若年者ものづくり競技大会「機械製図」職種の指導法

北陸職業能力開発大学校　清本　達也

1．はじめに

北陸職業能力開発大学校生産技術科では，若年者ものづくり競技大会[1]の「機械製図職種」に積極的に参加している。

毎年8月上旬に開催される全国大会で，今年で14回目となる。競技内容は課題図（組立図）から指定された部品図を完成させるものである。現在生産技術科の2年生が富山県代表としてとして出場している。

本報では若年者ものづくり競技大会の「機械製図職種」における具体的な指導法について論じる。

2．競技会目的

若年者のものづくり技能に対する意識を高め，若年者を一人前の技能労働者に育成していくためには，技能習得の目標を付与するとともに，技能を競う場が必要である。

このため，職業能力開発施設，工業高等学校等において，原則として，技能を習得中の企業等に就業していない20歳以下の若年者を対象に「若年者ものづくり競技大会」を開催し，これら若年者に目標を付与し，技能を向上させることにより若年者の就業促進を図り，併せて若年技能者の裾野の拡大を図ることを目的とする[2]。

3．競技内容

2013年に開催された第8回若年者ものづくり競技大会「機械製図（CAD）」職種の内容を示す。図１に解答部品の３次元モデル，図２に課題図，図３に解答図である。

競技内容は，試験当日に課題図（組立図）が提示され，課題図（組立図）の中にある一つの部品を抜き出し，外形形状，寸法，寸法の許容限界，幾何公差，表面性状に関する指示事項，注記等を

記入し，部品図を完成させる。

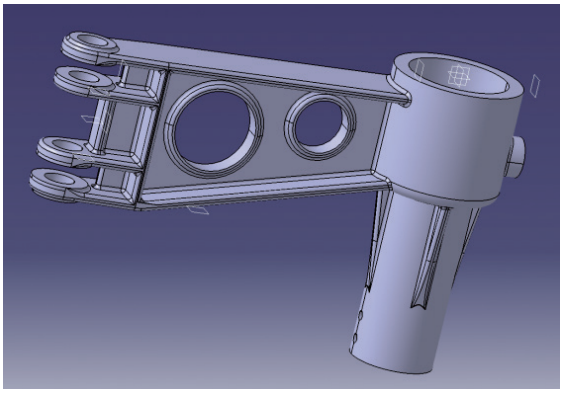

図１　解答部品の３次元モデル

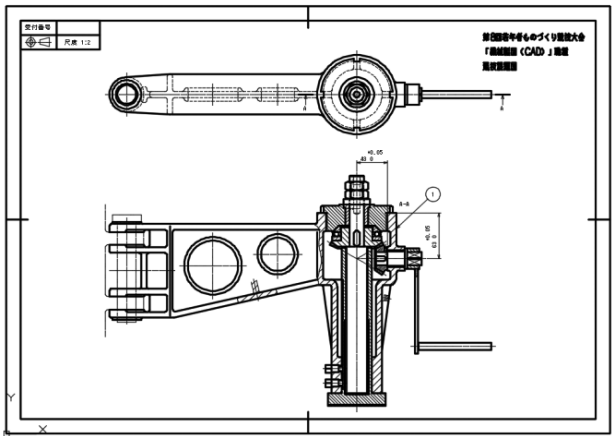

図２　第８回若年者ものづくり競技大会課題図[3]

