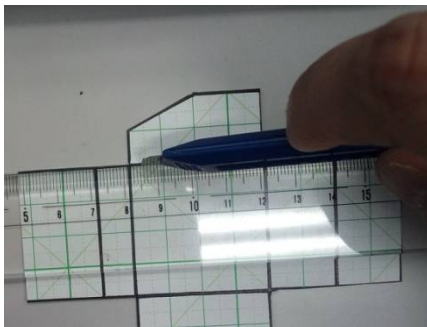
2. 展開図を、工作用紙に書く。



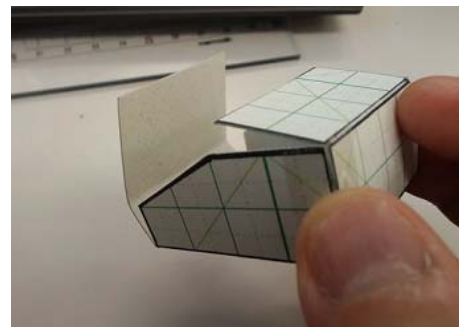
3. はさみで切り取る。



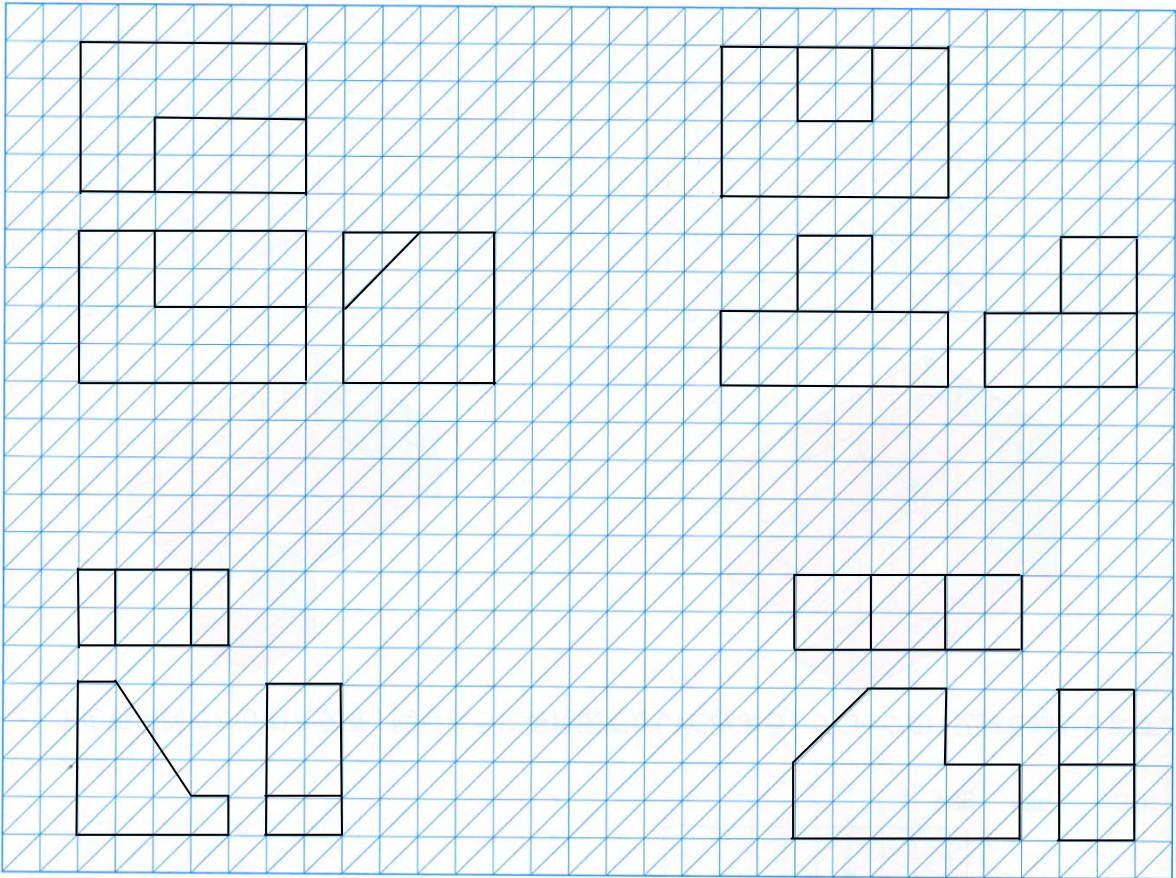
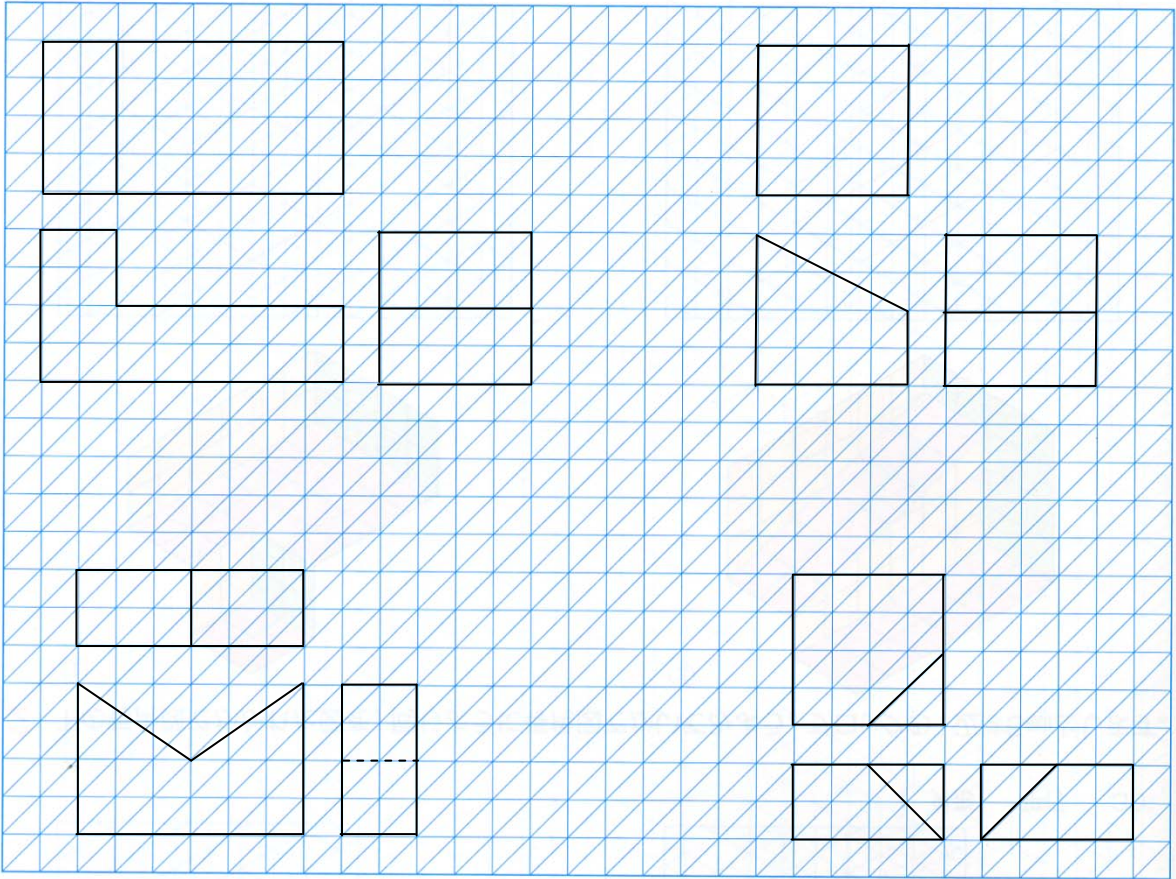
3. カッターで折り目をつける。



4. テープで辺を固定する。

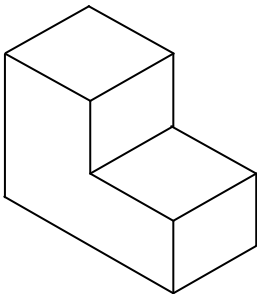


次の8つの第三角法による正投影図で書かれた図から一つ選び、工作用紙を利用して立体作品を完成させなさい。

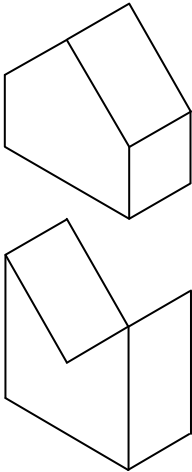


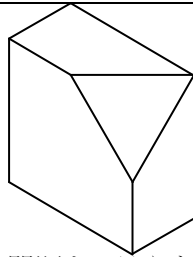
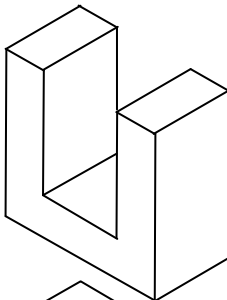
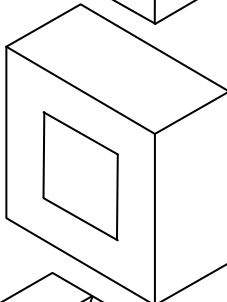
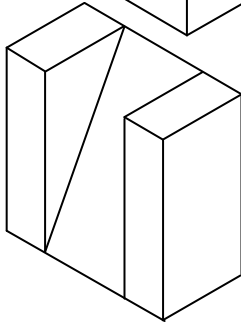
- (1) 題材名 CAD ソフト「立体グリグリ」を動かそう
- (2) 本時の目標 「立体グリグリ」を利用して、作図の基本操作がわかり、簡単な立体をコンピュータで書くことができる。
- (3) 本時の展開

段階	教師の働きかけ	予想される生徒の反応・活動	・留意点 ○評価 の場面と方法 ◇支援
導入	<div>説明</div> <p>「前回の授業までは、教室で手書きの製図について学びました。今日からはコンピュータを利用した製図について学びます。」</p> <div>学習課題 「立体グリグリ」を利用して、コンピュータで立体を書けるようになるろう。</div>		
展開	<div>説明</div> <p>立体グリグリからサンプルデータを開く。</p> <p>「立体グリグリでどんな作図ができるか確認をしてください。」</p> <div>説明・指示</div> <p>「立体グリグリの基本操作を覚えましょう。」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・下準備 ・入力方法 ・消去方法 <div>発問</div> <p>「立体グリグリを利用して、簡単な立体を作図していきましょう。」</p> <p>動画を利用して、図の書き方を説</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・サンプルデータを開き、立体グリグリで作成した図を見る。 ・サンプルデータを見ながら、データの開き方、画面の拡大・縮小、正面図・平面図・右側面図の見方、立体の向きの変え方を学ぶ。 ・作図モードにして、画面上のデータを消し、等角図を選択して、操作の難易度を書急にする。 ・操作パネルを使い、始点、終点を決めて線を引く。 ・消しゴムを利用して、線を消す。 ・X、Yのポインターを動かし、立体の背面側の線を書く。 ・立体の厚みの分だけZをクリ 	

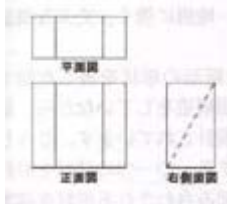
	<p>明する。</p>	<p>ックして手前に動かす。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・X、Y のポインターを動かし、正面側の線をかく。 ・書かれていなかった背面と、正面の間の線を Z 方向にポインターを動かしながら書く。 	
ま と め	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>「立体グリグリ」を利用してコンピュータで立体を書くためには、操作パネルの X、Y、Z を利用して線を引くとよい。線の修正には消しゴムを利用するとよい。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>次時の予告</p> <p>「次回の授業は、今日学んだ操作を利用して、等角図から立体を考え、立体グリグリで3次元作図をします。」</p> </div>		

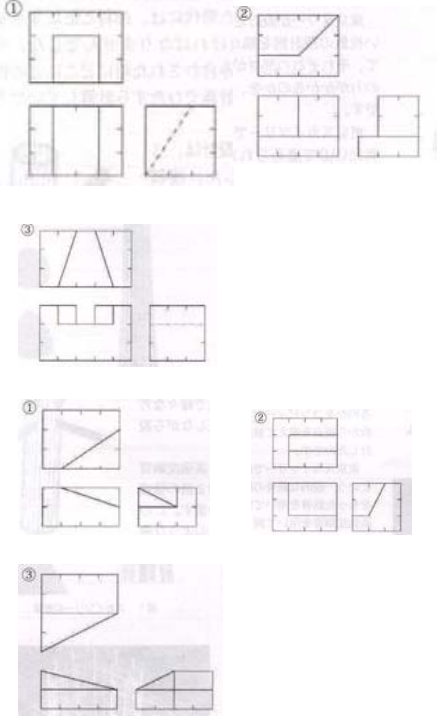
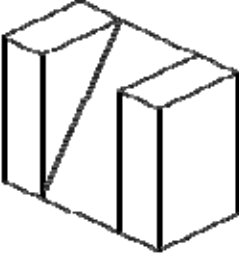
- (1) 題材名 等角図から立体を考えよう
- (2) 本時の目標 等角図から立体を考え、立体グリグリ上で3次元作図をすることができる。
- (3) 本時の展開

段階	教師の働きかけ	予想される生徒の反応・活動	・留意点 ○評価 の場面と方法 ◇支援
導入	<div>説明</div> <p>「前回の授業までは、立体グリグリの基本操作について学びました。今日の授業では、等角図から3次元作図をしていきます。」</p> <div>学習課題 等角図から立体を考え、立体グリグリ上で3次元作図できるようになろう。</div>		
展開	<div>復習</div> <p>「線を引くためには操作パネルのXYZを利用します。線を消すためには消しゴムを利用します。」</p> <div>発問</div> <p>「等角図では、上方向から見た面しか描かれていません。裏側の面はどうなっているのかを考えて立体グリグリで3次元作図してください。」</p>	<p>以下の問題を斜め線の入力に気をつけて作図する。</p> 	<p>◇うまく図を書けない生徒には、個別支援を行う。</p> <p>○等角図を書くことができたか。 (観察・保存データ)</p>

		 <p>以下の問題を、見えない面を考えながら作図する。</p>   	<p>・影になって見えない面の形を注意させる。</p>
ま と め	<div><p>等角図から立体を考え、立体グリグリで3次元作図するためには、基本操作を確実にやり、裏側の面がどうなっているのかを考えながら作図を行うとよい。</p></div>		

- (1) 題材名 第三角法による正投影図から立体を考えよう
- (2) 本時の目標 第三角法による正投影図で書かれた立体が、どんな形なのかを自分の頭の中で考え、立体グリグリで等角図に表すことができる。
- (3) 本時の展開

段階	教師の働きかけ	予想される生徒の反応・活動	・留意点 ○評価 の場面と方法 ◇支援
導入	<p>説明</p> <p>「前回の授業までは、立体グリグリを使って、等角図の3次元作図を行いました。」</p> <p>学習課題 第三角法による正投影図で書かれた立体を、立体グリグリを使って等角図にしてみよう。</p>		
展開	<p>復習</p> <p>「第三角法による正投影図では、正面図、平面図、右側面図の三面で立体が描かれます。」</p> <p>発問</p> <p>「第三角法による正投影図で書かれた立体を、立体グリグリを使って等角図で3次元作図できるようになるう。」</p> <p>説明</p> <p>例題を立体グリグリを使って等角図で書き表わします。</p>	<p>例題</p> <p>正面図、平面図、右側面図から、総合的に立体を考え、立体グリグリで等角図で書く。必要であれば一度立体を手書きで書いてから、コンピュータで立体を書く。</p> 	<p>◇うまく図を書けない生徒には、個別支援を行う。</p> <p>○等角図を書くことができたか。 (観察・保存データ)</p>

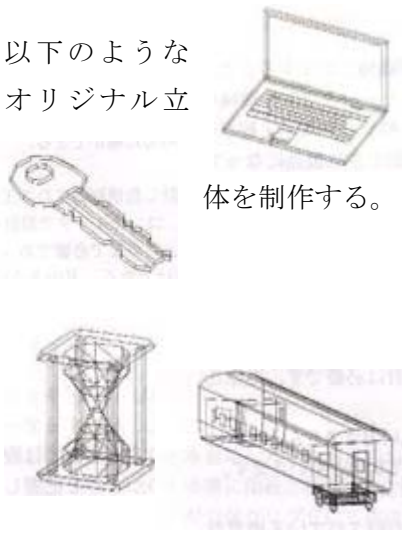
	<p>「作図が終わったら、三角法への変換ボタンを押すと回答が表示されます。」</p> <p>指示</p> <p>「それでは練習問題に取り組んでください。」</p> 	 <ol style="list-style-type: none"> ① 例題を参考にして立体を書く。 ② 高い部分、低い部分に注目して立体を書く。 ③ 上部の前方が広く、後方が狭まっていることに注意して立体を書く。 <ol style="list-style-type: none"> ① 三角の部分がへこんでいることに注目して立体を書く。 ② 前方がへこんでいることに注目して立体を書く。 ③ 不要な線に注目して、立体を書く。 	
ま と め	<p>第三角法による正投影図で書かれた立体を、立体グリグリで等角図に表すためには、正面図、平面図、右側面図の形を総合的に分析して、立体を書くときよい。</p> <p>次時の予告</p> <p>「次回の授業は、これまで学んだことを利用して、オリジナル立体作成のための構想を考えます。」</p>		

- (1) 題材名 CAD ソフト「立体グリグリ」を使ったオリジナル立体の構想を立てよう。
- (2) 本時の目標 立体グリグリに保存されているオリジナル立体の中から、優れたアイデア、目標となる立体を見つけ出し、それらをもとに、自分が作成するオリジナル立体の構想を立てることができる。
- (3) 本時の展開

段階	教師の働きかけ	予想される生徒の反応・活動	・留意点 ○評価 の場面と方法 ◇支援
導入	<div>説明</div> <p>「前回までの授業では、立体グリグリでの製図の基本を学びました。これからは、現実の世界にある物体を立体グリグリで表します。」</p> <div>学習課題 立体グリグリのデータの中から、優れたアイデア、目標となる立体を見つけ出し、それらをもとに、自分が作成するオリジナル立体の構想をしよう。</div>		
展開	<div>指示</div> <p>「保存されているデータを見て、目標となる作品を見つけ、その作品の優れたアイデアを見つけましょう。」</p> <div>発問</div> <p>「自分が制作するオリジナル立体の構想を立てましょう。」</p> <div>指示</div> <p>「自分で制作するのは何の立体ですか。」 「参考資料はどうやって見つけたか。」</p>	<p>・〇〇〇さんのレーザープリンタの作品が、本物にそっくりですごい。</p> <p>・〇〇〇さんの携帯電話の作品が、とても細かく正確につくられていてすごい。</p> <p>・飛行機 ・エコバック ・住宅 ・ノートパソコン ・自分で持っているエコバックを参考にした。 ・インターネットで画像検索した。 ・〇〇〇さんの作品を参考にし</p>	<p>◇アイデアを見つけられない生徒には、なぜその作品が良いと思ったかを考えさせる。</p> <p>○参考資料をもとに自分が制作する立体を決め、イメージ図を書くことができたか。(観察・ワークシート)</p>

	「イメージ図を書いてください。」	た。 ・手書きで作品の構想図を書く。	
ま と め	<div>立体グリグリに保存された作品を見て、優れたアイデアや目標となる作品を見つけ、自分が制作するオリジナル立体の構想を立てることができる。</div>		
	<div>次時の予告</div> <p>「次回の授業では、実際にオリジナル立体を作成していきます。」</p>		