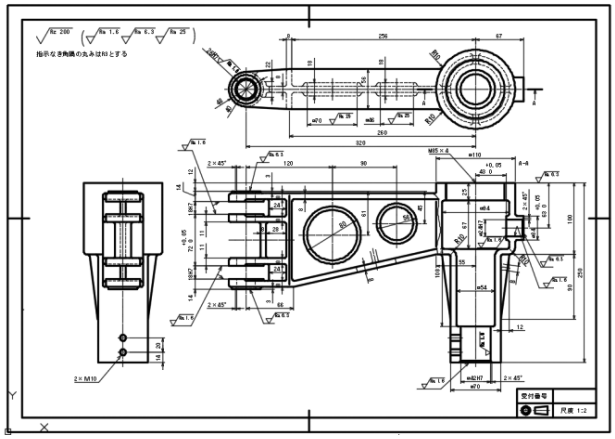

図３　解答図

作図の流れは以下となる。

・尺度を確認し図面枠を開く。
・指示事項を確認し断面図と外形図のメモを記入する。
・課題図に穴情報を記入する。
・輪郭線，中心線を作図する。
・表題欄を作成する。
・抜き出す部品を確認し必要なら蛍光ペンで書き出す。
・スケールと円のテンプレートと分度器を使用し課題図を測定する。
・測定しながら正面から外形形状を描き出す（図4）。
・正面図から基準線を飛ばし平面図を作成する（図5）。
・正面図と平面図から左側面図を作成する（図6）。
・正面図と平面図の整合性を確認する。
・正面図と側面図の整合性を確認する。
・平面図と側面図の整合性を確認する。
・相貫線の確認を行う場合は３次元CADを用いて確認する。
・外形形状が完成した時点で検図を行う。
・３次元CADでモデリングを行うイメージで寸法を記入する。
・寸法補助記号を記入する。
・面取り寸法を記入する。
・半径寸法を記入する。
・許容限界を記入する。
・表面性状を記入する。
・穴寸法を記入する。
・寸法注記を記入する（図7）。
・寸法の重なりがないか確認する。
・外形形状の見落としを確認する。
・寸法の見落としを確認する。
・２重寸法を確認する。
・競技時間終了まで検図を繰り返す。
・データを保存し印刷して終了。

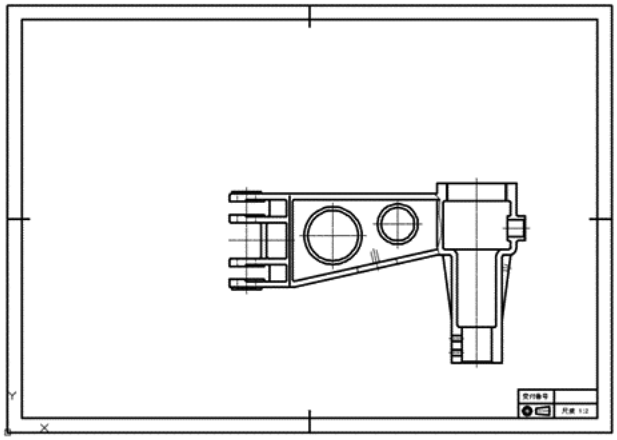

図４　正面図

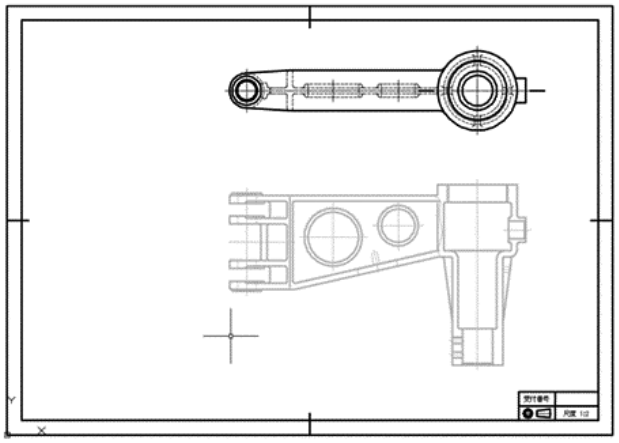

図５　平面図

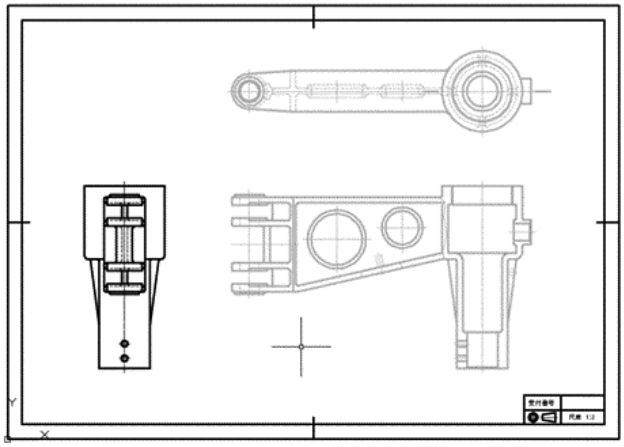

図６　左側面図

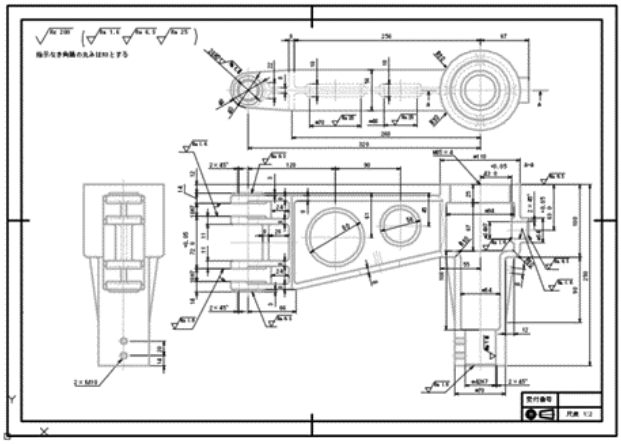

図７　寸法注記記入

この課題において外形形状の作図で難しい部分は左側面図の作成である。学生は課題図を見ながら３次元形状（図3）を想像する。課題図で描かれていない左側面図の完成度は想像した３次元形状の精度で決定する。

この課題において，1位以外の選手は図8の形状が表現できていなかった。

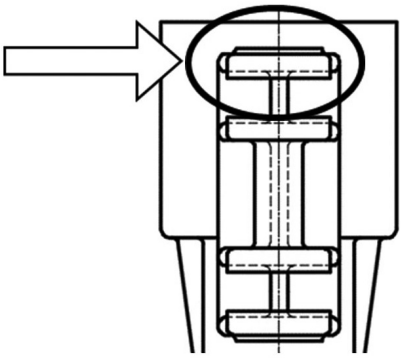

図８　作図の難しい部分

形状を完全に把握していないと寸法を記入することができない。選手は寸法記入に入る前に指定されて描いた投影図の整合性を確認する。

例を挙げて説明する。

図9は第3回若年者ものづくり競技大会の課題図である。課題図は組立図であり作成する部品以外の物も描かれている。これは歯車ポンプの組立図で，選手が作成する部品図は①の本体である。組立図の中には本体の他，ケース，歯車，六角ボルト，パッキンが描かれていて，選手は本体だけを抜き出す必要がある。組立図には①の本体で描かれていない部分があり，図10，図11の３次元形状を頭の中で想像しながら図12の外形図を完成させる。

課題文において尺度１：１，主投影図は外形形状，平面図は断面形状，右側面図は断面図，鋳肌面の角隅の丸み，表題欄の記入内容，ねじ穴の内容等の指示事項があり，選手は指示どおりに作図を進める。

この課題で①の本体を抜き出す時に見落としてしまう部分が図10の矢印で示した所である。このエッジは課題図ではっきり表現されていない。正面図を作成した後，平面図と右側面図に反映するもので，選手が独自に判断し記入する外形線である。

図13は単純な形状の３次元モデルである。正投影法の第三角法を十分に理解していないと図14のような誤った投影図を描いてしまう。正面図と側面図と平面図の関連がなく雰囲気で描いた図である。第三角法をよく理解し形状を正しく認識して描いた図が図15となる。