- (1) 題材名 CAD ソフト「立体グリグリ」を使ってオリジナル立体を制作しよう。
- (2) 本時の目標 自分が構想したオリジナル立体を、立体グリグリで表現することができる。
- (3) 本時の展開

段階	教師の働きかけ	予想される生徒の反応・活動	・留意点 ○評価 の場面と方法 ◇支援
導入	<div>説明</div> <p>「前回では、オリジナル作品の構想をたてました。」</p> <div> <p>学習課題 自分が構想したイメージ図をもとに、立体グリグリ 繰りでオリジナル立体を制作しよう。</p> </div>		
展開	<div>指示</div> <p>「授業が終わるときにオリジナル立体のどの部分の作業をどのように行い、どのような課題が残ったのか、記録をつけてもらいます。」</p> <div>発問</div> <p>「それでは今まで学んだことを生かして、オリジナル作品を制作してください。」</p>	<p>以下のようなオリジナル立体を制作する。</p>  <p>・工夫点、うまくいかなかった点、図などをワークシートに記入する。</p>	<p>◇立体を書くことができない生徒には、イメージ図の一部を考えさせ、基準点をつくり、そこから線を引かせる。</p> <p>○立体グリグリで立体を制作できたか。(観察・保存データ)</p>

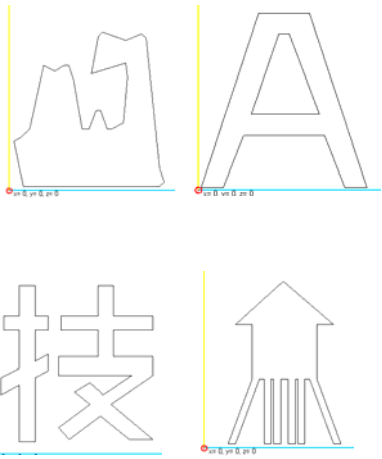
	「それではワークシートに今日の作業の記録を書いてください。」		
ま と め	<div style="border: 3px double black; padding: 10px; text-align: center;"> 自分が構想した立体を、立体グリグリでオリジナル作品として図を書くことができる。 </div>		

(1) 題材名 立体グリグリで、グリロボを動かそう。

(2) 本時の目標 立体グリグリで作成した図形をグリロボに転送し、スチロール板を加工する。

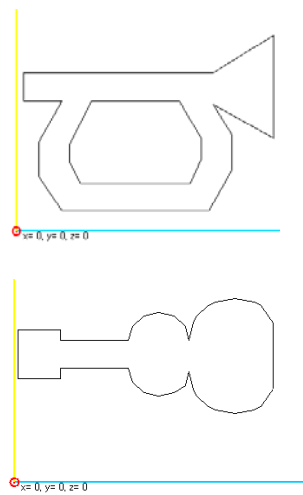
(3) 本時の展開

段階	教師の働きかけ	予想される生徒の反応・活動	・留意点 ○評価 の場面と方法 ◇支援
導入	<p>質問 立体グリグリの画面と加工したスチロール板を提示する。 「このスチロール板は、立体グリグリの図形からつくったものですが、どのように加工したと思いますか？」</p> <p>説明 「答えは立体グリグリで作成したデータをグリロボという機械に送って、自動的に加工したものです。」</p> <div> <p>学習課題 立体グリグリで加工したい形を制作し、グリロボで加工しよう。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・手で加工した。 ・カッターで加工した。 ・熱線で加工した。 	
展開	<p>説明 「グリロボで作成した作品の例です。物の形をかたどったものや、文字、数字、アルファベット、またはスチロール板を組み合わせた作品をつくることができます。」</p> <p>説明 「データを作成する準備をします。」 「操作の難易度をグリロボ 5mm か 1mm にします。」 「X 軸と Y 軸だけが見えるように設定します。」 「X 軸は 0～68mm、Y 軸は 0～78mm まで、Z 軸は使用しません。」</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・操作の難易度を設定する。 	

	<p>「ヒーターの間隔があるので、隣の線は 5mm 以上あけるようにしましょう。」</p> <p>発問</p> <p>「以上の注意点を守り、オリジナルの立体を制作してください。」</p> <p>説明</p> <p>「制作したデータを USB メモリに保存します。グリロボにつながれたパソコンに USB メモリをさし、データを開きます。スチロール板をグリロボにセットします。パソコンから操作を開始します。」</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ・立体グリグリで上の様な作品を制作する。 ・自分のデータを利用して、グリロボでスチロール板を加工する。 	
ま と め	<div style="border: 3px double black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>立体グリグリで加工したい形を制作し、グリロボにデータを送りスチロール板を簡単に加工することができる。</p> </div>		

- (1) 題材名 グリロボを利用して、オリジナルキーホルダーの型を作ろう。
- (2) 本時の目標 提示された課題に沿ったオリジナルキーホルダーのデータを立体グリグリで作成し、グリロボで加工することができる。
- (3) 本時の展開

段階	教師の働きかけ	予想される生徒の反応・活動	・留意点 ○評価 の場面と方法 ◇支援
導入	<p>質問</p> <p>グリロボで作成したスチロール板を型とした鋳造品（キーホルダー）を提示する。</p> <p>「キーホルダーはどのように作られたのでしょうか」</p> <p>説明</p> <p>「答えはグリロボで制作したスチロール材を型にして、溶かした金属を流し込んで作ります。」</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・手で加工した。 ・カッターで加工した。 ・熱線で加工した。 	
	<p>学習課題 立体グリグリでオリジナルキーホルダーの型をつくろう。</p>		
展開	<p>発問</p> <p>自分自身（もしくは友人、自分が住んでいる地域、実施クラスによって課題を変更）を表現するオリジナルキーホルダーの形を考え、グリロボでスチロール材を加工してください。</p> <p>復習</p> <p>「データを作成する準備をします。」</p> <p>「操作の難易度をグリロボ 5mm か 1mm にします。」</p> <p>「X 軸と Y 軸だけが見えるように設定します。」</p> <p>「X 軸は 0～68mm、Y 軸は 0～</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・立体グリグリの操作難易度、軸、の設定を行う。 ・自分自身（もしくは友人、自分が住んでいる地域）を表現するキーホルダーのデザインと 	

	<p>78mm まで、Z 軸は使用しません。」</p> <p>「ヒーターの間隔があるので、隣との線は 5mm 以上あけるようにしましょう。」</p> <p>「加工したスチロール板は、カッターを利用してテーパをつけてください。」</p>	<p>その形にした理由をワークシートに記入する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ワークシートに記入したデータをもとに、立体グリグリで立体を制作する。 ・自分のデータを利用して、グリロボでスチロール板を加工する。 ・カッターでスチロール板の側面にテーパをつける。 	
ま と め	<div style="border: 3px double black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>テーマに沿ったオリジナルキーホルダーのデザインと理由を書き、グリロボでスチロール材を加工することができる。</p> </div> <p>次時の予告</p> <p>「次回の授業では、スチロール材の型を使って、金属の鋳造を行います。」</p>		

- (1) 題材名 グリロボで制作した型に金属を流し込んで鋳造しよう。
- (2) 本時の目標 スチロール材の型を鋳砂で突き固め、型を抜き、溶融した金属を流し込み、固まった金属を研磨し、オリジナルキーホルダーを作ることができる。
- (3) 本時の展開

段階	教師の働きかけ	予想される生徒の反応・活動	・留意点 ○評価 の場面と方法 ◇支援
導入	<div>復習</div> <p>「前回の授業ではテーマにそったオリジナルキーホルダーを作るために、グリロボでスチロール材を加工しました。」</p> <div> <p>学習課題 グリロボの型に金属を流し込んで、オリジナルキーホルダーを完成させよう。</p> </div>		
展開	<div>説明・指示</div> <p>「スチロール材を取りやすいようにテーパの方向に注意して木型の中に置きます。」</p> <p>「湯口用のスチロール材をキーホルダー用の型に接触させて木型に置きます。」</p> <p>「鋳砂を型の中に入れ、できるだけ強く鋳砂をつき固めます。」</p> <p>「木型を反対にして、型を左右に微妙に動かしながら抜き取ります。湯口用の隙間を調整します。」</p>	<p>・グリロボで作成したスチロール材の型を木枠に置く。</p> <p>湯口用のスチロール材を木型に置く。</p> <p>鋳砂をはじめは二つのスチロール材が離れないように慎重に木型に入れ、その後強く付き固めながら木型に入れる。</p> <p>カッターやピンセットを利用して、鋳砂からスチロール材を取る。</p>	<p>テーパの向きを考え、上下を考えてスチロール材を木型に置く。</p> <p>固めた砂を壊さないように慎重に作業をする。</p>

	<p>「木型をうすい板でふたをして、輪ゴムで固定します。」</p> <p>「溶融した金属を流し込みます。」</p> <p>「しばらく冷却した後、型から金属をはずします。」</p> <p>「金工用やすりで表面を磨き、面取りを行います。」</p> <p>説明</p> <p>「溶融した金属を型に流し込み、冷やして目的の形にする加工法を鋳造といいます。」</p>	<p>湯口から金属を流し込むことができるようにうすい板でふたをして、輪ゴムで固定する。</p> <p>金属を流し込んでいる様子を観察する。</p> <p>5分ほど冷却してから鑄砂から金属を取り出す。</p> <p>表面の研磨と、面取りを行う。特にとがっている部分の面取りを確実に行う。</p>	<p>金属の流し込みは教師が行う。</p> <p>十分冷却していることを確認する。</p>
ま と め	<div style="border: 3px double black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>鋳造の方法がわかり、自分が作成したスチロール材を型にして、鋳造でオリジナルキーホルダーを作成することができる。</p> </div>		

第4章 授業研究による検証

本章では、開発したカリキュラム「製図とコンピュータ制御による生産」を、授業実践した結果について述べる。授業実践の結果は、生徒が獲得した技能、総括テスト、情意の面から分析する。

第1節 授業実践校

授業実践校は、弘前市立津軽中学校であり、対象学年は1学年とした。

津軽中学校は、津軽平野の穂中央に位置し、東西に長く西に標高1,626m本県最高峰の岩木山を有している。山麓一帯は標高300mから400mの緩い斜面を持ち扇状に広がっている。東部にはこれと直角の位置に低い丘陵が起状して、その外側に集落及び水田が広がり、内側に畑地、りんご園が形成している。

岩木山に放射状に発達した谷川は丘陵の合間から平野部に出て、用水の便をなし、西南方の出羽丘陵を源とする岩木川に注いでいる。

かつて学区の産業の中心は米とりんごを中心とした農業であり、農業基盤の整備が進められ、農業協同組合を中心とした経営が行われていた。

しかし、昭和50年頃から農家人口、農家戸数は徐々に減少に転じ、今年度の保護者の職業調査によると、農家の比率は約10%（第2位）であり、会社員66%（第1位）、公務員9%（第3位）、自営業9%（第4位）の比率で農家が減少傾向にある。

近年、銀行、郵便局、大型商店、コンビニエンスストア等も増え、さらに平成18年2月の市町村合併により、弘前市に統合されたこともあり、学校周辺の雰囲気も変化している。

町会別生徒数は、岩木小学校学区がほとんどを占め、百沢小学校学区からの在籍生徒は21名（7%）で、今後さらに減少していく傾向にある。

第2節 生産に関する意識調査

単元「製図とコンピュータ制御による生産」を行うにあたり、生徒の生産に関する意識を調査するために事前調査を行った。調査方法は以下のようにおこなった。

対象：1年生

時期：1 回目の技術の授業、ガイダンス（中学校での技術に授業についての説明）後
方法：アンケート方式（アンケート用紙は別紙参照）

アンケート用紙の書き方を説明するため「じゃがいもを育てる」というテーマで、教師が生徒と問答しながらアンケート用紙の書き方を説明した後、20 分ほどで生徒にアンケートを記入させる。

テーマ「自動車をつくる」というテーマを与え、一番はじめに思いついた言葉を書かせ、さらにその言葉に連想（イメージ）する言葉を4つ書かせる。その後、更にテーマから連想する言葉を2つ書かせ、それに関連する言葉をそれぞれ4つ書かせた。

結果は表15のようになった。

表 1 5

1201	工場	けむり	販売	買う	自動車会社	豊田自動車
		油		乗る		お客のニーズにこたえる
		部品		車検		車を設計する
		危険		中古		CM で告知する
1202	エンジン	機械になら何にでもついて いる	パーツ	フレーム	鉄	リサイクル
		開発、研究		バンパー		いろいろなものに使われる
		燃料		ガラス		高い
		車の心臓		ドア		ないとだめ
1203	部品	鉄のもの	ガソリン	くさいにおい	窓	とうめい
		必要な部品		油		ガラス
		こわれにくい物		火をつけると激しく燃える		かたい
		物品		色が変な色		ひかる
1204	材料	ガラス	人	作る人	機械	窓をつける
		タイヤ		買う人		ドアをつけう
		鉄		注文する人		モーター
		ガソリン		売る人		座席をつける
1205	工場	広い	部品	ヘッドライト	トラック	運ぶ
		作る		タイヤ		届ける
		多人数		ガラス		送る
		大きい		ハンドル		重い
1206	材料	ねじ	エンジン	モーター	自動車ができ た	売る
		ガラス		ねじ		値段をつける
		座席		機械		点検
		タイヤ		動く		走る
1207	機械	種類が多い	会社	大きい	材料	タイヤ
		鉄		働く人		車体
		動く		輸入・輸出		エンジン

		働く		種類が多い		設計図
1208	材料	ゴム	工場	材料	機械	くっつける
		鉄		豊田		型どり
		プラスチック		大工場		人が必要
		電気		小工場		運ぶ
1209	部品	ドア	大型車	ワゴン車	値段	高い
		タイヤ		小型車		低い
		ハンドル		日本車		交通料
		ワイパー		外車		油代
1210	部品	タイヤ	機能	クーラー・ヒーター	材料	鉄
		イス		ナビ		ガラス
		ハンドル		電気		色
		エンジン		窓の開け閉め		皮
1211	トラック	大きい	機械	重い	タイヤ	まるい
		重い		動く		重い
		カッコいい		油		もよう
		広い		鉄		まわる
1212	整備する	売る	買う	作業	買われる	使用する
		工場		乗る		ガソリンを入れる
		機械		はしらせる		よごれる
		制御工場		大切にする		ナビをつける
1213	免許をとる	海に行く	スポーツカーにする	レースに出る	電気自動車にする	いろいろな場所に行く
		山に行く		フェラーリにする		改造して電気でも長い距離を走るようにする
		キャンプに行く		ドリフトをする		充電する
		東京に行く		ポルシェにする		エコにする
1214	いろいろな作業がある	タイヤをつける	種類	ボクシー	溶接	タイヤ
		人がたくさんい		軽トラ		ドア

		る				
		塗装		電池自動車		窓
		大変		エスティマ		ライト
1215	会社	トヨタ	エコカー	電気	溶接	タイヤ
		マツダ		エコ		ドア
		工場		小型		熱い
		車体		ソーラーパネル		バックミラー
1216	コンセプト	性能	販売車	値段設定	コンセプトカー	デザインモチーフさがし
		デザイン		大量生産		少量、一台
		安全性		チェック		チェック
		分類		販売		モーターショーに展示
1231	部品がたくさん必要	自動車をうる	工場で作る	機械をつかう	人が必要	機械にたよる
		とても楽		人がのる		自転車
		ガソリンをつかう		完成		ガソリンを入れる
		自転車		とてもたいへん		人がつくる
1232	工場	大きい	人	技術	部品	ペダル
		届ける		デザイン		タイヤ
		いっぱいある		売る		車体
		発注する		買う		ベル
1233	鉄	組み立てる	塗装	かわかす		
		部品		たくさん色がある		
		形をつくる				
		機械				
1234	店に出す	お客が乗る	新品	車が増える	さくせい	大変
		お客が買う		きれい		時間がかかる
		車が増える		のりやすい		多人数
		お客が見る		新しい機能		工場

1235	組み立てる	座席を取り付ける	デザインする	仕組みを考える	部品をつくる	ドアをつける
		点検する		性能をよくする		タイヤをつくる
		色をぬる		色を考える		エンジンをつくる
		タイヤをつける		形を考える		小さな部品をつくる
1236	いろいろな作業がある	機械を使う	生活を便利にする	機械	種類	形
		お店に出す		ないと困る		色
		人の手で行う		発展		大きさ
		大変		お金がかかる		メーカー
1237	人がいる	技術が必要	技術が必要	学ぶ	道具が必要	名前を覚える
		早くできる		道具の使い方を覚える		使い方を学ぶ
		たくさん作れる		多くたくさん作られる		安全に使う
		多くないとできない		作業が早くできる		多く作らないといけないから
1238	部品を組み立てる	中小工場	費用	材料費	販売	船
		完成		人件費		海外
		大工場		海外の方が安い		輸出
		機械		売り上げ		トラック
1239	機械が必要	人出が少なくて済む	人手が必要	男の人が多い	工場	大きな部品をあつかう
		ベルトコンベアー		力を使う		小さな部品をあつかう
		ロボット		重い		車をつくる場所
		細かい部品		協力してやる		いろいろな工場が助け合って車をつくる
1240	部品	機械	工場出荷	各地へ運搬	工場	小工場

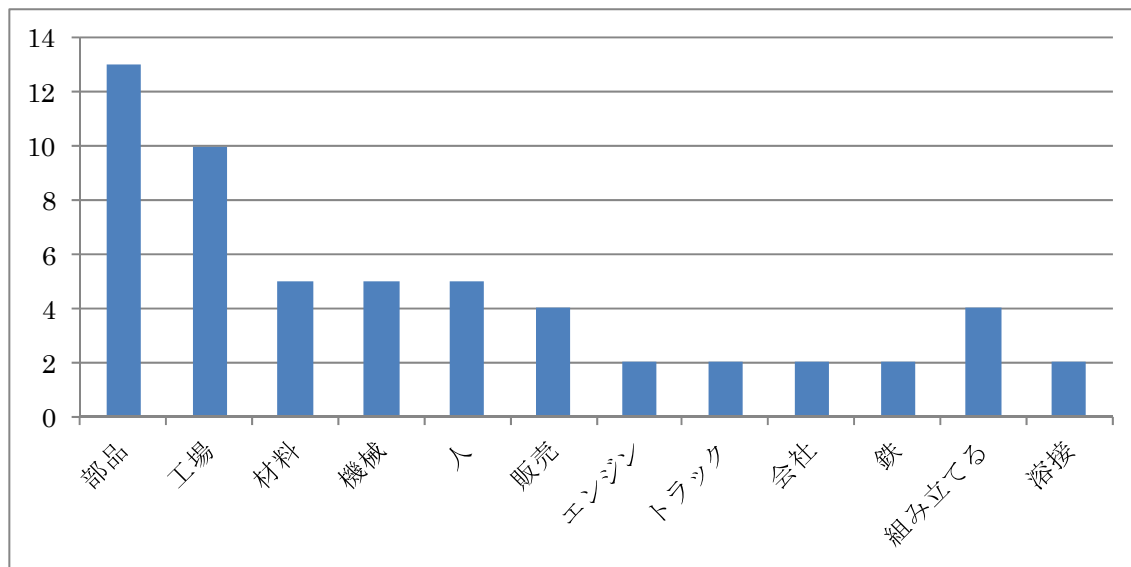
		組み立てる		店で入荷		中工場
		金属		販売される		重工業
		製造		更に製造		大工場
1241	鉄	とかす	ロボット	とそう	人	買う
		プレス		組み立てる		点検
		ドアをつくる		プレス		売る
		冷やし固める		取り付ける		乗る
1242	色々な部品で つくる	組み立て	水素エンジン できるかも	エコ	工場	協力
		エンジン		水素スタンド の普及問題		部品作り
		金属など		車の買い替え		中小工場
		ライト(LED)		予算が・・		大工場
1243	完成する	点検する	部品を組み立 てる	ボディーをつく る	部品をつくる	できあがる
		ガソリンを入れ る		エンジンをつく る		部品を輸入す る
		売りに出す		部品を自動車 の中に配置す る		輸出する
		買われる		いくつかの部 品ができる		組み立てる
1244	タイヤ	丸い	自転車	ママチャリ	速い	ヤンキーバイ ク
		黒い		こぐ		高速道路
		取り付ける		補助輪		陸上選手
		転がる		楽しい		チーター
1245	部品	ハンドル	形	色	機能	カメラ
		ガラス		種類		ナビ
		タイヤ		大きさ		CD プレイヤー
		イス(座席)		値段		ラジオ
1246	工場	広い	種類		設計	店に出す
		金属				作る
		たくさんの機 械				大変