曲面と角度のある平面が重なり混在すると２次元の投影図と３次元形状は相互理解が極端に難しくなる。課題図（組立図）を理解し，単純だが細かい形状の積み重ねで正確に３次元モデルを頭の中で構築し，それを２次元の投影図に起こす訓練を行う必要がある。

外形図が完成したら寸法，寸法注記を記入し部品図が完成する。寸法はその物体を表すのに必要最小限で記入する。この感覚を身に付けることが大切である。

北陸職業能力開発大学校生産技術科で代表選考を通過した2名の選手は競技大会までの訓練で寸法記

入のこつを身に付ける。過去問題の訓練で作成した自分の部品図を，３次元CADを使用してモデリングを行う。寸法が抜けていたらモデルは立ち上がらない。重複寸法があった場合は過剰拘束となる。最後に正解の図面と自分の図面を比べ間違えた部分を修正する。それを繰り返し行い正解の図面をイメージできるように訓練を進める。

競技時間が3時間30分（210分）となるため大体の作業時間を決めて訓練を進めている。読図に10分，外形形状作成に70分，寸法注記記入に70分，検図に60分を目標としている。訓練を始めた当初は時間内に図面を完成させることができないが，４か月ほど経過した時点で目標とした作業時間で作図できるようになる。今回この競技大会に参加した当校の選手は2時間30分で図面を完成させ，残り1時間は検図を行っていた。

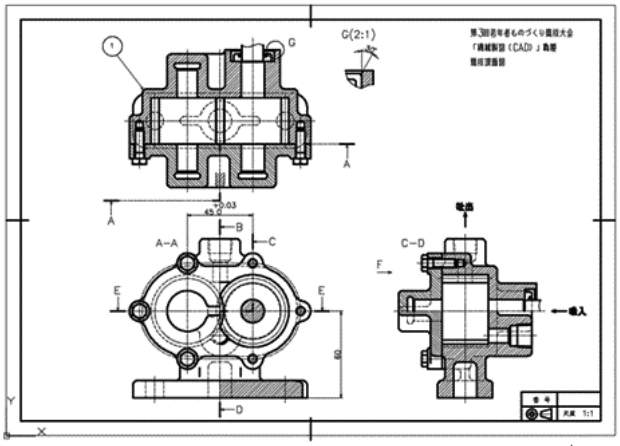

図９　第３回若年者ものづくり競技大会課題図 [4)]

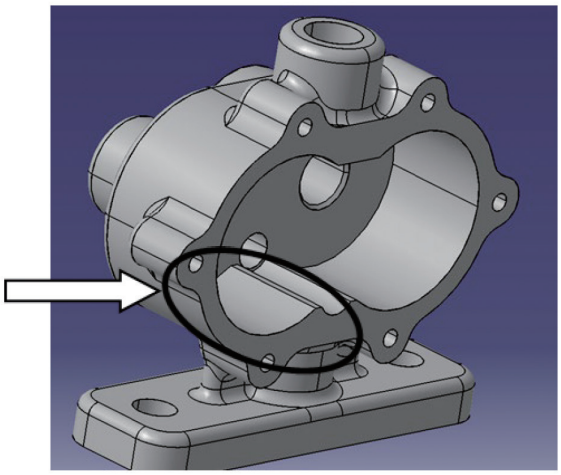
図 10　３次元モデル（前面）

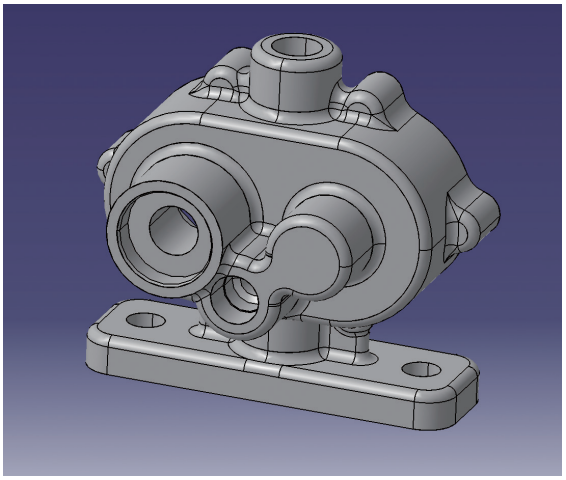
図 11　３次元モデル（後面）

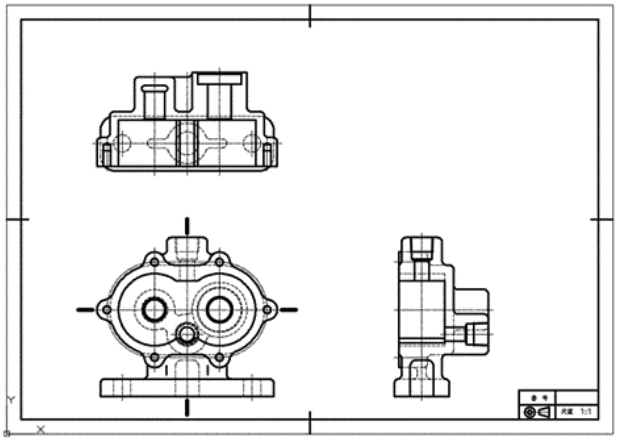
図 12　外形図

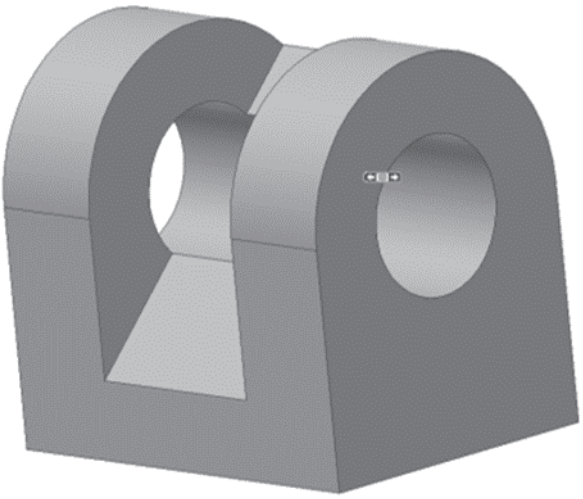
図 13　立体図

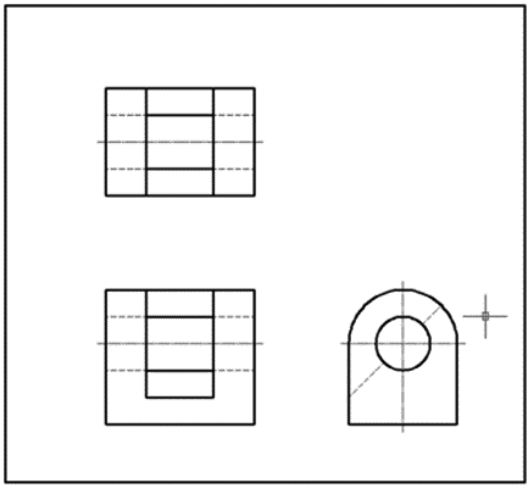

図 14　誤った投影図

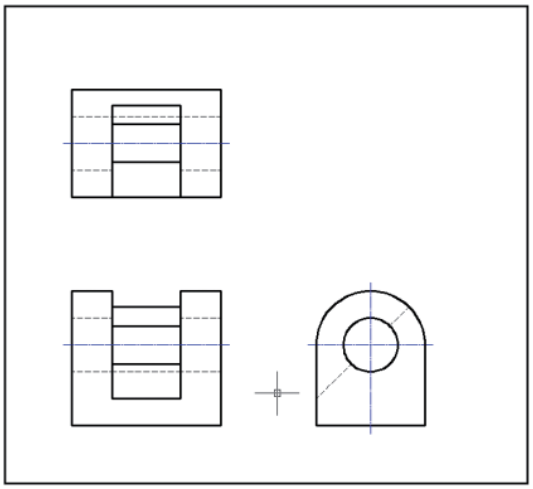

図 15　正しい投影図

今回の競技大会では３次元CADを使用する選手が激減した。理由は単純に作業効率が悪いからだ。提出する図面はA3の紙で出力するものである。３次元CADで図面を作成していた選手は競技時間をモデリングで費やしドラフティングまでは出来なかったようだ。３次元CADを使用するメリットは外形形状が正確に描けることで複雑な形状の課題だと効果的である。実際に技能五輪全国大会では7割の選手が３次元CADを使用している。課題の難易度により使用する道具を変える判断も必要である。

現在，北陸職業能力開発大学校機械システム系で使用している２次元CADソフトはAutoCADである。このソフトは利用者が操作性の向上を目的とした機能の変更を行えるという特徴がある。

ここでは必要最小限の機能変更を行い操作性の向上を図っている。変更内容は以下のとおりである。

・モデルタブ背景色の変更
・ツールバーの追加表示
・画層の設定
・文字スタイル管理の変更
・寸法スタイル管理の変更と追加
・オブジェクトスナップ設定変更
・極トラッキングの設定変更
・仕上げ記号のブロック定義
・幾何公差のブロック定義
・注記のブロック定義
・風船，矢印のブロック定義
・印刷スタイル管理の設定
・注記スタイルの変更
・図枠の作成
・線種尺度の変更
・作図，編集機能の追加