		たぐさんの人				時間がかる
1247	工場	大工場	愛知県	とよた	売る	買う
		小・中工場		太平洋ベルト		高い
		たぐさんのパ ーツ		中京工業地域		自動車屋
		たぐさんの人		人気		新車

表 1 6

語句	数	語句	数
部品	13	タイヤ	1
工場	10	ガソリン	1
材料	5	大型車	1
機械	5	機能	1
人	5	窓	1
販売	4	値段	1
エンジン	2	買う	1
トラック	2	スポーツカー	1
会社	2	種類	1
鉄	2	エコカー	1
組み立てる	4	塗装	1
溶接	2	デザイン	1
整備	1	費用	1
免許	1	出荷	1
作業	1	ロボット	1
コンセプトカー	1	道具	1

グラフ5



生徒が3つ目までに連想した語句を集計すると表1のようになる。また2個以上の語句が出たものについてグラフ化したものがグラフ1である。

まず、生徒が一番初めに思いついた単語を集計してみると、部品に関する記述が13、工場に関する記述が10、材料に関する記述が5、機械に関する記述が5、組み立てに関する記述が4、販売に関する記述が4でした。これらの単語から連想される言葉としては、部品では、ドア、ハンドル、エンジン、タイヤなどがありました。工場では大・中・小工場や機械などがありました。材料ではゴム、プラスチック、ガラス、鉄などがありました。組立では、色を塗る、点検する、座席をつけるなどがありました。また少数意見でしたが、興味深い記述としては、ロボット塗装、組み立て、プレスというもののや、自動車会社一車を設計する、などがあつた。

現代の生産現場では、一つの製品が出来るまでには、シミュレーションなどの基本設計、製図を行う詳細設計、工程設計・NCプログラミング・ロボットプログラミングなどを行う生産準備、加工・組立・検査を行う製造の工程がある。調査をした生徒の思考を分析すると、これらの工程の中で、加工、組立、検査などの工程は、生徒の思考の中に多くみられたが、製図に関する記述は2個と少なく、またシミュレーション、工程設計、部品加工プログラミング、ロボットプログラミングについての思考はいずれも見られなかった。

以上のことより、生徒の生産に関する認識は限定的なものであり、特に設計や自動加工に関する思考はほとんど見られなかった。これらのことより、現代の生産の基幹となるコンピュータ制御オートメーションを具体化したCAD/CAMを取り入れる必要があると考える。

単元「製図とコンピュータ制御による生産」の調査

実施日 年 月 日 組 番 氏名

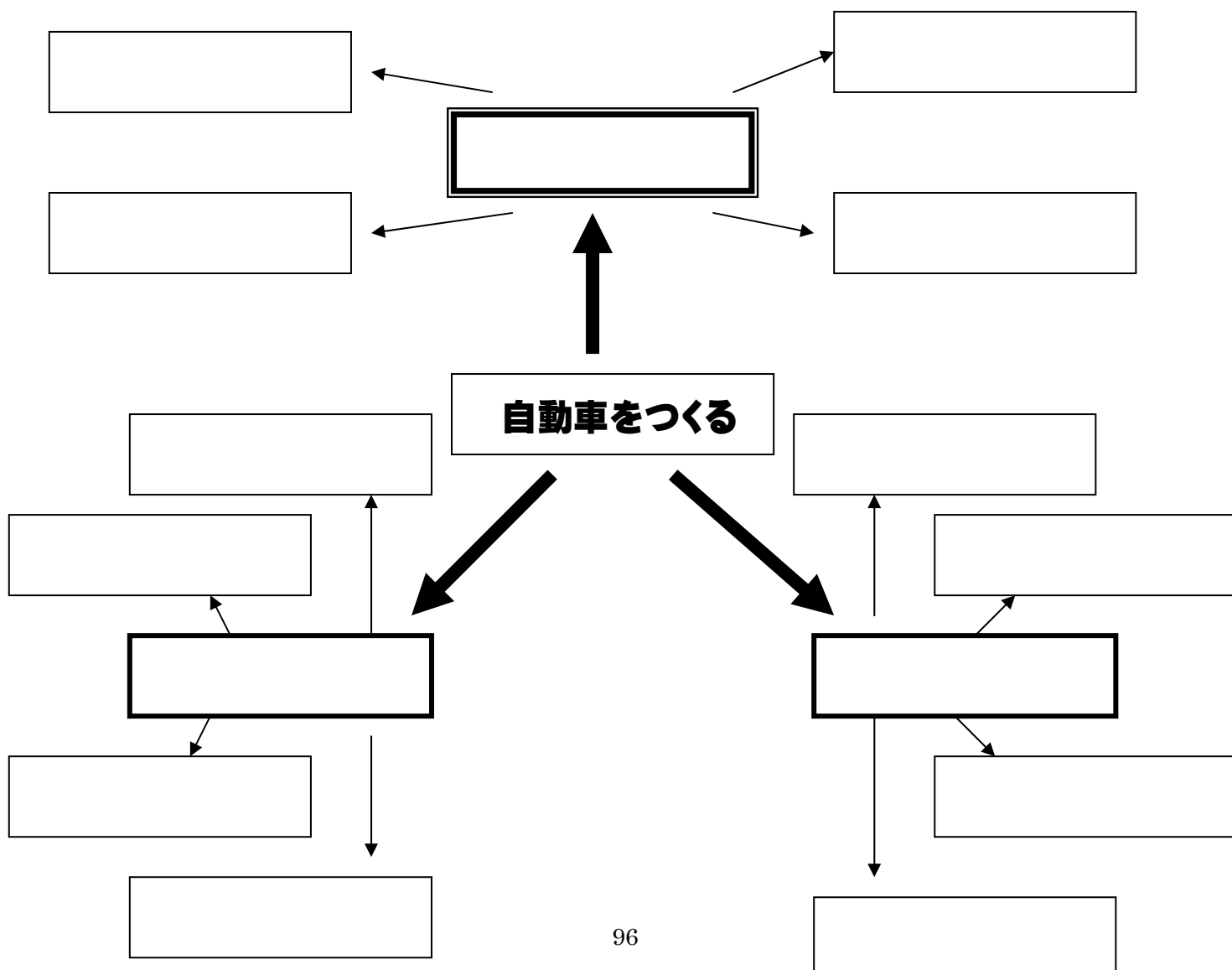
- 1 「自動車をつくる」という言葉から、連想（イメージ）する語句を下の星形の表に記入してください。

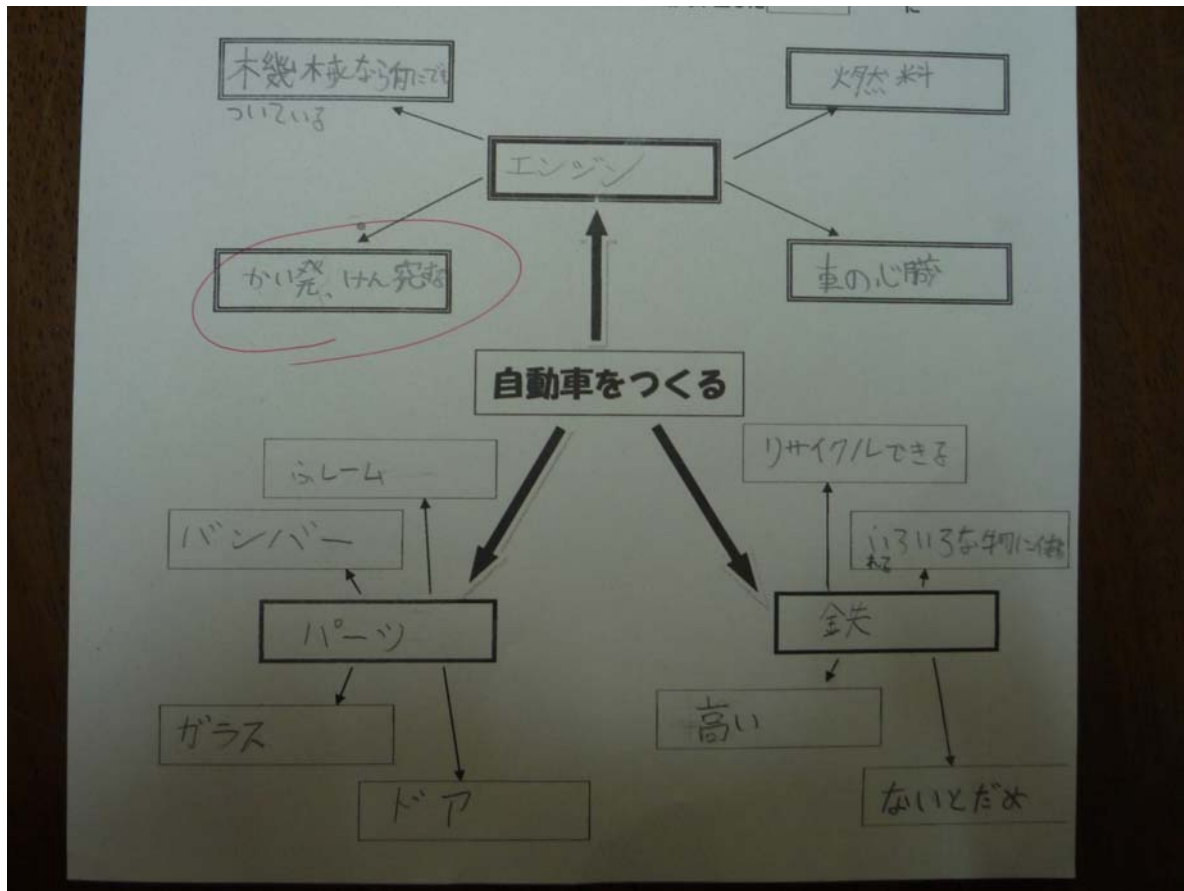
※ 記入上の注意

① 第一に連想した語句を に記入する。

② その後連想した語句を2つ に記入する。

③ と に記入した語句から、さらに連想した語句が生じたら に記入する。





第3節 「手書きによる製図」についての総括テストの結果

(1) 調査のねらい

「2. 1 学習指導要領にみる中学校技術科のコンピュータ教育の変遷」で述べたように、現行の2008年版学習指導要領では、製図教育の特徴は以下のようになっている。製図の内容は、機能と構造の検討から製作まで、場面に応じての適切な表示方法を選択し、製作図を書くこととなり、その表示方法として、等角図、キャビネット図、第三角法と用いることとなった。また、機能や構造の検討にあたっては、模型やコンピュータを支援的に利用することも考えられるとなり、初めて製図の内容にコンピュータの表記が見えるようになった。

教科書で製図についての学習がどのように取り扱われているかを明らかにする。東京書籍では「製作に必要な図をかこう」、「いろいろな方法で立体を表そう」、「図面に寸法を記入しよう」の3内容で構成されている。さらに詳しく見てみると、「製作に必要な図を加工」では、「製作に必要な図の役割」、「図を作成する目的」、資料として「コンピュータを用いた設計」が書かれている。「いろいろな方法立体を表そう」では、「キャビネット図」、「等角図」、「第三角法による正投影図」が書かれている。「図面に寸法を記入しよう」では、「線の種類」、「寸法記入の仕方」、「寸法補助記号の使い方の例」、「用具の使い方」が書かれている。

さて、本授業研究での製図についての内容で重視した点は、実際の立体に触れ、自分の目で様々な角度から立体を観察することである。それによって、立体を平面に表すことができると共に、空間的な思考力を高まっていくのではないかと考えた。

これらの力が身についたかどうかを調査するために、手書きの製図の学習が終了した後、生徒に製図学力の実態調査を行った。この調査は2007年に大谷良光、河野義顕がおこなったものであり、「投影の概念がわかる」、「投影図がよめる、かける」、「投影図に関する基本用語がわかる」を到達目標とした基本的な問題である。2007年に行われた調査と、弘前市立津軽中学校1年生との到達度を比較し、考察をしていく。

(2) 調査対象

「基準群」

◎実施時期・人数（青森県4中学校、北海道2中学校、埼玉県1中学校）2007年3月、222名

◎このグループでの製図学習に充当した授業時数は調査していないので不明であるが、技術教育県教会編テキスト「製図」を用いている北海道1校を除いては、製図学習に結びつく程度の内容のみ実施しているのではないかと推測される。

「調査群」

◎実施時期・人数（弘前市立津軽中学校）２０１３年１１月、１００名

表１７

大問	１		２																
小問	(１)	(２)	(１)							(２)									
答え の入 力方 法			正面 図	平面 図	右側 面図					正面 図	平面 図	右側 面図							
	正答 ２	正答 ２	正答 ３	正答 ３	正答 ３					正答 ３	正答 ３	正答 ３							
	誤答 １	誤答 １	誤答 (か くれ 線な し２)	誤答 (か くれ 線な し２)	誤答 (か くれ 線な し２)					誤答 (か くれ 線な し２)	誤答 (か くれ 線な し２)	誤答 (か くれ 線な し２)							
	無回 答０	無回 答０	誤答 １	誤答 １	誤答 １					誤答 １	誤答 １	誤答 １							かく れ線 なし
			無回 答０	無回 答０	無回 答０	完全 解答	２つ の図 正答	１つ の図 正答	３つ の図 誤答	無記 入	無回 答０	無回 答０	無回 答０	完全 解答	２つ の図 正答	１つ の図 正答	３つ の図 誤答	無記 入	準正 答
1101	２	１	３	１	３		１				３	２	２			１			１
1102	１	１	０	０	０					１	０	０	０					１	
1103	２	１	３	０	０			１			３	０	０			１			
1104	２	１	３	０	０			１			３	０	０			１			
1105	２	２	３	３	３	１					３	２	２			１			１
1106	２	１	３	３	１		１				３	２	２			１			１
1107	２	２	３	３	３	１					３	３	２		１				１
1108	２	１	３	０	０			１			３	０	０			１			
1109	２	１	３	０	０			１			３	０	０			１			
1110	２	２	３	１	１			１			３	２	２			１			１
1111	２	２	３	３	３	１					３	２	２			１			１
1112	２	２	３	３	３	１					３	２	２			１			１
1113	１	１	０	０	０					１	０	０	０				１		

1114	2	1	3	3	3	1					3	2	2			1			1
1115	2	2	3	1	3		1				3	2	2			1			1
1131	1	1	1	0	0				1		1	0	0				1		
1132	2	1	3	3	3	1					3	2	2		1				
1133	2	1	3	3	3	1					3	2	3				1		
1134	2	2	1	1	1				1		1	1	1				1		
1135	2	2	3	3	1		1				3	3	3	1					
1136	2	1	3	3	3	1					3	3	3	1					
1137	2	1	3	3	3	1					3	2	2			1			1
1138	2	1	3	3	3	1					3	2	2			1			1
1139																			
1140	2	2	3	3	3	1					3	2	2			1			1
1141	2	2	3	3	3	1					3	3	3	1					
1142	2	1	2	3	3		1				3	3	3	1					
1143	2	1	3	3	3	1					3	2	2			1			1
1144	2	1	3	3	3	1					3	2	2			1			1
1145	2	1	1	1	1				1		1	2	2				1		
1146	2	2	1	0	0				1		1	0	0				1		
1147	2	2	3	0	0			1			3	0	0			1			

大問	3		4		5			6						7		
小問	(1)	(2)	(1)	(2)	X	Y	Z	1	2	3	4	5	6	ア	イ	ウ
答え の 入 力 方 法																
	正答 3	正答 3	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2
	誤答 (かく れ線 なし 2)	誤答 (かく れ線 なし 2)	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1
	誤答 1	誤答 1	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0
	無回 答0	無回 答0														
1101	2	1	2	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1102	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1103	1	1	1	2	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2
1104	1	1	0	0	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2
1105	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1106	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
1107	2	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1108	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1
1109	1	1	1	1	0	2	0	1	0	0	0	0	2	2	2	2
1110	2	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2
1111	2	3	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2
1112	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1113	1	1	0	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2
1114	0	0	2	0	2	2	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2
1115	2	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
1131	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	2	0	0	0
1132	2	1	2	2	2	2	0	1	1	1	1	2	1	2	2	2
1133	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2
1134	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1135	3	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1136	3	1	2	2	1	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0
1137	2	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1138	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2
1139																
1140	3	3	2	1	2	2	2	2	0	0	0	2	0	2	2	2
1141	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2
1142	3	3	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2
1143	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1144	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1145	2	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2	0	0	0
1146	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2
1147	2	1	2	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2

大問	1		2																
小問	(1)	(2)	(1)							(2)									
答え の入 力方 法			正面 図	平面 図	右側 面図					正面 図	平面 図	右側 面図							
	正答 2	正答 2	正答 3	正答 3	正答 3					正答 3	正答 3	正答 3							
	誤答 1	誤答 1	誤答 (か くれ 線な し2)	誤答 (か くれ 線な し2)	誤答 (か くれ 線な し2)					誤答 (か くれ 線な し2)	誤答 (か くれ 線な し2)	誤答 (か くれ 線な し2)							
	無回 答0	無回 答0	誤答 1	誤答 1	誤答 1					誤答 1	誤答 1	誤答 1							かく れ線 なし
			無回 答0	無回 答0	無回 答0	完全 解答	2つ の図 正答	1つ の図 正答	3つ の図 誤答	無記 入	無回 答0	無回 答0	無回 答0	完全 解答	2つ の図 正答	1つ の図 正答	3つ の図 誤答	無記 入	準正 答
1201	2	0	3	0	0			1			3	0	0			1			
1202	2	2	1	0	0				1		1	0	0				1		
1203	2	2	3	0	0			1			3	0	0			1			
1204	2	2	3	2	2			1			3	2	2			1			1
1205	2	2	1	3	3		1				1	1	2				1		
1206	2	1	1	0	0				1		0	0	0					1	
1207	2	2	3	3	3	1					3	2	2			1			1
1208	2	1	3	2	2		1				3	2	2			1			1
1209	2	2	3	3	3	1					3	2	3		1				1
1210	1	1	3	3	3	1					3	2	2			1			1
1211	2	2	3	2	2			1			3	2	3		1				1
1212	2	2	3	3	3	1					0	0	0					1	
1213	2	1	3	3	3	1					3	3	3	1					
1214	2	1	3	2	2			1			3	3	3	1					
1215	2	2	3	2	2			1			2	2	2						1
1231	1	1	1	0	0				1		3	0	0			1			
1232	2	1	3	1	1			1			3	2	1			1			

1233	2	2	3	3	3	1					3	2	2			1			1
1234	2	2	3	3	3	1					3	3	3	1					
1235	2	2	3	3	3	1					3	2	2			1			1
1236	2	2	3	3	3	1					3	1	1			1			
1237	2	2	3	3	1		1				3	2	2			1			1
1238	2	2	1	3	3		1				3	2	2			1			1
1239	2	1	3	3	1		1				3	2	2			1			1
1240	2	1	3	1	1			1			3	1	2			1			
1241	2	2	3	2	2			1			3	2	2			1			1
1242	2	1	0	0	0					1	3	0	0			1			
1243	2	2	3	2	2			1			3	2	2			1			1
1244	2	2	3	3	2		1				1	2	1				1		
1245	2	1	0	0	0					1	0	0	0					1	
1246	2	1	3	0	0			1			3	0	0			1			
1247	2	1	3	2	2		1				3	2	2			1			1
1248	1	1	3	0	0			1			3	0	0			1			

大問	3		4		5			6						7		
小問	(1)	(2)	(1)	(2)	X	Y	Z	1	2	3	4	5	6	ア	イ	ウ
答え の入 力方 法																
	正答 3	正答 3	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2
	誤答 (かく れ線 なし 2)	誤答 (かく れ線 なし 2)	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1
	誤答 1	誤答 1	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0
	無回 答0	無回 答0														
1201	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
1202	2	3	0	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	2
1203	2	3	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
1204	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2
1205	2	1	0	0	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2
1206	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1207	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	2	1	2
1208	2	3	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	1	2	2	2
1209	2	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2
1210	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1211	3	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1213	3	3	2	1	2	2	1	1	0	0	0	0	1	2	2	2
1214	3	3	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2
1215	2	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1231	0	0	0	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
1232	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1233	2	3	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1234	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

1235	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1236	2	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2
1237	1	1	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1238	1	1	2	1	2	2	1	1	2	1	2	1	1	2	2	2
1239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
1240	1	1	1	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1241	3	3	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1242	0	0	2	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	2	2	2
1243	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1244	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
1245	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1246	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2
1247	2	3	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

大問	1		2																
小問	(1)	(2)	(1)							(2)									
答え の入 力方 法			正面 図	平面 図	右側 面図						正面 図	平面 図	右側 面図						
	正答 2	正答 2	正答 3	正答 3	正答 3						正答 3	正答 3	正答 3						
	誤答 1	誤答 1	誤答 (か くれ 線な し2)	誤答 (か くれ 線な し2)	誤答 (か くれ 線な し2)						誤答 (か くれ 線な し2)	誤答 (か くれ 線な し2)	誤答 (か くれ 線な し2)						
	無回 答0	無回 答0	誤答 1	誤答 1	誤答 1						誤答 1	誤答 1	誤答 1						かく れ線 なし
			無回 答0	無回 答0	無回 答0	完全 解答	2つ の図 正答	1つ の図 正答	3つ の図 誤答	無記 入	無回 答0	無回 答0	無回 答0	完全 解答	2つ の図 正答	1つ の図 正答	3つ の図 誤答	無記 入	準正 答
1302	2	2	3	3	3	1					3	3	3	1					
1303	2	1	0	0	0					1	0	0	0					1	
1304	2	1	0	0	0					1	0	0	0					1	
1305	2	2	0	0	0					1	0	0	0					1	
1306	2	2	3	0	0			1			3	0	0			1			
1307	2	2	3	0	0			1			3	0	0			1			
1308	2	1	0	0	0					1	0	0	0					1	
1309	2	2	3	3	3	1					3	2	2			1			1
1310	2	1	3	3	3	1					3	2	2			1			1
1311	2	2	3	3	3	1					3	3	3	1					
1312	2	2	1	3	3		1				3	2	2			1			
1313	2	1	3	3	3	1					3	2	2			1			
1314	2	1	3	2	3		1				3	2	2			1			1
1315	2	1	3	1	1			1			3	1	1			1			
1316	2	2	2	2	2				1		2	1	1				1		
1331	2	2	3	3	3	1					3	3	3	1					
1332	2	1	3	0	0			1			3	0	0			1			
1333	2	2	3	3	3	1					1	1	1				1		

1334	2	1	3	1	0			1			0	0	0					1	
1335	2	2	3	2	2			1			1	1	1			1			1
1336	2	2	3	3	3	1					3	2	2			1			
1337	2	2	1	0	0				1		1	0	0				1		
1338	2	1	3	0	0			1			3	0	0			1			
1339	2	2	3	3	3	1					3	2	2			1			1
1340	2	1	3	3	3	1					3	2	2			1			1
1341	2	2	3	3	3	1					3	2	2			1			1
1342	2	2	3	2	2			1			3	3	3	1					
1343	2	1	0	0	0				0		0	0	0					0	
1344	2	1	3	0	0			1			3	0	0			1			
1345	2	1	1	0	0			1			1	0	0				1		
1346	2	2	3	2	3		1				3	2	2			1			1
1347	2	1	3	2	2			1			3	2	1			1			

大問	3		4		5			6						7		
小問	(1)	(2)	(1)	(2)	X	Y	Z	1	2	3	4	5	6	ア	イ	ウ
答え の入 力方 法																
	正答 3	正答 3	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2	正答 2
	誤答 (かく れ線 なし 2)	誤答 (かく れ線 なし 2)	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1	誤答 1
	誤答 1	誤答 1	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0	無回 答0
	無回 答0	無回 答0														
1302	3	1	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1303	2	3	1	1	2	2	1	0	0	0	3	3	3	2	2	2
1304	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
1305	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1	2	2	0	0	0
1306	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0
1307	2	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
1308	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1309	2	1	1	2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2
1310	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1311	2	1	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0
1312	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	2	1	1	0	0
1313	0	0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
1314	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2
1315	1	1	1	2	0	0	0	1	2	1	1	1	1	1	2	2
1316	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
1331	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2
1332	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2
1333	2	1	0	0	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2
1334	0	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1335	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
1336	3	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2

1337	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2
1338	3	3	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1339	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2
1340	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1	1
1341	1	0	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1342	3	3	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2
1343	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1344	0	1	2	2	2	2	0	1	1	1	1	2	2	1	1	1
1345	2	1	2	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2
1346	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
1347	3	3	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	0	2	2

3 各問題における正答率の比較および分析

(1) 等角図でかかれた立体を見て、第三角法による正投影図の正しい図を図群より選択する問題

表 1 8 大問 1 の結果

大問	小問	解答	基準群		調査群	
			回答数	割合	回答数	割合
1	1	正答	192	86%	91	94%
		誤答	30	13%	6	6%
		無記入	0	0%	0	0%
	2	正答	122	55%	47	48%
		誤答	100	45%	49	51%
		無記入	0	0%	1	1%

大問 1 は斜面を含む第三角法による正投影図から、その形の等角図を選択する問題である。小問 1 では基準群の正答率は 8 6 %、調査群の正答率は 9 4 %と、共に高い正答率であったが、特に調査群の正答率が高かった。小問 2 では正答率は基準群では 5 5 %、調査群では 4 4 %と、小問 1 にくらべ、正答率は大きく下がった。大問 1 は、第三角法による正投影図、等角図がかかれており、生徒が立体をイメージしやすく、高い正答率につながったと考えられる。

(2) 等角図から第三角法による正投影図をかく問題

表 1 9 大問 2 の結果

大問	小問	解答	基準群		調査群	
			回答数	割合	回答数	割合
2	図3	完全正答	66	29%	34	35%
		2つの図正答	24	10%	15	16%
		1つの図正答	42	18%	30	31%
		3つの図誤答	64	28%	9	9%
		無記入	26	11%	8	8%
	図4	完全正答	57	25%	11	12%
		2つの図正答	9	4%	4	4%
		1つの図正答	68	30%	58	61%
		3つの図誤答	58	26%	13	14%
		無記入	30	13%	9	9%
		準正答	81	36%	49	52%

大問 2 は、等角図で書かれた立体を、第三角法による正投影図でかく問題である。両郡を比較してみると、図 3 の完全解答は、基準群で 2 9 %、調査群では 3 5 % となり、図 4 の完全解答は基準群で 2 5 %、調査群では 1 2 % となった。図 4 の正答率はかなり低いものとなっているが、誤答の多くはかくれ線がかかれていないものであった。かくれ線が書かれていないだけのものを準正答とすると、基準群は 3 6 %、調査群は 5 2 % となる。これから、「立体を三方向から見て書く」という第三角法による正投影図の基本は定着されていることがわかる。

(3) 第三角法による正投影図でかかれた二つの図よりもう一つの図をかく問題

表 2 0 大問 3 の結果

大問	小問	解答	基準群		調査群	
			回答数	割合	回答数	割合
3	A	正答	65	29%	16	16%
		誤答	91	41%	62	64%
		無記入	66	29%	19	20%
		準正答			50	52%
	B	正答	72	32%	25	26%
		誤答	78	35%	53	55%

		無記入	76	34%	19	20%
--	--	-----	----	-----	----	-----

大問 3 は、第三角法による正投影図でかかれた二つの図より、もう一つの図を各問題である。小問 A では、基準群の正答割合が 29%、調査群の正答割合が 16% となった。小問 B では、基準群の正答割合が 32%、調査群の正答割合が 26% となった。いずれの結果も調査群が基準群をしたまわる結果となっている。調査群では、実物の立体をかくことを重点的に行ったため、平面での立体の考え方が定着しなかったと考えられる。ただし、小問 A では、調査群の誤答の多くはかくれ線がないことであり、これを準正答とすると、調査群の小問 A の正答率は 52% となり、半数以上の生徒が空間認識についての思考を持ち合わせたと考えられる。

(4) 寸法が与えられた第三角法による正投影図から等角図をかく問題

表 2 1 大問 4 の結果

大問	小問	解答	基準群		調査群	
			回答数	割合	回答数	割合
4	図5	正答	94	42%	44	45%
		誤答	55	24%	27	28%
		無記入	72	32%	26	27%
	図6	正答	82	36%	43	44%
		誤答	55	24%	22	23%
		無記入	84	37%	32	33%

大問 4 は、寸法が与えられた第三角法による正投影図から、等角図をかく問題である。小問 5 では、基準群の正答割合が 42%、調査群の正答割合が 45% と、ほぼ同じ正答率であった。小問 6 では、基準群の正答割合が 36%、調査群の正答割合が 44% と調査群の正答率が高かった。調査群では半数近くの生徒が正確に等角図を書くことができることがわかった。これは授業の中で立体から等角図をかく練習を多く取り入れた結果であり、斜面を含むやや難しい問題であっても、練習次第でよい結果を残すことができることを表した。

(5) 製作図から部品の寸法等をよみとる問題

表 2 2 大問 5 の結果

大問	小問	解答	基準群		調査群	
			回答数	割合	回答数	割合
5	X	正答	164	73%	63	65%

	Y	誤答	59	26%	34	35%
		正答	150	67%	63	65%
		誤答	74	33%	34	35%
	Z	正答	42	18%	6	6%
		誤答	180	81%	91	94%

大問 5 は、製作図から部品の寸法等をよみとる問題である。小問 X では、基準群の正答割合が 73%、調査群の正答割合が 65% であり、調査群の正答割合が低かった。小問 Y では、基準群の正答割合が 67%、調査群の正答割合が 65% と、その差はほとんどなかった。小問 Z では、基準群の正答割合は 18%、調査群の正答割合は 6% となり、調査群の正答割合の低さが目立つ。これは、本授業研究で使用した立体が、工作用紙から作ったものであり、「厚さ」を考慮したものではなかったことが原因であると考えられる。

(6) 空間におかれた線分の条件に関する問題

表 2 3 大問 6 の結果

大問	小問	解答	基準群		調査群	
			回答数	割合	回答数	割合
6	1	正答	29	13%	22	23%
		誤答	193	86%	74	77%
	2	正答	26	11%	13	13%
		誤答	196	88%	84	87%
	3	正答	40	18%	11	11%
		誤答	182	82%	86	89%
	4	正答	42	18%	14	15%
		誤答	180	81%	82	85%
	5	正答	43	19%	25	26%
		誤答	179	80%	71	74%
	6	正答	35	15%	21	22%
		誤答	187	84%	75	78%

大問 6 は、空間におかれた線分の条件に関する問題である。小問 1 の正答割合は、基準群では 13%、調査群では 23% であった。小問 2 の正答割合は、基準群では 11%、調査群では 13% であった。小問 3 の正答割合は、基準群では 18%、調査群では 11% であった。小問 4 の正答割合は、基準群では 18%、調査群では 15% であった。小問 5 の正答割合は、基準群では 19%、調査群では 26% であった。小問 6 の正答割合は、基準

群では15%、調査群では21%であった。この問題は、空間におかれた線分が、それぞれの画面に対しておかれているのかを問う問題であるが、投影に対する理解度はかなり低いことがわかる。誤解を恐れずにいうと、選択肢が6つあるため、答えがわからなくても正答確率は、約16%であり、これは基準群、調査群の正答割合に近い数字となる。ただしその中で、全問正答した生徒が調査群に5名おり、高い空間認知力をもった生徒がいることがわかる。

(7) 画面の名称を答える問題

表24 大問7の結果

大問	小問	解答	基準群		調査群	
			回答数	割合	回答数	割合
7	ア	正答	43	19%	35	36%
		誤答	179	80%	61	64%
	イ	正答	60	27%	41	43%
		誤答	162	73%	54	57%
	ウ	正答	74	33%	49	51%
		誤答	148	66%	47	49%

大問7は、画面の名称を答える問題である。小問アの正答割合は、基準群で19%、調査群で36%となった。小問イの正答割合は、基準群で27%、調査群で43%となった。小問ウの正答割合は基準群では33%、調査群では49%となった。いずれの小問でも基準群より調査群の方が正答率が高くなっている。これは、調査群の授業において、第三角法による正投影図の授業がされており、図を読んだり書いたりする訓練がなされたためと考えられる。

4 「CAD ソフト（立体グリグリ）の基本操作と等角図、三角法へ

の変換」についての情意面の結果

実践授業で使用した CAD はフリーソフトである「立体グリグリ」を用いた。立体グリグリは立体をさまざまな角度から見ることができ、立体の作成がとても簡単です。正面図、平面図、右側面図、等角図の表示を押すと、それぞれの視点まで動いて止まります。これにより、立体の空間認識を苦手としている生徒も、わかりやすく立体をとらえることができます。第三角法による正投影図による表示も可能である。

まず一時間目は「立体グリグリで三次元作図に挑戦しよう」という課題で、入力方法の基本を学んだ。X、-X、Y、-Y、Z、-Z を組み合わせて線を入力して、目的とする立体を制作していく。はじめは操作にとまどっていた生徒も、慣れるにしたがって、どんどん線を入力し、作品を完成させることができた。

2時間目は「等角図から立体を感得、立体グリグリ上で三次元作図しよう」という課題で、作図を行った。等角図では、斜め上方向から見た面しか描かれない。背面がどのようなになっているのかを考えながら三次元作図させることを目的とする。問題の配列は、前回の作品の復習から始め、斜め線の入力や、見えない部分の線の入力、それらを組み合わせた難易度の高い問題を順序良く配列している。

3時間目は「三角法から立体を考え、立体グリグリ上で3次元作図しよう」という課題で作図を行った。この授業では、課題として与えられた第三角法による正投影図を、自分の頭の中で考えて、三次元作図するという課題である。

ここまでの授業を行い、生徒に授業評価アンケートと授業の感想を書かせた。結果は表 25 である。

表25

	大変楽しく、大変よくわかった	楽しく、よくわかった	楽しいけれど、よくわからなかった	楽しくないけど、よくわかった	楽しくなく、よくできなかった。	感想
1201			1			僕は立体を考えるのに時間がかかってあんまりできなかった。だからもう少し立体を早く見れるようにしたい。でも友達にきいてうまくできた。
1202						
1203	1					簡単な物や難しいものもあったけど、最後のものまでちゃんとやれた。
1204		1				この授業は、よく理解できてよかったです。
1205		1				図を読み取り、それを表すのは結構難しかったが、自分の読み取れる力が「それくらい」かと思いました。この勉強をただで自分の持っているかはこんきかと初めて知り、高めていきたいです。
1206		1				最初は難しくて楽しくなかったけど、やっていくうちに楽しくなった。
1207	1					テキストを見て、頭の中で組み立てていったものを、PC(パソコン)上で書き上げていくといったことがとても自分ではおもしろいと思う。段々と解いていくにつれて難しい問題になっていき、解きごたえがあつてよかった。また機会があつたらぜひやりたいと思う。
1208	1					作図するのが楽しかったが、難しいのもあったけど、乗り越えて見せた。

1209	1				立体グリグリで、等角図をつくるのは難しかったけど、できたときの達成感はすごかったです。
1210	1				この等角図は、僕が一番好きなことでぼくがはじめてみたときは、これはわかりやすくていいと思い、一生懸命取り組みました。この等角図をつくることがあたまが働き、いろんなことで悩みながら、難しいものから簡単なものまで取り組むことができました。
1211		1			一番最初にあった図形の形は、簡単でしたが三番目ぐらいから難しくて友達にたよってしまいました。やっぱりこういうのは向いていないと思い、他の人たちがうらやましく思いました。でもこれくらいは、もっとこの学習の力をのばしていきたいなと思ったので、次は自力で作成できるようにしたいです。
1212				1	僕は等角図の書き方がよくわかっていなかったのも、あまり楽しくありませんでした。ですが、家に帰って書き方を復習したので、ある程度かけるようになりました。
1213	1				最初は、とても難しく感じたけど、だんだんやっていくにつれて出来るようになったのでよかったです。僕は特に第三角法にステップ4の③が難しかったです。でも最後には出来たのでよかったです。こういうのを大人になったら生かしていきたいです。
1214		1			うごかすことも、角度を変えてみることもできない紙に、たったえんぴつだけで立体を再現できることが、すごいなと思っていました。
1215			1		ぜんぜんわからなかったけど、すごく楽しかったです。
1231		1			この図形を書く時、ステップ5の図が難問だったけど、それにチャレンジしてみたら、①の問題が難しいと思っていたけど、すごく簡単でやりやすかったです。やっているうちにできて、すぐにできてしまったことにびっくりしました。