CADを利用して効率的に図面を作成するためには編集機能を多用することがポイントになってくる。複写,鏡像，配列複写等一度描いた物を複写することで作業時間を短くすることができる。これはCADを利用した機械製図では常識である。時間の制限がある競技会では計画的に作業を進める必要があり，最初の段階でその習慣を付ける訓練を行っている。

回を増すごとに参加選手のレベルが上がっている。５年前までの大会では別部品を描いている者やトレースを行っている者を見掛けた。今回の競技大会ではそのような選手は皆無で，外形形状を正確に描いた者が半分以上存在した。

得点差は時間までに終わらないことや,寸法の入れ方で発生している。高校生で当校の選手と同様に1時間以上検図を行っていた選手が存在した。その高校生も上位[5] に入賞していた。

4．競技大会に向けた勉強会

2017年度と2018年度に若年者競技大会に向けた指

導員向けと学生向けの勉強会を4回行った。2017年度と2018年度1回目の指導員向け勉強会の内容は以下となる。

(1) 競技内容と作図の流れの確認
(2) 各施設の競技大会への取り組み報告
(3) 情報交換
(4) 訓練用課題の検討
(5) 勉強会に関する意見交換

若年者ものづくり競技大会の参加は技能五輪参加のための一部であり，3年間の訓練の流れを説明した。1年次はCADトレース技能審査初級の受検（2017年度で終了）とポリテックビジョンで開催される北陸ものづくり競技会に参加する。2年次ではCADトレース技能審査中級の受検（2017年度で終了）と技能五輪富山県予選に参加する。応用課程1年次もしくは就職1年目では技能五輪全国大会に参加する。生産技術科の学生で毎年数名が３年間この機械製図の競技会のための訓練を受講する。

この一連の訓練は，大学校の広報にも利用できる。競技大会参加の報告をパンフレットや広報誌に記載している。また，訓練の中で資格を取得している。CADトレース技能審査初級、中級、技能検定機械プラント製図2級を取得し学生個人の就職活動に役立たせている。