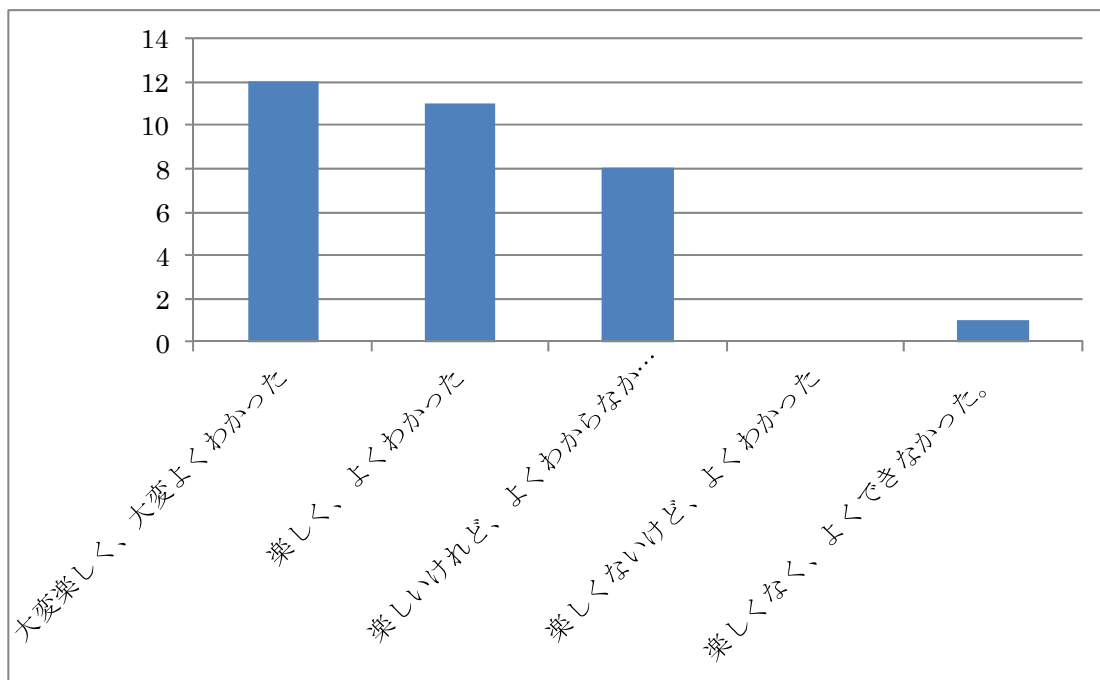
1232	1				コンピュータのテキストにのっている、見本のいろいろな等角図をコンピュータでつくることができて、よかったです。難しい等角図は、たくさん頭を使うことができるので、またはよくコンピュータを使って授業をしたいです。
1233	1				第三角法を見て、立体グリグリで立体をつくるのが難しかった。 正面から見ると見えない所などがむずかしかった。どこが欠けているかわからなくて大変だった。
1234	1				等角図はすごいなあと思いました。 コンピュータで作った立体を機械にはさんで機械が自動で等角図をつくっていくことがすごいなあと思いました。
1235			1		簡単な問題はわかったけど、むずかしくなるにつれてとっても大変でした。
1236	1				久しぶりのパソコン(小学校の時)で、少しなれなかったのと、第三角法から立体を考えるのが難しかったけど、慣れてくるととてもたのしかったです。 またやりたい。
1237	1				楽しかった。またやってみたい。
1238			1		図を書くのがとても難しかった。寸法を記入することも、ちょっと苦手でした。でもやっていけば初めよりはわかってきたのでよかったです。
1239			1		等角図を書くのが楽しい。キャビネット図はよくわからない。
1240		1			私ははじめ、難しいんだと思っていたけど、説明を聞いてやってみたらすぐにできました。 分かりやすくよかったですと思います。
1241		1			グリグリの使い方を覚えられたし、グリグリの良さなどがわかったのでよかったですと思います。

1242			1		等角図だけを見て、その形を考えることは特にとても難しかったです。その分やりがいもありました。よくわからなかったことがたくさんあったので、これから学んでいくなかで覚えたいと感じました。技術のコンピュータの授業で立体のいろいろな新しいことを見つけることができたと思います。
1243		1			等角図をコンピュータで作図するのは案の定、難しくて時間がかかったり、やり直したりで大変でした。よかったと思う点は、ステップ5までは進んで、ほとんどの図をつくることができたと思います。
1244			1		どの立体も楽しく作成することができました。ですが、難しくてよくわからない立体もあったので、次は難しいのも、作れるようにがんばりたいなと思いました。
1245			1		図があまり得意ではなかったのですが、よくわかりませんでした。が、授業自体は楽しかったです。 でも図は友達におそわってほんのすこしだけその時はちょっとわかりました。
1246		1			等角図は、パソコンではじめてやった授業だったので、すごくむずかしかったです。どうやってやるのかもわからないし、なにをすればいいのかも、わからなかったのでぜんぜん手がすすみませんでした。でも、何個目かやってるうちにだんだんわかってきたので、一人でもできるようになりました。この授業では、立体を書くことを学びました。身の身のまわりでは、立体のものしかないのです、そういうものを、立体でしかも自分で、表せるんだなと思いました。
1247	1				立体から第三角法を書いたり、第三角法から立体をつくって、とても難しかったです。
1248			1		最初やった時は、友達に聞きながらやってもできなかったけど、やっと自分で理解してできるようになったときは、うれしかったし、とてもおもしろい授業なんだなあとと思いました。

授業評価アンケートは「大変楽しく、大変よくわかった」、「楽しく、よくわかった」「楽しいけれど、よくわからなかった」「楽しくないけど、よくわかった」「楽しくなく、よくできなかった」の5項目からなっている。

結果グラフ6のようになっている。

グラフ6



「大変楽しく、大変よくわかった」は13、「楽しく、よくわかった」は11、「楽しいけれど、よくわからなかった」は8、「楽しくないけど、よくわかった」は0、「楽しくなく、よくできなかった」であった。

以下は、「大変楽しく、大変よくわかった」「楽しく、よくわかった」と記入した生徒の感想である。「段々と難しい問題になっていき、解きごたえがあってよかった。」「作図するのは楽しかった。難しい問題もあったが、乗り越えて見せた。」などの感想から、上位の生徒にも対応する問題があり、課題を乗り越え達成感を得たことがわかる。また「問題を見て、頭の中で組み立てていったものをパソコン上で書き上げていくといったことが、自分ではおもしろいと思う。」「正面から見ると見えないところなどがむずかしかった。どこが欠けているのかもわからなくて大変だった」などの感想から、生徒が試行錯誤しながらも空間的な思考力を高めようとしている意欲が見受けられた。また、「紙は（立体を）動かすことも、角度を変えてみるができないけど、コンピュータは立体を様々な角度から表現することができてすごいと思いました。」など、CADの利点を理解している様子も見られた。

「楽しいけれど、よくわからなかった」の生徒の感想を見ると、「立体を考えるのに時間がかかってあんまりできなかった、だからもう少し立体を早く見れるようにしたい。で

も友達に聞いてできた。」「簡単な問題はわかったけど、むずかしくなるにつれ、とっても大変でした。」「図は得意ではなかったのですが、よくわかりませんでした、友達におそわってほんの少しだけその時はちょっとわかりませんでした。」などであった。

生徒の作品を確認すると、下位の生徒であっても友人の協力を得ながらも1時間に最低1つの作品を完成させており、全く授業を理解していないわけではないが、難易度の高い問題には取り組むことができず、「楽しいけれどよくわからなかった」という結果に結びついていると考えられる。

まとめとしては、上位の生徒にも対応する問題があり、課題を乗り越え達成感を得たことがわかった。試行錯誤しながらも空間的な思考力を高めようとしている意欲が見受けられた。また、紙では表現が難しい形を簡単に表現できる CAD の利点を理解している様子も見られた。また感想では自己評価が引く生徒がいたが、生徒の作品を評価すると下位の生徒であっても友人の協力を得ながらも1時間に最低1つの作品を完成させており、全く授業理解していないわけではないことがわかった。ただ、難易度の高い問題には取り組むことができず、「楽しいけれどよくわからなかった」という結果に結びついていると考えられる。

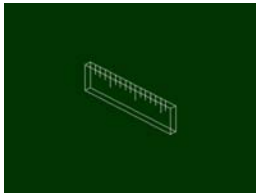


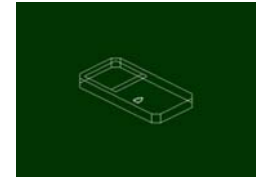
5 「CAD ソフト（立体グリグリ）のオリジナル立体の制作」につ

いての情意面の結果

4、5、6時間目に行った、「オリジナル立体の制作」についてである。この時間では、身の回りにある立体を、立体グリグリで三次元作図することを目的としている。この授業を行い、生徒に授業評価アンケートと授業の感想を書かせた。結果は表4である。

表 4

						作品名	感想	
		大変楽しく、大変よくわかった	楽しく、よくわかった	楽しいけれど、よくわからなかった	楽しくないけれど、よくわかった	楽しくなく、よくできなかった。		
1201	1					じょうぎ	最初は簡単だと思ってけど、だんだん工夫したらむずかしくなった。最後にはいいのができた。よかった。	
1202							欠席により感想なし	
1203	1					電子レンジ	思った以上に簡単にできてつまんなかった。	
1204	1					iPod	立体グリグリ作業はとてものしかったです。	

1205						定規	<p>ちょっと時間が足りなくて、定規の斜めの部分が出来なかったけど、自分だけのオリジナルができてよかったです。斜めの部分がでてればよかったのになとおもいました。今までの生活の中で、身の周りの物が、どのような設計になっているのかを考えたことがなかったので、今回の立体グリグリでどれだけ設計するのが難しいか、よくわかりました</p>	
1206	1					消しゴム	<p>最初は完成できるかふあんでいっぱいだったけど、完成した時はうれしかった。</p>	
1207	1					せんぬき	<p>最初はびんを描こうと思ったけど、後から縦が長すぎて入りきらなくなり、びんからせんぬきにかわった。せんぬきは中級と上級を組み合わせで入りきった。自分の中では文字も書くことができ、上手にできたと思う。</p>	
1208	1					ゲームボーイ	<p>立体グリグリでボタンを作る作業があって、難しかったけどなんとなく頑張ってみた。</p>	

1209	1					Ipod	中学生になって初めて「立体グリグリ」というものを使って。慣れない中だったので、難しかったけど自分が納得いくような作品ができたのでよかったです。次はもっと難しい作品に挑戦したいです。	
1210	1					ジェットエンジン	オリジナル立体で最初はやり方がわからなくて頑張っとうろうと思って一生懸命やったら、やっているうちになんだかアイデアがいっぱい出てきて、ぼくの中で一番じぶんらしい作品はなにかなと思ってできたのがこの岩木山でした。あ、これだこれにしようと思ってやっとできました。みんなに助けてもらいながらも楽しく取り組むことが出来ました。	
1211	1					アイポット	最初は簡単に見えたのですが、丸い所ができずにいたので四角にしてテレビのリモコンのボタンのように工夫しました。違う人がつくっていたアイポットの方が上手かったです。僕には、まだ技術が不足しているなと思い、その人を見習いました。またこのような機会があればその	

							人をこえることのできるような作品を作りたいです。	
1212	1					マンション	僕は立体グリグリで楽しく、取り組むことができました。僕ははじめ、スマホを作ろうとしていたのですが、あまりにも下手だったので、皆に見せるのが恥ずかしくてマンションにかえました。今度、立体グリグリで立体を作るときは、少しランクアップしたものを作ってみたいです。	
1213		1				シャープペン入れ	uni のシャープペン入れを参考にしたんですが、普通は真っ直ぐな長方形で線は平行なのに、縦の4本の線が平行ではないのです。少しくねくね感を出すための計算が難しかったです。計算ができて、実際につくってみたら、作るのは簡単でした。今度あれば自分で考えた立体を作りたいです。	

1214	1					たいに 会いた い	パソコンをつかったの授 業はとても楽しかったで す。自分で好きな形を 立体的につくって完成し た時の達成感がたまり ませんでした。	
1215	1					時計	数字を作るところが、難 しかったです。	
1231	1					えんぴ つ	このオリジナル立体を 作るときに、何にしよう かなと考えていたら、 「よしえんぴつにしよう」 と思いついて、えんぴつ を作りました。予定製作 時間は3時間と「普通 だ」と思い、そんな長く ない時間でえんぴつを 仕上げました。そのえん ぴつを書いているとき、 ちょっとむずかしかった けど、最後までやってみ たらすごい図形を完成 させました。	
1232	1					勉強机	初めて立体グリグリで、 自分の家にあるものを 作れて、とても楽しかつ たです。本だな、引き出 しなどをくふうしてくれ ました。また立体グリグ リで、身近なものや家具 などを作りたいです。	

1233	1					ケーキ	カーブをつくるのがとても難しかった。2本のカーブを同じようにするのも難しかった。カーブをつくっても直線につながらなかったりして大変でした。直線の長さが合わなかった。	
1234	1					マイルーム	はじめはなにをつくろうかまよったけど、最初に思いついた自分の部屋にしました。一番むずかしかったところは、机です。机の足を立体的にかくのが難しかったです。	
1235		1				自分の部屋	はじめははさみで作ろうと思ったけど、実際つくってみると、すごくむずかしくて作れなかったのので、途中から自分の部屋をつくりました。でも案外、自分の部屋も難しく大変だったけどちゃんと作品ができて良かったです。授業も楽しかったです。	
1236		1				筆箱	筆箱をつくるときに、底のところやまわりのところ(チャックがついているところ)のカーブとかが難しかったが、考えながら楽しく活動することができた。	

1237						家	家をつくるのは、難しかったけど楽しかった。	
1238		1				家	屋根をつくるときの、ななめの線が難しかった。ドアのぶなど、細かいところをつくるのも、難しかった。今までの生活の中で、身の周りの物が、どのような設計になっているのかを考えたことがなかったので、今回の立体グリグリでどれだけ設計するのが難しいか、よくわかりました。	
1239		1				時計	ぐるぐるまわすと、きちんと立体に見えるところがたのしかった。	
1240		1				アイポット	はじめは鉛筆かペンをつくろうと思ったのですが、長さがよくわからなくて変えました。長さや角度をしっかりと合わせないと立体にならないので難しかったです。細かく正確にやっていたので、時間がかかったけど、期限でギリギリでつくることができて良かったです。	

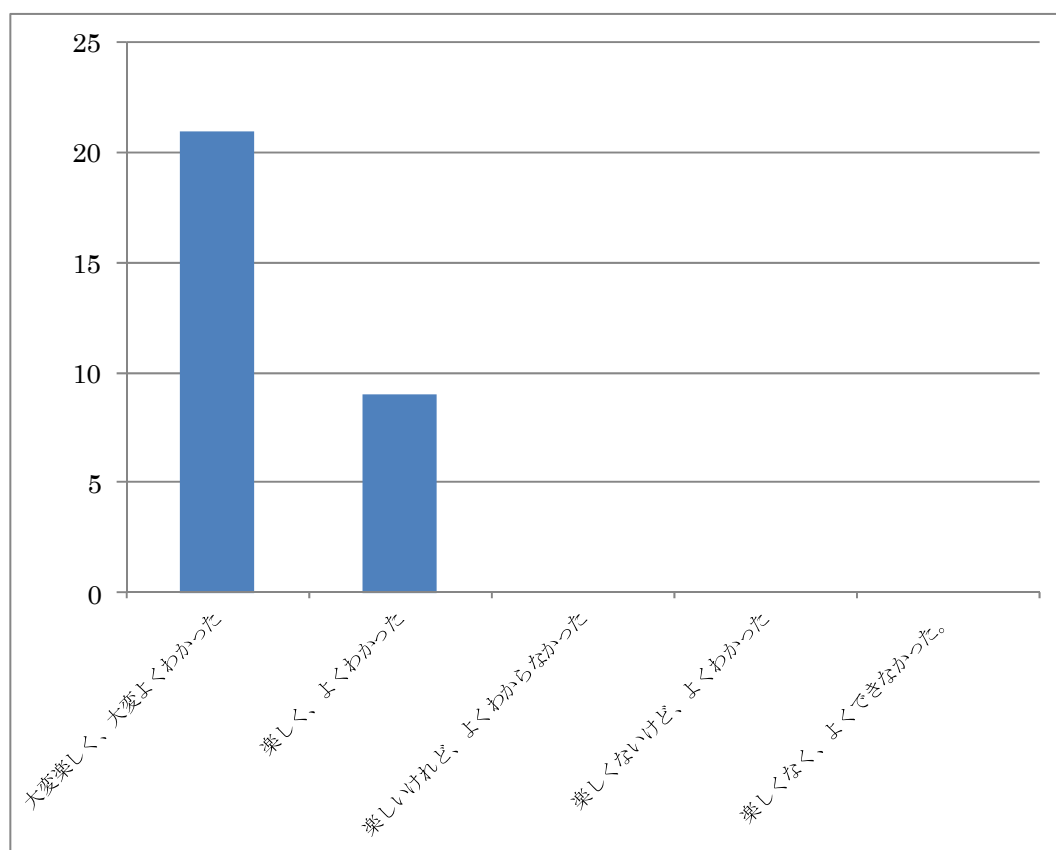
1241		1				ヘッドホン	<p>ヘッドホンは曲線が多いので、丸くするのが大変でした。完成させることはできなかったけど、楽しくできたと思いました。グリグリ使い方もよくわかったので良かったです。単純に立体グリグリはおもしろかったです。今まで3次元作図をあまりやっていないということもあるだろうし、実際にできた立体をいろいろな角度から見るのができたり、それを使って足りない線を発見することができました。これを機会に、自分は作図の時に3次元で頭の中で考えるということが少しできるようになったと思います。</p>	
1242		1				マウス	<p>作り方が難しくて理解できなかったことがあると思うので残念です。実際に紙に書くよりもコンピュータの「立体グリグリ」の方が簡単に操作できましたが、その分難しくてあまり技術が得意ではないので大変でした。それでも少しずつ理解をし、楽しく授業ができたのではないかと思います。</p>	

1243	1					コンセント	<p>見た目はシンプルで簡単そうでしたが、作ってみると間隔がバラついたり、長さがそろわなかったりしてとても大変でした。コンセントの裏側は見たことがないので複雑につくることは出来ませんでした。自分にあったレベルで挑戦できたのでよかったです。外側のななめになっている所も調整して作れたのでコンセントっぽくなったと思います。今までの生活の中で、身の周りの物が、どのような設計になっているのかを考えたことがなかったので、今回の立体グリグリでどれだけ設計するのが難しいか、よくわかりました</p>	
1244		1				ペットボトル	<p>こまかい部分や、斜めの線が大変でした。最後までつくることができなかったので、すこし悔しいですが、オリジナルの作品をつくることのできたのでよかったです。</p>	
1245	1					シャーペンのケース	<p>立体グリグリはとっても楽しかったです。でも立体なので少し難しいところもあって、友達に教えてもらったこともあるけどできました。</p>	

1246	1					本	<p>立体グリグリで、わたしは本をつくりました。最初は ipod をつくろうと思っていました。けど、本も作りたかったので ipod はやめて本をつくりました。本は、ただ四角(長方形)をかけば「いいのかな」と思いましたが、それだけでは本ではないので、1本1本線を引いていきました。それが、すごくめんどくさかったです。そのあとに、まんやかに「本」と書かなきゃいけなくて、すこし長さを調節するのが難しかったけど、最後には完成できたのでよかったです。</p>	
1247	1					いす	<p>イスの足を4つもつくって大変でした。少しずれたり、バランスが悪かったりしました。あと座るところなど高さをつくらないといけなくて、何度も失敗したけど、思った以上にうまくできてよかったです。</p>	
1248	1					テレビとテレビたな	<p>自分で立体の形から考えてつくるのは、少し難しかったです。だけど、考えが浮かんで作っている時はとても楽しかったです。完成した時はうれしかったです。今まで</p>	

							の生活の中で、身の周りの物が、どのような設計になっているのかを考えたことがなかったので、今回の立体グリグリでどれだけ設計するのが難しいか、よくわかりました	
--	--	--	--	--	--	--	---	--

グラフ7



アンケートの結果はグラフ7のようになった。結果は「大変楽しく、大変よくわかった」は13、「楽しく、よくわかった」は11となった。この結果から、「オリジナル立体の制作」の授業はおおむね生徒に好評だったことがわかる。さらに詳しく分析をする。完成した作品を観察すると、比較的簡単に制作することができる。直線と90度の角度を組み合わせた立方体的な作品、直線と90度以外の角度を組み合わせてできた作品、90度以外の角度と直線を細かく引いてできた曲線を組み合わせた作品、材料の厚さを考えた作品などある。これらの作品から、生徒が自分の能力に応じて作品を制作することができ、完成

した作品に生徒自身が達成感を得ることができた。それがアンケート結果で肯定的な意見が多く出た結果となったと考えられる。

次に、生徒の感想からの分析を行う。生徒の感想から、特徴的なものを取り出してみる。「今までの生活の中で、身の周りの物が、どのような設計になっているのかを考えたことがなかったので、今回の立体グリグリでどれだけ設計するのが難しいか、よくわかりました。」この感想から、ものづくりの基本である設計の大切さを知る。