若年者ものづくり競技大会で入賞すると，メディアに取り上げられる機会ができる。地元の情報誌（図16）を見ている保護者や高校の先生は多く，高校訪問に行くと受賞した話題で盛り上がり，後日学生を連れて出身高校の校長先生に報告する機会を得ることができた。

図 16　地元の情報誌掲載記事

北陸職業能力開発大学校生産技術科でこの訓練を始めて10年になるが，入校希望者がここ3年増えてきている。

学生向けの勉強会はポリテックビジョンでの北陸ものづくり競技会の中で行った。内容は以下となる。

(1) 競技内容の説明
(2) 説明文で注意すべき点
(3) 作成する部品の把握
(4) 投影図配置の注意点
(5) 表面性状の記入方法
(6) 記号注記の記入方法
(7) 時間配分
(8) 寸法記入のこつ
(9) 検図の方法
(10) 情報交換

競技を行う学生が身に付けることは，作成する部品図の完成したものを想像する能力である。それを身に付けるための訓練を行う。競技大会の過去問題や類似の課題をこなすだけでなく，３次元CADを利用した訓練の方法を説明した。

2018年度2回目の指導員向け勉強会の内容は，類似課題を設定した時間で行い図面を提出してもらう。それを採点し注意点を報告する。

図17に課題図，図18に解答図，図19に採点表，図20に３次元モデルを示す。

今回使用した課題図は若年者ものづくり競技会の課題レベルより難しいものを使用した。この課題で70点台だった選手が銅賞を受賞した。大会前の練習時点での評価が，この課題でできると考える。

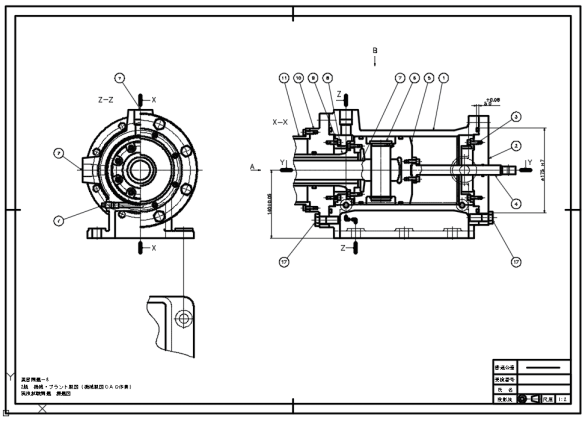

図 17　課題図

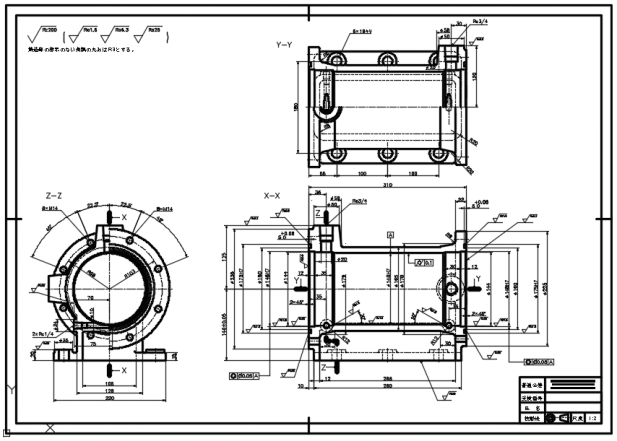

図 18　解答図

2級課題-8　　製図採点

学校名　　氏名

測定項目		減点数		減点
① 主投影図	指示した形状と違う外形	15		
	その他明らかな間違い	1か所0.5点	(　　カ所)	
① 平面図	指示した形状と違う外形	10		
	その他明らかな間違い	1か所0.5点	(　　カ所)	
② 左側面図	指示した形状と違う外形	10		
	その他明らかな間違い	1か所0.5点	(　　カ所)	
	φ175H7	1		
	φ148H7	1		
	φ140H7	1		
	φ148H7	1		
	φ175H7	1		
	140±0.05	1		
	5+0.08	1		
	5+0.08	1		
	φ225	0.5		
	φ160	0.5		
	φ144	0.5		
	2×45°	0.5		
	φ179	0.5		
	φ165	0.5		
	φ179	0.5		
	φ144	0.5		
	φ160	0.5		
	φ235	0.5		
	125	0.5		
	10	0.5		
	290	0.5		
	12	0.5		

図 19　採点表

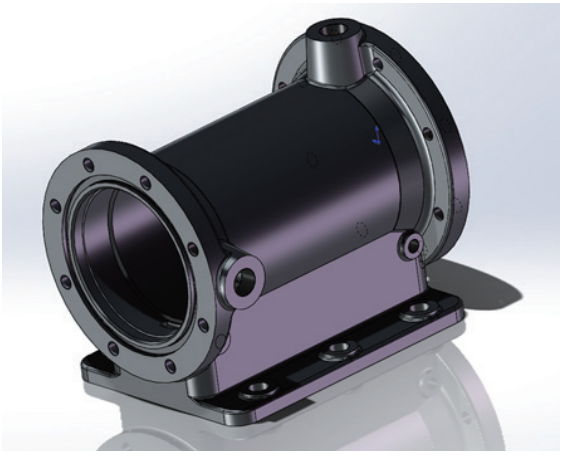

図 20　3 次元モデル

5. おわりに

少子化が進み高校生の人口が減ってくることで入校希望者が減ることは確実である。若年者ものづくり競技大会参加の目的は広報に生かすことである。そのためには好成績を出す必要がある。また，技能五輪を含めた専門課程１年から応用課程１年までの競技大会参加のための3年間の訓練では，部品図作成ができるようになる。具体的には以下の技能，技術が習得できるようになる。

(1) 技能五輪レベルの部品図作成能力
(2) 技能五輪レベルのモデリング作成能力
(3) 技能検定２級レベルのCAD操作能力
(4) 技能検定２級レベルの図面認識能力

３年間の訓練でCADトレース技能審査中級と技能検定機械プラント製図2級の資格取得ができるようになる。この訓練を受けた学生の9割以上が資格を取得して卒業した。

資格取得が学生の就職活動に有利に働く。当然ものづくりの基礎である図面作成の能力も身に付いている。そのことで卒業生が即戦力のエンジニアとして活躍できる。

この訓練の効果もあり，北陸職業能力開発大学校生産技術科は応募倍率1.5倍以上を7年間継続している。

2005年から始まった若年者ものづくり競技大会への取り組みで，北陸職業能力開発大学校生産技術科の学生（図21）と，東北職業能力開発大学校生産技術科，制御技術科の学生を指導し，機械製図職種において１位２名，２位３名，３位５名，敢闘賞４名を上位入賞させることができた。上位入賞を継続することで生産技術科の広報に役立てたいと考える。

図 21　北陸職業能力開発大学校生産技術科の学生

＜参考文献＞

1）中央職業能力開発協会ホームページ,
https://www.javada.or.jp/

2）中央職業能力開発協会ホームページ，第10回若年者ものづくり競技大会開催計画,
https://www.javada.or.jp/jyakunen20/10/10_kaisaikeikaku.pdf

3）中央職業能力開発協会ホームページ，第9回 若年者ものづくり競技大会「機械製図（CAD）」職種 競技課題概要,
https://www.javada.or.jp/jyakunen20/09/kadai/02/02_01_kadai.pdf

4）中央職業能力開発協会ホームページ，第4回 若年者ものづくり競技大会「機械製図（CAD）」職種 競技課題概要,
https://www.javada.or.jp/jyakunen20/04/02_01_kadai_gaiyo.pdf

5）中央職業能力開発協会ホームページ,第10回若年者ものづくり競技大会入賞者一覧,
https://www.javada.or.jp/jyakunen20/10/10_nyuusyousya.pdf