「単純に立体グリグリはおもしろかったです。今まで3次元作図をあまりやっていないということもあるだろうし、実際にできた立体をいろいろな角度から見ることができたり、それを使って足りない線を発見することができました。これを機会に、自分は作図の時に3次元で頭の中で考えるということが少しできるようになったと思います。」

「uni のシャープシン入れを参考にしたんですが、普通は真っ直ぐな長方形で線は平行なのに、縦の4本の線が平行ではないのです。少しくねくね感を出すための計算が難しかったです。」

「今回、立体グリグリというものをやってみて、紙で書くよりもとても立体を書きやすいし、保存も簡単で楽に線を消せることがとてもいいと思いました。紙の方が良い点がありますが、パソコンの方が長所は多いと思います。」

これらの感想から読み取れる結論は、「オリジナル立体の制作」の授業を通して、

- ・ 難易度の高い課題に対しても意欲的に取り組み、作品を完成させたときの達成感が大きいこと。
- ・ 立体を三次元で捉え、空間認識が高まっていること、また空間を座標としてとらえ、線を作成するときに数値を計算して作図することができるようになったこと。
- ・ 設計に大切さと難しさを体験的にとらえることができること。
- ・ 一度設計してしまえば、細かい変更が簡単にできたり、紙の設計図では作図が困難な形状を簡単に設計・表示できることや、データを共有できるなどの CAD の利点を感じることができる。



である。



6 「簡易型 NC 教材を活用したキーホルダーの制作」についての情




意面の結果


「簡易型 NC 教材を活用したキーホルダーの制作」の授業概略は以下の通りである。まず立体グリグリを用いて、作りたい形のデータを作成する。次に作成したデータをグリロボに読み込ませ、スチロール板の加工を行う。そのスチロール型を鋳型に入れ、鋳砂で突き固める。型を抜き取り溶かした合金を流し込み、冷却した後、やすりがけを行い、キーホルダーを仕上げる作業である。いわばコンピュータによる製作と鋳造を融合した教材である。下の表 は、この授業を終了した後、生徒に書かせた授業評価アンケートと、授業の感想であり、グラフ は授業評価アンケートの結果である。



表




1					<p>鋳造で木のキーホルダーを作ってみて、ぼくはいかないと思いました。そうしたら鋳砂からうまくスチロールの型を取れて、うまくキーホルダーがくれた。あと弓のこであまった金属部分をきれいに切り取れた。最後にやすりがけできれいにできた。</p> <p>将来、CAD/CAM でもっともっというろなものを作りたい。CAD/CAM は本当になんでもつくれるもので色々な発想をして、なんでもつくりたい。</p> <p>コンピュータのものづくりでわかったことは、色々な物につかったり、色々な設計を立てたり、色々な物をつくるために機械をコンピュータでできるのがすごいと思いました。</p>	
1					<p>僕は CAD/CAM はすごいと思いました。なぜならコンピュータに自分のつくりたいかたちをつくるだけでいろいろ</p>	




				<p>な形をつくることができるからです。</p> <p>僕は鑄砂でほんとにうまくキーホルダーをつくれるのかと思っていましたが、きちんとグリロボでつくった形ができてびっくりしました。</p>	
1				<p>鑄造の型を取りだすのが大変難しかったです。それで頑張ってやったら、少しは上手にいったのでよかったです。時間が足りなかったけど、少しはきれいにやれた。</p> <p>CAD/CAMについては、自動化生産は良いけれど、職につけなくなる人も出てくるので人の手も必要だ。</p> <p>将来ものづくり技術では、さらにすごいものができて、人と安全に過ごせる日があればいいです。</p>	
	1			<p>グリロボで最初に作った型は、細すぎで失敗してしまったけれど、2度目に作った型はうまくせいこできてうれしかった。やすりがけできれいにピカピカつるつるに出来たけど、多少のぼこぼこは残ってしまった。特に、かぎ穴の部分を細いやすりで少しずつ、穴を広げていくところは苦労したが、きれいなかぎ穴をつくれてよかった。</p> <p>CAD/CAMについては、PCで自動車づくりの映像を見て驚いた。プレスは機械でやるのはわかっていたが、溶接をまるで人の手のように細かく動かして部品と部品をくっつけていたのはすごいと思った。あまりにもたくさんのロボットアームが細かい動きをしていたので、気持ちが悪かった。</p> <p>組み立てはさすがに人の手で丁寧に行われていた。人の技術もすごいなと思った。</p>	


				<p>これからの自動車の生産は、すべての作業がロボットで自動化されていくのではないかと思った。CAD/CAMをつかえば、何でもつくれる時代が来るのではないかと思った。その時は10年後、20年後、何年後かはわからないが、自分が生きているうちに、その時代がきてほしいと思う。</p>	
1				<p>僕は、自分でものを作るのは好きではないが、グリロボを使って作れば、楽しくつくれるし、自分の作りたいものがうかんでくるのですごいなと思いました。今の時代でしかできないかもしれないなと感じました。また「CAD/CAM」。これがなければコンピュータにいい作品をつくっても、意味がありません。自分で作れば、自分が作りたいものじゃなくなるし、もし違ったらやる気がなくなります。CAD/CAMがあれば、自分が作りたいものをそのままつくってくれるので、便利だなと感じました。けど、最後は自分でやすりがけをしないときれいな作品にならないと感じました。</p>	
	1			<p>CAD/CAMであんなキーホルダーはできるわけないと思っていたけど、CAD/CAMでできたので時代は変わったんだなと思いました。</p>	
1				<p>僕の鑄造用の型はとても細かく、小さくてとても大変だったけど、時間をかけてゆっくり、慎重に鑄砂から取り出すことができた。弓のこも、体全体を使い、切断することができた。やすりをかける時間はあまりなかったけれ</p>	



				<p>ど、短時間で頑張って磨くことができた。</p> <p>CAD/CAMによって自動化された生産がある世の中だけでも、車の動画を見て、最終的には人の手で完成させなければいけないということがわかった。</p> <p>ものづくりの将来は、最初から最後まで最初から最後まですべて機械やコンピュータで生産(製作)されているのかなを僕は思います。この授業ではある程度の CAD/CAM が自分にもできるようになった。いい経験だったと思います。</p>	
1				<p>凸凹のバリを取ったりするのが大変だったけど、楽しかった。色々な形に挑戦してみたい。</p> <p>CAD/CAM は楽で良いと思う。簡単に CAD/CAM でものを大量生産できるなんてすごいと思う。逆にそれを作る人もすごい。これだったらこの先何十年とかすれば、もっと良いものが開発されたりすると思う。</p> <p>グリロボやグリグリが家にあれば、もっと色々な物をつくりたい。あと、合金もほしい。</p>	
	1			<p>CAD/CAM をつけた授業では、はじめてコンピュータで「設計」をしたので、慣れなかったけど楽しくできた。</p> <p>鋳造では型がつかれず、自分が考えた形ができなかったけど、金属を流し込んでキーホルダーなどにすることができるとわかってびっくりしました。</p> <p>今では服も設計できるということで、コンピュータはすごいと思った。こういった体験はもうできないと思うので、こ</p>	




					の授業があって良かったです。	
1					<p>グリロボでうまくスチロールを取ることが難しく、ピンセットで粘土がくずれたところをピンセットでうまくかたちをそろえたりして金属をうまく作ることができました。自動化された生産では、いま世界どんどん良くなる方法が作れるようになってねんどを使って車の形をつくっていたものが、ほとんどパソコンをつかってできて世界はとても楽に作れるものができているんだとわかりました。</p>	
	1				<p>僕は、グリロボで作った型でキーホルダーを作るという授業を言われた時に、難しいんじゃないのかと、自分にできるのかなと不安な気持ちになったのですが、意外と簡単にできていたのですが、鑄造に入った時からが大変で、気を組み立てて釘を打つところからもう難しくてなんとか砂を入れて型をとる所まではいけましたが、その型を削ったり切ったりする所も苦戦しながらなんとかできましたが、途中はんぱで時間切れとなってしまって、未完成のまま終わってしまいました。それでも自動化された生産を体験できたのは良かったです。これからは、機械としてのものづくりを強力にしていけば、世の中で役に立つのではないかなと僕は思ったのですが、今でも十分強力なのかと思いました。このような授業の機会があって良かったです。</p>	




	1			<p>僕は鋳造で初めて、液体の金属を見た時はすこし驚いた。もっと鋳造でいろいろな物をつくってみたいと思った。</p> <p>CAD/CAM でつくってみたいものは、高性能な小型ヘリをつくってみたいです。そのために今から CAD/CAM をもっと勉強したいです。</p>	
1				<p>僕は鋳造で難しかったのが、砂を詰める作業でした。最初は簡単だと思っていたんですが、やってみると砂がちゃんと固まっていなかったり、スチロール型のとなりにつける部品がずれていたたりして、できませんでした。でも、時間がかかったけど最後にはできました。そして、先生に金属を入れてもらったら、広い範囲に金属が広まってしまいました。弓のこをつかって切り取ることはできましたが、やはり時間がかかってしまいました。なので、キーホルダーを磨く時間が少なかったです。でもちゃんと形にはなっていたので良かったです。</p> <p>物づくりは大変だと思いました。この作業をしてみて、ものをつくるには、コンピュータを使って設計し、間違えたところはすぐに消せるので、コンピュータは今、とてもものづくりに役立っているなあとおもいました。</p>	
1				<p>とても楽しかったです。自分の思う物をコンピュータで三次元作図して、そこから機械を通じてこっちの世界にもちこむということが出来るのは、CAD/CAM という加工があるからだと思いました。どんな形だって立体にしかもふれることのできるものにする。</p>	



				<p>この技術はただものではないと感じました。今では、3D プリンターなどのすごい物まで世界は作り上げてしまったんですから、ここから先の技術の進化はぼくにはまったくわかりませんし、つくっている人はそれを完成させるとそういうこともできるのかと、驚かされるでしょうと、正直ものづくりの将来をとて僕は楽しみにしています。</p>	
	1			<p>鑄造で鑄砂からスチロール型をとる作業がすごく難しかったです。ものづくりの将来が今後どうなっていくか気になります。</p>	
	1			<p>鑄造をやってみて、難しかった所は、鑄砂からスチロールの型を取り出す作業です。そのスチロールを鑄砂からぬくときにちょっと崩れてしまった時があつて、崩れたらもう一度やろうと決めてやりました。二回目にやったらうまくいきました。やすりを使って磨いているときに中に小さい穴がなって大きなやすりは入らないと思ってやって、次の時間から小さいやすりを使ってせまい部分も削りました。</p>	
1				<p>私はこの授業でいろいろなことを学びました。</p> <p>CAD は</p> <p>Computer コンピューター</p> <p>Aided 支援</p> <p>Design 設計</p> <p>CAM は</p> <p>Compute コンピューター</p> <p>Aided 支援</p> <p>Manufacturing 製造</p> <p>の役だということや、身の周りにある</p>	



				物が鋳造でつくられていること。例えば橋のプレートなども鋳造で作られていました。楽しく学べてよかったです。	
1				<p>鋳造で、最後、みがいた分だけきれいになって形もきれいになってすごいと思った。スチロールの型をグリロボで作っていて、みんなちがう形なのに、すぐにその形で作っていたのがすごいと思った。</p> <p>CAD/CAM はどんな大きさでも、どんな形でも立体的にして、紙に書くより目で見てわかりやすくなっていることが技術は進んでいるんだと思った。</p> <p>これからは、どんなものでも、CAD/CAM を使って設計して生産していくことになると思う。でも、最後の細かい所や仕上げなどは人の手をつかわないといけないということがわかった。コンピュータで設計すると、紙で書いた時には見えないような裏側がはっきり見れることがわかった。</p> <p>鋳造で作った時の、人の手で鋳砂を固めたけど、この作業も機械を使ってできるようになるのかなと思った。</p> <p>コンピュータを使うと、設計するの、生産するのも、はやくできるようになることがわかった。</p>	

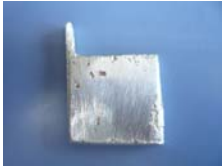

1				<p>コンピュータ室で、車が製造されているところを見て、とてもすごいなと思いました。機械がものすごくたくさんあって、機械の動きがすごくこまかったです。車を作る機械もすごいけど、機械を作った人の方がすごくすごいななと思いました。</p> <p>わたしは CAD/CAM で、人の手伝いができるロボットを将来つくってみたいななと思いました。その理由は、今日本は老人がたくさん増えていっているの、老人ホームが必要になっています。今その老人ホームで働く人が少なくなっているの。人の手伝いをするロボットを作ると、老人ホームで働く人の手助けになるのではないかなと思いました。</p>	
1				<p>今回の授業はとても楽しく興味を持ってやることができました。まず初めにスチロールの型を作りました。このスチロールの型をつくるのにもすごく苦労しました。「星」の型は思ったよりも難しく、バランスもとれなく大変でした。でもなんとか完成しました。(ちょっとバランスが変だったけど...)そしてスチロールの型を鑄砂という砂を使って、金属を流し込む型を作りました。ここで一番大変だったのは鑄砂からスチロールの型を抜こうとすると、まわりの鑄砂が崩れて大変だったけど、なんとかめくことができ、その型に金属を流し込みました。</p>	


1				<p>鑄砂で、スチロールの型が壊れて、少しほかの人よりも遅れていたかもしれないけど、自分で作った型で何かができるのは、とてもうれしかった。</p> <p>CAD/CAM が自動車などを作るときに、とても使われているということを知った。</p> <p>自動化された生産は、便利だけど、やっぱり最後は人の手できちんと確認しているということなので、身の周りのものも、安心して使えるなと思った。</p> <p>鑄造の時、スチロールの型に溝をつけて、そこにピンセットを入れて取ったら、スポツととれた。</p>	
1				<p>今回、キーホルダーを作る作業はとても楽しかったです。特に金属をとかしてドロドロになったところはすごかったです。金属を溶かした後は、型に入れて、かたまったら取り出し、いらなところは弓のこを使って取り、そのあとにやすりできれいに磨いていきました。この磨くときにけっこう時間がかかったけど、きれいになっていくのが面白かったです。</p> <p>私たちの身の回りにある、ほとんどの製品が CAD で設計していて、CAM で加工されていることがわかり、すごいなーと思いました。</p>	
1				<p>CAD/CAM のように、あまり人の手を使わずに、コンピューターやロボットを使って生産すると、誤差があまりないと思うので、いいと思います。これからの物づくりは今よりもっと自動化されると思います。</p> <p>鑄造では、鑄砂からスチロールの型</p>	

				<p>を取り出すのが難しかったです。4回で成功しました。金属を入れる時にとてもきれいでした。よく見ていると、固まっている様子もわかりました。やすりがけは大変だったけど、少しはきれいになったと思います。</p>	
	1			<p>一時ハブニングもあったが、なんとか鑄造を終えられてよかった。今私が着ている服も、車も、いろいろ全てコンピュータで作られていることにびっくりした。スチロールの型を鑄砂からとるのは本当に大変だった。弓のこでけずるところが楽しかった。やすりが手にあたっていたかった。鑄造たのしかった。CAD/CAM すごいと思った。</p>	
			1	<p>私は CAD/CAM というのは名前しか知らなくて、くわしいことはなんにもわからなかったけど、授業をしていくうちに少しだけわかってきました。</p> <p>今の時代、ものをつくるときはだいたいのもに CAD/CAM が使われているんだということがわかりました。</p> <p>鑄造をするときは、スチロールの型がうまく取れずに苦労しました。もともと細かい作業が好きではないので、スムーズにはできませんでしたが、なんとかできてよかったと思います。</p> <p>自動車などの部品作りにも CAD/CAM は使われているのすごいいとおもいました。ものをつくるさい、ほとんどのものにコンピュータが使われていつということに少し驚きました。</p>	
1				<p>鑄造の授業では、CAD/CAM をつけた作図が難しかったです。私は音符を作ったのですが、カーブが難しかったです。</p>	

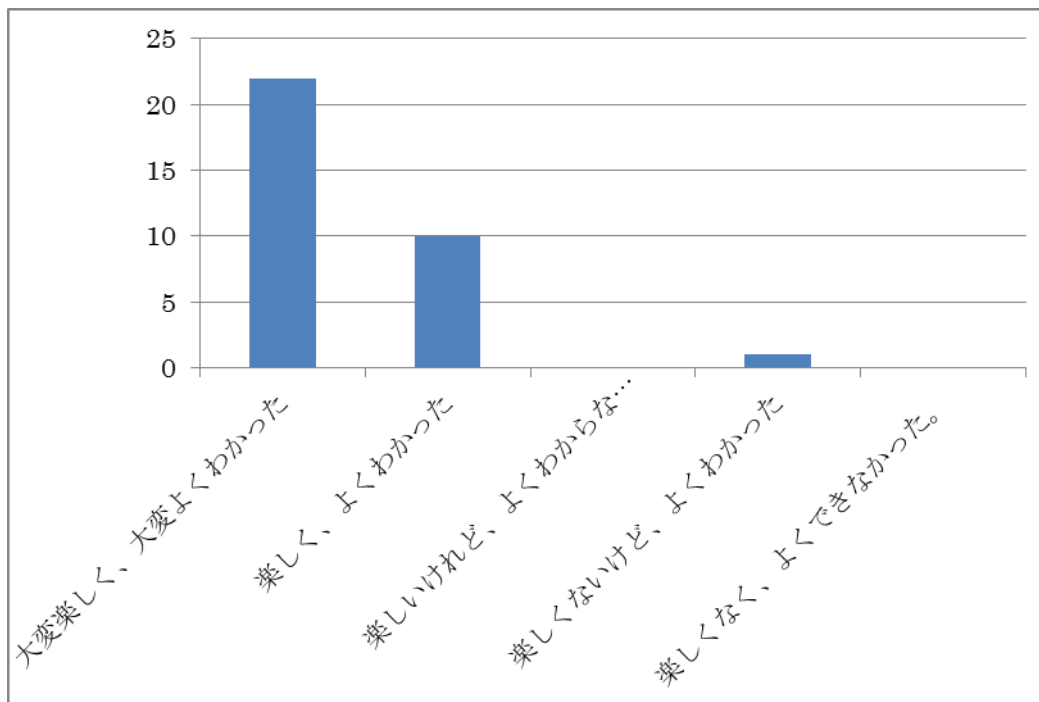
				<p>自動化された生産については、機械にプログラムを入れるだけで動いてくれるので、効率もいいし、コンピュータはすごいなと思いました。これからはコンピュータは進歩し続けてほしいなと思いました。</p>	
1				<p>立体グリグリを使って形を作るとき、形の左右の大きさを同じに作るのが難しかったです。CAD/CAM でスチロール板を加工して、グリロボを動かし、簡単に立体グリグリでつくった形をそのままスチロールでつくってしまう技術がすごいと思います。できたスチロールを鋳造するときは、砂をつめるところから始まり、合金を流し込むとスチロールでつくった形がしっかりできいてよかったです。できた形を磨くときは、磨けば磨くほどきれいになり、自分の思った形にすることができました。</p>	
1				<p>鋳造の作業で一番大変だったのはやすりがけでした。でこぼこの表面を全てきれいにみがくのが時間をかけてもなかなか削れませんでした。そして楽しかったことは、金属を型に流し込む作業でした。金属が溶けていくのははじめてみて、すごく楽しかったです。</p> <p>CAD/CAM を使った型の製造では、細かい所をできるだけこわさないように形を整えられてよかったです。スチロール型を鋳砂からとるときに、くずれそうになったけど、友達が支えるのを手伝ってくれたので何とかできました。うれしかったです。弓のこで溶かすための金属を切る作業を手伝った</p>	

				<p>しましたが、全然切れなくて大変でした。</p> <p>これからの将来はもっと CAD/CAM が進んで、人の役に立っていきなりたいと思います。</p>	
1				<p>CAD/CAM があると、コンピュータで設計したものをそのまま製造することができるので、とても便利で、これからも、どんどん使われていけばいいなと思いました。</p> <p>ものづくりはどんどん進歩していくので、もっと新しいものが増え、もっと便利で安心して使えるものができると、すごいなと思いました。</p> <p>鋳造では、鋳砂からスチロールの型を取るのが難しかったです。初めての体験が多かったので、学んだことがたくさんあるので、これからの生活に生かしていきたいです。</p>	
	1			<p>鋳造でグリロボで形を作るときなどとても難しい所もありました。でもとなりにいる友達に教えてもらってできました。かたぬきは多少くずれたりしたけど、きれいにぬくことができました。やすりかけはあまりきれいにできませんでした。けど、やすり以外はできたので良かったです。</p> <p>CAD/CAM で立体にすることがとても大変でした。CAD/CAM が一番自分ではとっても難しかったです。立体は前だけでなくうしろがわも考えなきゃいけないので大変でした。</p>	

	1			<p>この授業は、パソコンを使って(グリロボ)作っていきました。その後に、鋳砂でスチロールの型をかためて、型が崩れないように取りました。金属を流して固まったら、やすりでけずっていきました。</p> <p>型が崩れないようにとるのはむずかしかったし、金属がずれて、自分の手をやすりにかけてしまったりして、すごくむずかしかったし、大変でした。</p> <p>でも金属を溶かして型に流し込む所や、金属を磨いて”ピカピカ”になるのは初めて(?)見たので、この授業は貴重な体験になったし、楽しくできたのでよかったです。</p> <p>パソコンやボールペンなど、私たちが使っているもの、身の回りにあるものは CAD/CAM で作られているものです。CAD で設計して、CAM で仕上げや検査をします。これらは、手作業でやっていて、コンピュータ化されているのに、手作業はすごいなと思います。</p>	
1				<p>グリロボで星の形を作って、少しバランスがわるかった。鋳砂を固めるとき、何回もたたかないといけなくてとっても疲れた。でもスチロールを上手に取ることができてよかった。弓のこであまった金属を切るとき、星の形を少し回して切っていった。最後にやすりを使ってキーホルダーを磨いた。横の所や表の部分、裏の部分を頑張って磨いた。最初バランスが悪かったけど、磨いていったら少し良くなった。</p> <p>今まで知らなかった CAD/CAM で、つくられたものがたくさんあって、将来</p>	

					はもっと CAD/CAM でつくられるものが増えると思いました。	
1					<p>私が授業で一番楽しいと思ったのは、キーホルダーを磨くところでした。磨くときは、けっこうな力があるので疲れましたが、上手にいったのではないかなあと思います。逆に難しいと思ったのは、砂を固めてとる所でした。3回ぐらい失敗してしまい、うまくいかなかったので、4回目のときは砂をこれでもかというほど固めたら上手くとることができたので良かったです。</p> <p>CAD/CAM でわかったことは、今の時代はいろんな物がコンピュータで設計されて作られているということです。テキストにも載っていたように、スカイツリーも CAD で設計されたとあるので、今はいろんなところで活躍していますすごいなあと思いました。それと、やすりがけをしているときに、やればやるほどきれいになっていくので、もっとやりたかったです。</p>	

グラフ 8



大谷によると、ある授業終了後に授業に対しての子供の認識面の意識と情意面を探る 5 段階の評定尺度による簡単なアンケートを生徒授業評価尺度法と呼ぶ。これは 1. 大変楽しく、大変よくわかる 2. 楽しく、よくわかる 3. 楽しいけれど、よくわからない 4. 楽しくないけど、よくわかった 5. 楽しくなく、よくできなかった の 5 項目を生徒に選ばせるものである。そして、楽しいが 9 割以上、よくわかるが 8 割以上なら、この授業は成功していると判断している⁽¹⁵⁾。

「簡易型 NC 教材を活用したキーホルダーの制作」の授業を終了し、生徒に行った生徒授業評価尺度法の結果はグラフ 8 のようになった。「大変楽しく、大変よくわかった」は 22、「楽しく、よくわかった」は 10、「楽しくないけど、よくわかった」は 1 であった。これらの結果により、「楽しく」の割合は 9 割 7 分、「よくわかった」の結果は 10 割であり、この授業は成功していると判断される。

生徒の感想から、さらに授業分析を行っていく。

まずは、「ものづくりに対する意欲の向上」が見られる。感想の中に「将来、CAD/CAM でもっともっと色々なものを作りたい。CAD/CAM は本当になんでもつくれるもので色々な発想をして、なんでもつくりたい。」といった感想や、「CAD/CAM でつくってみたいものは、高性能な小型ヘリをつくらたいです。そのために今から CAD/CAM をもっともっと勉強したいです」といったように、具体的に作りたいものを挙げ、CAD/CAM についてより深く学びたいという意欲の向上が見られた。

また「これからの生産の在り方について」生徒が自分の考えを持ったことがわかる。「これからの生産は、すべての作業がロボットで自動化されていくのではないかと思います。」

CAD/CAM を使えば何でもつくれる時代がくるのではないかと思った。」という意見や、「ものづくりの将来は、最初から最後まですべて機械やコンピュータで生産（製作）されているのかなと僕は思います。」など、これからの生産の主流が、自動生産になっていくことを予想している生徒がいる。「これからは、どんなものでも、CAD/CAM を使って設計して生産していくことになると思う。でも、最後の細かい所や仕上げなどは人の手をつかわないといけないということがわかった。」とあるように、自動生産だけでなく、人の手も必要だという意見も見られた。また「わたしは CAD/CAM で、人の手伝いができるロボットを将来つくってみたいなあと思いました。その理由は、今日本は老人がたくさん増えていっているのです、老人ホームが必要になっています。今その老人ホームで働く人が少なくなっているのです。人の手伝いをするロボットを作ると、老人ホームで働く人の手助けになるのではないかなと思いました。」とあるように、現代社会の問題点を考え、それをよりよく解決するためのロボット開発の考えを持った生徒もいた。

また「自動生産についての問題点」を指摘する感想があった。「CAD/CAM については、自動化生産は良いけれど、職につけなくなる人も出てくるので人の手も必要だ。」とあるように、自動生産することにより、それまで働いていた人手が不要になり、人が働く場所が少なくなってしまうことを指摘する意見が見られた。

最後にのせるこの感想が、ものづくりの楽しさ、CAD/CAM の長所、これからの生産の在り方について書かれており、この授業を集約したものといっても過言ではない。

「鋳造で、最後、みがいた分だけきれいになって形もきれいになってすごいと思った。スチロールの型をグリロボで作っていて、みんなちがう形なのに、すぐにその形で作っていたのがすごいと思った。

CAD/CAM はどんな大きさでも、どんな形でも立体的にして、紙に書くより目で見てわかりやすくなっていることが技術は進んでいるんだと思った。

これからは、どんなものでも、CAD/CAM を使って設計して生産していくことになると思う。でも、最後の細かい所や仕上げなどは人の手をつかわないといけないということがわかった。コンピュータで設計すると、紙で書いた時には見えないような裏側がはっきり見れることがわかった。

鋳造で作った時の、人の手で鋳砂を固めたけど、この作業も機械を使ってできるようになるのかなと思った。

コンピュータを使うと、設計するのも、生産するのも、はやくできるようになることがわかった。」

7 「事後アンケート」結果について

単元「製図とコンピュータ制御による生産」を終了し、生徒の生産に関する意識がどのように変化したかを調査するために事後調査を行った。調査方法は以下のようにおこなった。

対象：1年生

時期：「製図とコンピュータ制御による生産授業」の単元が終了した後

方法：アンケート方式（アンケート用紙は別紙参照）

テーマ「自動車をつくる」というテーマを与え、一番はじめに思いついた言葉を書かせ、さらにその言葉に連想（イメージ）する言葉を4つ書かせる。その後、更にテーマから連想する言葉を2つ書かせ、それに関連する言葉をそれぞれ4つ書かせた。結果は表のようになった。

1201	部品	タイヤ	設計	キャド キャム	テスト	走る力
		ミラー		実際の形をつくる		とまる力
		ボンネット		実際の形をつくうつす		曲がるか
		ネジ		色		ライトがつくか
1202	大きい車	ワゴン車	バス	広い	リムジン	広い
		リムジン		大きい		大きい
		トラック		人が何人も乗れる		いすが普通の車と違う
		バス		いすがたくさん		高い
1203	製作	プレス	会社	トヨタ	自動車	水素で走る
		溶接		ダイハツ		電気で走る
		組み立て		ホンダ		ガソリンで走る
		検査		日産		電気とガソリンで走る
1204	機能	ハイブリッド	環境にやさしい	水素で走る自動車	デザインがカッコいい	スポーツカー
		スマートアシスト		電気で走る自動車		ベンツなどの外車
		アイドリングストップ		低燃費		

		ブレーキアシスト		クリーンディーゼル車		
1205	シートベルト	新幹線	電気自動車	太陽発電	石油	バイク
		安全第一		ハイブリッド		トラック
		バス		蛍光灯		飛行機
		飛行機		豆電球		船
1206	鉄を集める	組み立て				
		プレス				
		塗装				
		溶接				
1207	機械	CAD・CAM	部品	イス	エコな車	エネチャージ
		精密		タイヤ		高額
		複雑		ボディ		電気自動車
		危険		エンジン		地球にやさしい
1208	タイヤ	ホイール	種類	レガシイ	エンジン	質のよさ
		ゴム		ポルテ		強力
		気圧		ハイエース		馬力
		見た目		ワゴン R		車の心臓部
1209	機械	溶接	テスト	衝撃	タイヤ	丸い
		塗装		走行テスト		4つ
		車の型		ハンドル		厚い
		早い		タイヤ		重い
1210	LED	正面に取り付ける	電動	ドア	高速道路	車線
		ナビのボタンのライトをつくる		窓		駐車場
		オートライト		ナビ		スピード
		ナンバーを照らす		空気清浄器		ブレーキ
1211	販売	電気自動車	会社の人	生産	機械	技術がある
		大型トラック		作る		動く
		ワゴン車		販売		自動
		軽トラック		提供する		役に立つ

1212	溶接	コンピュータ	設計	指導者	部品	コンピュータ
		電気		人		人
		熱		コンピュータ		金属
		ロボット		ロボット		設計図
1213	今なにが流行か考える	燃費	設計図	改良	点検	タイヤ
		デザイン		必要な部品		エンジン
		エコカー		寸法		ブレーキ
		安全性		イメージ		使いやすさ
1214	ものづくり	グリロボ	車の部品	ガラス	自動車	水素
		CAD・CAM		ハンドル		燃費
		鋳造		エンジン		エコ
		コンピュータ		タイヤ		二酸化炭素
1215	ロボット	CAD・CAM	トヨタ	愛知	プレス	塗装
		動く		会社		溶接
		コンピュータ		ダイハツ		組み立て
		機械		ホンダ		つぶす
1231	プレス	押して形をつくる	塗装	色付け	さび防止	液にひたす
		切り分ける		色だけ塗る		
1232	人が乗る	実験	作図する	コンピュータ	機械でつくる	たくさんの種類
		こわれにくい		手書き		何個でも
		安全		粘土でつくる		コンピュータから情報を受け取る
		安心して乗れる		人の手で		人の手をあまり使わない
1233	コンピュータ	簡単	大きい工場	たくさんある	大きい	難しい
		新しい		広い		苦労
		見やすい		人がたくさん		大変
		早い		精密		人手がたくさん必要
1234	自動車工場	機械がたくさん	設計	色	人	機械ができないことをする

		数がすくなそう		形		たしかめる
		大きい		機能性		車を売る
		車がたくさんある		話し合う		車を運転する
1235	欠席					
1236	ガソリン車	排気ガスがでる	電気自動車	最近多い	設計する	走りやすさ
		低燃費が良い		ガソリンで走る車よりも値段が高い		デザイン
		電気自動車よりも多い		ECO		色
		ガソリンが高くなってきた		モーターで走る		ニーズ
1237	車を売る	人が乗る	人が乗る	車にガソリンを入れる		
		店に売る		道路を走る		
		人が買う		古くなってくる		
		輸出する		ちがう車をかう		
1238	CAD/CAM	コンピュータ	自動化された	物作りが楽に	ロボット	正確になる
		立体的な製図		大量生産		機械
		インテリアなどの製図		作業が正確		人手が少なく
		技術		便利になった		物作りが楽に
1239	プレス	溶接	自動車に乗る	事故	タイヤ	パンク
		チェック(安全かの)		人		雪
		溶接		ハンドル		夏タイヤ
		塗装		座席		冬タイヤ
1240	製図を考える	難しい	機械	すごい	部品がたくさん	機械

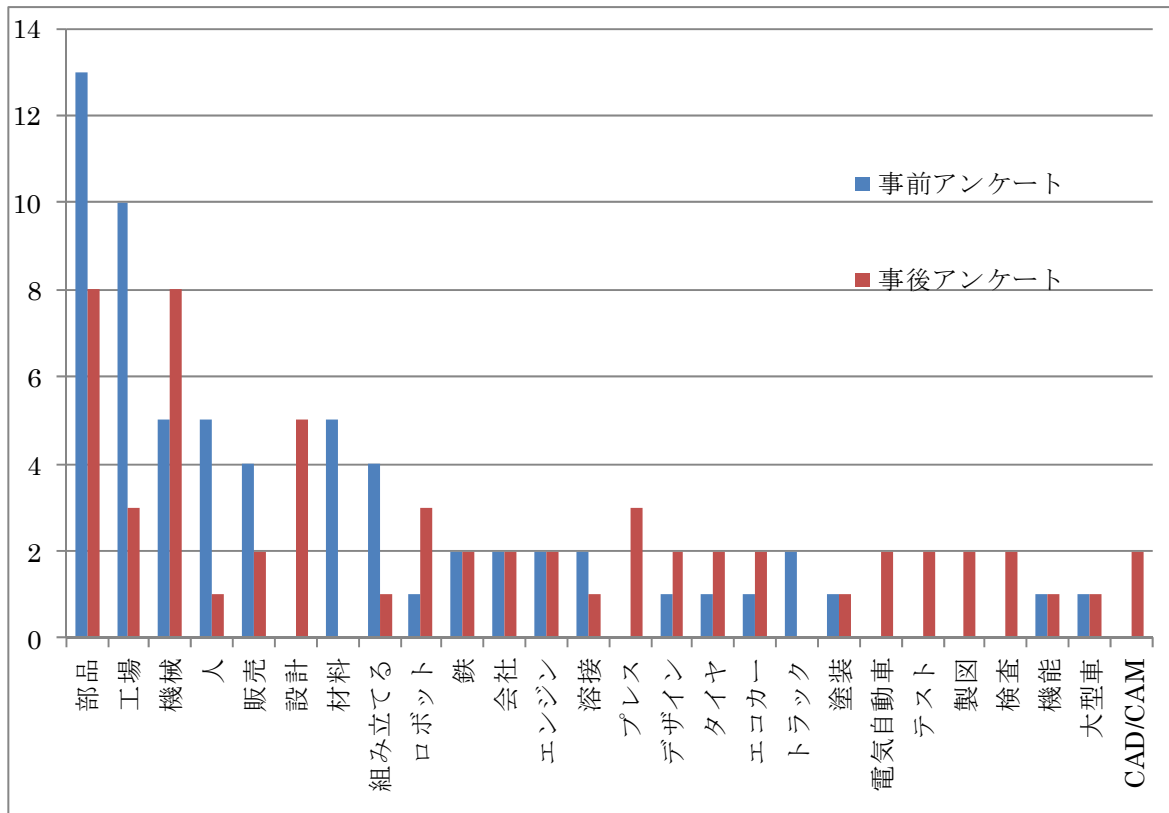
		人		部品	ん	ドア
		細かい		コンピュータ		人がつくる
		コンピュータ		大きい		ハンドル
1241	CAD/CAM	鋳造	金属	熱を伝えやすい	機械	ロボット
		飛行機		光る		溶接
		機械		固い		塗装
		設計		とける		プレス
1242	デザイン	値段	会社	トヨタ	部品	ミラー
		設計		日産		ハンドル
		色		ホンダ		ライト
		形		ダイハツ		ワイパー
1243	エコカー	プリウス	高級車	お金持ち	開発	買い手の意見
		燃費		高価		実験事故
		地球環境		ブランド		車装
		電気自動車		税金		工場
1244	ロボット	自動で動く	組み立て	順番に	検査	安心
		人の手がいない		大きいもの		安全
		なんでもやってくれる		小さいもの		手作業
		作る		部品		細かいところも
1245	部品	小さい	工場	大きい	機械	つくる
		作る		人		はこぶ
		鉄		部品		動く
		形		機械		細かい
1246	部品	ミラー	ミラー	両サイドが見える	エンジン	ハンドルが動く
		エンジン		後ろが見える		車が動く
		ハンドル		映る		かぎ
		ブレーキ		鏡		
1247	機械	たくさんある	種類がある	大きい車	手作業	ドア

		速い		小さい車		イス
		動かす		トラック		つくる
		便利		バス		はめる
1248	お金がかかる	仕事をする	手間がかかる	本体をつくる	時間がかかる	内装
		無駄にしない		内装つくり		外見
		貯める		点検		一台ずつ
				色塗り		ためしづくり

表 事前アンケート、事後アンケートの比較

	事前アンケート	事後アンケート		事前アンケート	事後アンケート
部品	13	8	費用	1	0
工場	10	3	値段	1	0
機械	5	8	トヨタ	0	1
人	5	1	道具	1	0
販売	4	2	電動	0	1
設計	0	5	手間	0	1
材料	5	0	手作業	0	1
組み立てる	4	1	石油	0	1
ロボット	1	3	整備	1	0
鉄	2	2	製作	0	1
会社	2	2	スポーツカー	1	0
エンジン	2	2	種類	1	0
溶接	2	1	種類	0	1
プレス		3	出荷	1	0
デザイン	1	2	自動化	0	1
タイヤ	1	2	時間	0	1
エコカー	1	2	シートベルト	0	1
トラック	2	0	作業	1	0
塗装	1	1	コンピュータ	0	1
電気自動車	0	2	コンセプトカー	1	0
テスト	0	2	高速道路	0	1
製図	0	2	高級車	0	1
検査	0	2	組み立て	0	1
機能	1	1	環境	0	1
大型車	1	1	ガソリン車	0	1
CAD/CAM	0	2	ガソリン	1	0
流行	0	1	買う	1	0
免許	1	0	開発	0	1
ミラー	0	1	LED	0	1
窓	1	0			

グラフ 9



単元の指導前にも同様のアンケートを行っており、二つを比較、検討していく。

まずはグラフ 9 の結果から事前アンケート、事後アンケートを比較する。比較は事前アンケート、事後アンケートそれぞれ 2 つ以上の回答があったものを取り上げる。() 内は事前アンケートと事後アンケートの増減を表す。「部品」は事前アンケートでは 13、事後アンケートでは 8 (−5) となった。「工場」は事前アンケートでは 10、事後アンケートでは 3 (−7) となった。「機械」は事前アンケートでは 5、事後アンケートでは 8 (+3) となった。「人」は事前アンケートでは 5、事後アンケートでは 1 (−4) であった。「販売」は事前アンケートでは 4、事後アンケートでは 2 (−2) であった。「設計」は事前アンケートでは 0、事後アンケートでは 5 (+5) であった。「材料」は事前アンケートでは 5、事後アンケートでは 0 (−5) であった。「組み立てる」は事前アンケートでは 4、事後アンケートでは 1 (−3) であった。「ロボット」は事前アンケート 1 では、事後アンケート 3 では (+2) であった。「鉄」は事前アンケートでは 2、事後アンケートでは 2 (±0) であった。「会社」は事前アンケートでは 2、事後アンケートでは 2 (±0) であった。「エンジン」は事前アンケートでは 2、事後アンケートでは 2 (±0) であった。「溶接」は事前アンケートでは 2、事後アンケートでは 1 (−1) であった。「プレス」は事前アンケートでは 0、事後アンケートでは 3 (+3) であった。「デザイン」は事前アンケートで

は1、事後アンケートでは2（+1）であった。「タイヤ」は事前アンケートでは1、事後アンケートでは2（+1）であった。「エコカー」は事前アンケートでは1、事後アンケートでは2（+1）であった。「トラック」は事前アンケートでは2、事後アンケートでは0（-2）であった。「電気自動車」は事前アンケートでは0、事後アンケートでは2（+2）であった。「テスト」は事前アンケートでは0、事後アンケートでは2（+2）であった。「製図」は事前アンケートでは0、事後アンケートでは2（+2）であった。「検査」は事前アンケートでは0、事後アンケートでは2（+2）であった。「CAD/CAM」は事前アンケートでは0、事後アンケートでは2（+2）であった。

結果を検討していく。まず、事後結果が増加したもので着目すべき点は、設計（+5）、製図（+2）、CAD/CAM（+2）である。事前アンケートではほとんど見られなかった「設計」に関する思考が生徒の中に生まれたことを表している。設計はどんなものづくりにおいても、まず初めに行わなければいけないことである。この单元の中で、製図に関する指導を重点的に行い、特に設計と生産が一連の流れになっている実習を行ったためであると考えられる。

次に注目すべき点は、工場（-7）、人（-4）、組み立て（-3）となり、機械（+3）、ロボット（+2）、プレス（+3）、検査（+2）となったことである。単元の指導前では、生徒は自動車を作るためには、漠然と工場において人が組み立てをおこなっているという考えを持っていた。しかし単元の指導を終え、現代のものづくりは、機械を用いた生産を行い、組み立てでは人の力ではなくロボットを利用して、プレスなどの様々な工程を経て、最終的に検査を行い、製品を完成させるという考えが見られた。この生産過程は、現代の生産現場に近く、現代の生産を生徒が体験的に身に付けたことがわかる。

また、エコカー（+1）、電気自動車（+2）が増加した。自動車産業では、現代の社会問題である環境問題についての取り組みを行い、その結果エコカーや電気自動車の販売をおこなっている。直接的に授業で扱ったわけではないが、生徒の思考の中に現代社会の問題と、生産との関係を考え始めた結果であると読み取れる。

一方、大きく減少したのが部品（-5）、材料（-5）である。いずれの項目も、生産において重要な役目を果たしている。特に材料については、この单元において、スチロール材、低融合金を使用しており、材料に関する考えを深めさせるよい教材であった。しかしながら生産における材料の重要性について学習内容に入っておらず、結果としてこれらの結果が低くなってしまったと考えられる。

第5章 結論

本研究では、技術科の教育目的を「すべての子どもに技術および労働の世界をわがものとさせることにある」と捉え、新しいコンピュータ教育を提案した。具体的には、簡易型 NC 教材を中心教材として、単元「製図とコンピュータ制御による生産」を創設した。

中学校技術科の教育目的は「すべての子どもに技術及びそれに関わる労働の世界をわがものにさせることにある」とある。では「技術および労働の世界」を生徒に体感させるためには、現代の生産、言い換えると「社会的生産過程」を捉える必要がある。それは、これまでの人類の生産過程の歴史から見るができる。生産過程は大きく分けて三段階あり、一つ目は産業革命前の道具を利用した多品種少量生産の時代であり、二つ目は産業革命後の機械を利用した小品種大量生産の時代であり、三つ目はフレキシブル・オートメーションを利用した多品種少量生産の時代であり、これが現代の生産の主流である。フレキシブル・オートメーションとはプログラムの交換や組み換えを利用した、多種多様な加工、組み立ての自動化である。そしてその主流は CAD/CAM である。CAD とはコンピュータ支援設計と訳される。CAM はコンピュータ支援製造と訳され、その部品加工においては、数値制御による NC 工作機械が利用される。

現代の生産過程は、①基本設計、②詳細設計、③生産準備、④製造、⑤完成という流れになっている。CAD は製図に関係することであり生産過程の①、②に関係する。そして CAM は製造全般に関係することであり、生産過程の③、④に関係する。したがって、中学校技術科の教育に CAD/CAM を取り入れることにより、社会的生産過程を体感することができ、そして生徒が技術科の教育目的である「技術および労働の世界」を身につけることができる。

そこで創設したのが、CAD と CAM の要素となる NC 教材を中心教材とした「製図とコンピュータ制御による生産」である。この単元は「手書きによる製図」、「CAD ソフト立体グリグリによる製図」、「簡易型 NC 教材を活用したキーホルダーの制作」の 3 部構成からなる。

「手書きによる製図」では、工作用紙で作成した複数の立体を利用し、実際の立体を手にして、実際に様々な角度から立体を観察して、キャビネット図、等角図、第三角法による正投影図で立体を描かせた。また第三角法による正投影図で書かれた図から、立体の製作を行った。

「CAD ソフト立体グリグリによる製図」では、簡単な立体の制作を通じて CAD ソフトの基本的な利用法を習得し、身近にある立体を CAD で製作するオリジナル立体の製作を行った。

「簡易型 NC 教材を活用したキーホルダーの制作」では、CAD で作成した図形を NC 教材に

転送して加工し、できた型を利用して、金属の鋳造を行った。

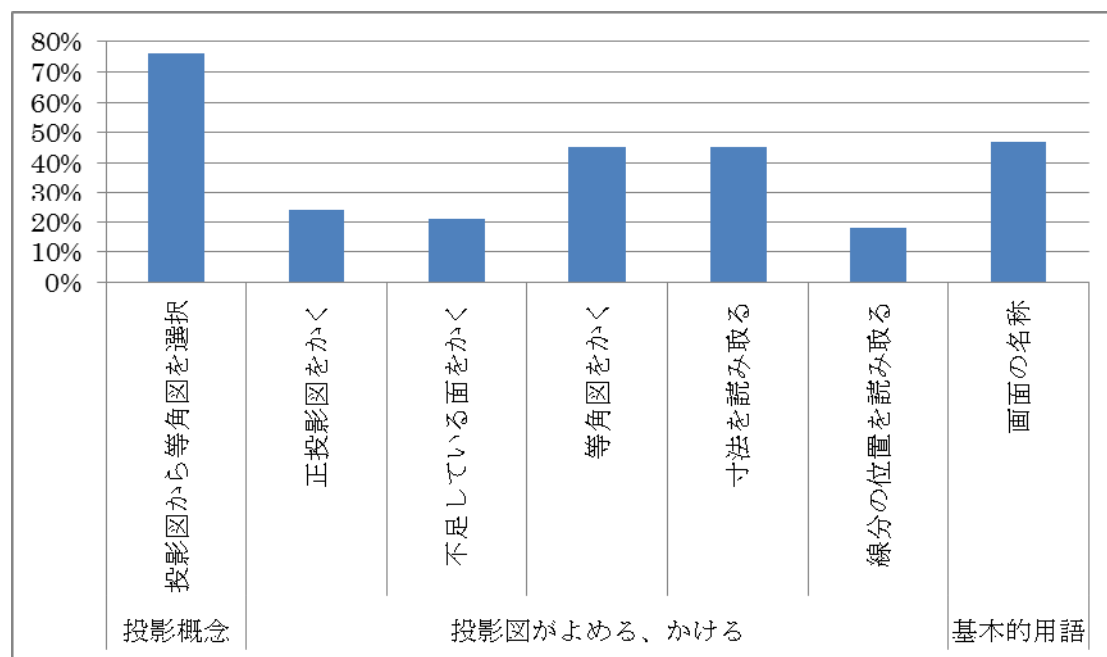
カリキュラムの評価をする。

1 「手書きによる製図」について

小単元「手書きによる製図」が終了した後、生徒に「投影の概念がわかる」、「投影図がよめる、かける」、「投影図に関する基本用語がわかる」が定着したかを調査するために、製図学力の実態調査を行った。評価の基準は70%以上の子どもが理解していると到達していると定めた。

「投影の概念がわかる」（大問1）では、正答平均は76%であり、画面、投影、投影図等の投影の基礎概念が概ね定着されたことがわかった。

「投影図がよめる、かける」ことを調査するために、第三角法による正投影図をかく問題（大問2）では、正答平均は24%であった。第三角法による正投影図を読み取り、不足している面をかく問題（大問3）では、正答平均は21%であった。第三角法でかかれた立体を等角図で書く問題（大問4）では、正答平均は45%であった。組立図と部品図から寸法を読み取る問題（大問5）では、正答平均は45%であった。空間におかれた線分の位置を読み取る問題（大問6）では、正答平均は18%であった。以上の結果から、等角図を書く問題や、寸法を読み取る問題では正答率は50%を割り込み、到達目標に達することができなかった。また第三角法による正投影図を書く問題、不足している面を書く問題、線分の位置を読み取る問題では正答率が25%に達することができず。課題が残った。「投影図に関する基本的用語がわかる」（大問7）問題では、正答平均は47%であり、70%に達しておらず。用語の定着についての課題が残った。（グラフ10）



総括をすると、「投影の概念がわかる」については、おおむね定着が図られたが、「投影図がよめる、かける」については、定着の度合いが低いことがわかった。また基本的用語についても課題が残った。限られた時間数で正投影図を書くことを定着させることは、難しい。しかしながら毎時間の授業では、全ての生徒が与えられた課題を一つ以上完成させることができ、その時間では学習内容を理解しているが、それを定着させるとなると、さらなる練習の時間が必要となる。立体的概念、空間的思考力を養う製図学習が重要であるのは言うまでもなく、そのためには第三角法による製図が不可欠であり、そこに重点を置いた製図学習が必要である。

2 「CAD ソフト立体グリグリによる製図」について

「基本操作と等角図、三角法への変換」と「オリジナル立体の制作」の二つの内容に分け、それぞれ生徒授業評価尺度法によるアンケート実施と、生徒の情意面を調べるための感想を書かせた。評価の基準は情意の面では9割以上、理解の点では8割以上と定めた。

「基本操作と等角図、三角法への変換」では、情意面では97%の生徒が楽しいと評価しており、基準を上回った。しかしながら知識面では72%がわかったと答えており、基準に大きく届かず、課題が残った。生徒の感想から情意面を探ると、上位の生徒にも対応する問題があり、課題を乗り越え達成感を得たことがわかった。試行錯誤しながらも空間的な思考力を高めようとしている意欲が見受けられた。また、紙では表現が難しい形を簡単に表現できる CAD の利点を理解している様子も見られた。また感想では自己評価が引く生徒がいたが、生徒の作品を評価すると下位の生徒であっても友人の協力を得ながらも1時間に最低1つの作品を完成させており、全く授業理解していないわけではないことがわかった。ただ、難易度の高い問題には取り組むことができず、「楽しいけれどよくわからなかった」という結果に結びついていると考えられる。

3 「オリジナル立体の制作」について

生徒授業評価尺度法によるアンケートによると、情意面、知識面ともに100%であり、十分に満足できる結果となった。また感想から読み取れることは、難易度の高い課題に対しても意欲的に取り組み、作品を完成させたときの達成感が大きいこと。立体を三次元で捉え、空間認識が高まっていること、また空間を座標としてとらえ、線を作成するときに数値を計算して作図することができるようになったこと。設計に大切さと難しさを体験的にとらえることができること。一度設計してしまえば、細かい変更が簡単にできたり、紙の設計図では作図が困難な形状を簡単に設計・表示できることや、データを共有できるなどの CAD の利点を感じることができる。ことであつた。

4 「簡易型 NC 教材を活用したキーホルダーの制作」について

生徒授業評価尺度法によるアンケートによると、情意面では97%の生徒が楽しいと答え、また知識面でも97%の生徒がわかったと答えており、概ね満足できる結果となった。また感想から読み取れたことを整理する。

一つ目は、生徒のものづくりに対する意欲が向上していることがわかった。CAD/CAMによって、自分の発想で自由な製作ができることに喜びを感じ、また高性能ヘリコプターを作りたいというより具体的な目標を持つ生徒がいた。これまで漠然としたものづくりの世界が、CAD/CAMを学ぶことにより、より具体的な世界に変わったことがわかる。

二つ目は、生徒がこれからの生産の在り方について自分なりの考えを持つことができたことである。多くの生徒はこれからの生産の主流は、ロボットによる自動化された生産にあることを予想していた。ただし、全てが自動化されるのではなく、必ず人の手が加わっていくことも理解していた。また現代の社会問題を解決するために、どのようなものを生産するべきかを考えだすこともできていた。

三つ目は、生徒が自動生産についての問題点を挙げることができたこと、であった。自動化された世界では、労働の主体が人からロボットへの変化しており、そのために人間がどのようにして働くべきかを考える意見が見られた。

5 「生産に関する意識調査」の変化について

単元の指導の前に行った意識調査からわかった課題は、生徒の生産に関する思考は、加工、組立、検査などの工程は多くみられたが、製図に関する記述は2個と少なく、またシミュレーション、工程設計、部品加工プログラミング、ロボットプログラミングについての思考はいずれも見られなかったことである。生徒の生産に関する認識は限定的なものであり、特に設計や自動加工に関する思考はほとんど見られなかったことがわかった。

単元の指導後に行った調査では、事前アンケートではほとんど見られなかった「設計」に関する思考が生徒の中に生まれたことを表している。設計はどんなものづくりにおいても、まず初めに行わなければいけないことである。この単位の中で、製図に関係する指導を重点的に行い、特に設計と生産が一連の流れになっている実習を行ったためであると考えられる。

単元の指導前では、生徒は自動車を作るためには、漠然と工場において人が組み立てをおこなっているという考えを持っていた。しかし単元の指導を終え、現代のものづくりは、機械を用いた生産を行い、組み立てではなくロボットを利用して、プレスなどの様々な工程を経て、最終的に検査を行い、製品を完成させるという考えが見られた。この生産過程は、現代の生産現場に近く、現代の生産を生徒が体験的に身に付けたことがわ

かる。

現代の産業では、社会問題である環境問題についての取り組みを行い、その結果、例えば自動車産業ではエコカーや電気自動車の販売をおこなっている。直接的に授業で扱ったわけではないが、生徒の思考の中に現代社会の問題と、生産との関係を考え始めた結果であると読み取れる。

一方、材料に関する考えが減少したことが課題である。材料は生産において重要な役目を果たしている。材料については、この単元において、スチロール材、低融合金を使用しており、材料に関する考えを深めさせるよい教材であった。しかしながら生産における材料の重要性について学習内容に入っておらず、結果としてこれらの結果が低くなってしまったと考えられる。

以上の授業実践の結果から、成果と課題を見出すことができる。

成果としては、情意面、生徒の生産に関する意識の変化から、本カリキュラム「製図とコンピュータ制御による生産」は、生徒に現代の生産の現場を体感させることができ、学習指導計画を大きく修正する必要がないことである。課題としては、「手書きによる製図」の定着率が低いことである。これは今後、教材や指導過程・学習形態の工夫が必要であるとする。また次の課題として、条件整備の問題がある。本研究で使用した簡易型 NC 教材は、授業で4台使用することができた。これらは弘前大学教育学部技術教育講座から借用したものである。この機械は定価が1台あたり110,250円である。学校内での技術科の予算だけでは、この機械を導入することは難しい。技術科でコンピュータを利用したものづくりを広めるためには、そのための予算を獲得していかなければならない。最後の課題は、授業時数の問題である。2008年版学習指導要領では、中学校技術科の3年間の総授業時数は87.5時間であり、その中で、「材料と加工に関する技術」、「エネルギー変換に関する技術」、「生物育成に関する技術」、「情報に関する技術」を行わなければならない。本単元は、「材料と加工に関する技術」と、「情報に関する技術」を融合した内容であるが、実際の授業では25時間を要した。この時数は総授業時数の約3分の1である、他の内容とのバランスを十分に考えていかなければならない。

謝辞

本研究の遂行ならびに論文のまとめに際し、ご指導、ご鞭撻を賜った弘前大学教育学部教授 大谷良光先生に心から感謝申し上げます。

本研究の遂行のために、鑄造技術においてご指導、ご助言をいただきました弘前大学教育学部非常勤講師 立石洋三 先生に心から感謝申し上げます。

また本研究の実施にご協力いただきました弘前市立津軽中学校校長 島口健司 先生ならびに同校の教職員の皆さま、そして1年生の生徒の皆さんに深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1)河野義顕；大谷良光；田中喜美編著：『技術科の授業を創る』学文社、pp192 - 195、2011年
- 2)村松浩幸：「中学校技術科における教養としての制御学習の展望」情報処理 50、pp976-979
- 3)岩手県立総合学校教育センターhttp://www.iwate-ed.jp/db/db2/sidouan/jh_gika2.html
2012年11月14日アクセス
- 4)福岡県教育センター
http://www.educ.pref.fukuoka.jp/bunsho/pub/List.aspx?c_id=14&bunya_ck=16
2012年12月4日アクセス
- 5)さいたま市立教育研究所
http://www.saitama-city.ed.jp/03siry/sidouan/j_gijutukatei.html
2012年12月4日アクセス
- 6)千葉県総合学校教育センター
http://db.ice.or.jp/_wakaba2011/find_contents.php?fContentsTypeID=1&fSchoolClassID=3&fContentsSubjectID=11&fLimit=none
http://db.ice.or.jp/_wakaba2011/find_contents.php?fContentsTypeID=1&fSchoolClassID=3&fContentsSubjectID=22&fLimit=none
2012年12月21日アクセス
- 7)仙台市立技術・家庭授業実践資料
http://www.sendai-c.ed.jp/kyouka_link/09gijutukateika/jirei/jireigi.html
2012年12月21日アクセス
- 8)広島県中学校技術・家庭科研究大会
<http://www.pref.hiroshima.lg.jp/site/kyougikai/kyougikai-02-chu-08-gika-shidouan-shidouann-index.html>
2012年12月21日アクセス
- 9)河野義顕；大谷良光；田中喜美編著：『技術科の授業を創る』学文社、p27、2011年
- 10)河野義顕；大谷良光；田中喜美編著：『技術科の授業を創る』学文社、p193、2011年
- 11)田中喜美：「中学校におけるコンピュータ学習の教育的価値」技術教育研究 No41 p28
- 12)雨宮好文監修；安田仁彦著：『CAD/CAM/CAE 入門』オーム社、pp1-5、2008年
- 13)新しい技術・家庭 技術分野 東京書籍 pp53
- 14)技術・家庭 技術分野 開隆堂 pp9、46
- 15)今野喜清；細谷俊夫他編：『新教育学大辞典第2巻』第一法規、p40、1990年
- 16)佐藤学；奥田真丈他編：『現代教育大事典』ぎょうせい、p30、1993年
- 17)大谷良光：「子どもの生活概念の再構成を促すカリキュラム開発論」学文社、p21、2009年

- 18)河野義顕；大谷良光；田中喜美編著：『技術科の授業を創る』学文社、p308、2011 年
- 19)黎子椰；入川智直；丘華：『マシンングセンタを用いたものづくり体験学習』上越教育大学研究紀要第 29 卷
- 20)大谷良光：『子どもの生活概念の再構成を促す カリキュラム開発論』学文社、p193、2009 年