

2. 訓練適応性検査試行について

この検査を作成するプロセスは、以下に述べるとおりである。

①検査課題の作成、②エラーチェックリストの作成、③総合評価基準の作成の3点で、それらを集成してインストラクションマニュアルを作成する

この作成プロセスごとに、(a)どういう考え方をとったか、(b)どのような作業をしたかを中心として、それぞれの作成段階ごとに検討を行う。

2-1. 検査課題の作成について

a. 検査課題作成の考え方

訓練生が溶接訓練でうまくやっていけるかどうかをみるために、次のような考え方で課題を作成した。
* (5)・(6)

まず、溶接技能とは何かを検討した結果、次の3点があげられた。

- (1) 溶接棒先端と母材間距離、溶接棒保持角度、溶接線の認知と、腕を一定速度で斜め下方に降下させながら溶融状態を観察し、恒常的に溶融形状を保つためのフィードバック・ループの調節が急所となる。
- (2) 基本動作は、溶接棒の消耗につれ、一定の速度で腕を下降させながら腕の関節を開いていく機能と溶融部に注意（視点）を集中し、アークの長さ、溶融部の形状、溶融金属の流れなどの変動を観察できる正しい溶接姿勢（とくに目の位置）がとれることである。
- (3) 作業全体の工程を洞察し、合理的に作業を遂行する能力も重要な要素であり、情報処理機能がうまく働き、計画的にスムーズな動作で作業ができるかどうかは、手先の器用さにも増して重要である。

次に溶接作業には、ガス溶接、被覆アーク溶接、 Co_2 半自動溶接、TiG溶接などがあるが、溶接系訓練適応性検査では被覆アーク溶接をとりあげた。

被覆アーク溶接をとりあげたのは、次の理由による。

- (1) ガス溶接の場合は安全面の教示内容が多く、課題作成にいたるプロセスに時間がかかる。
- (2) ガス溶接では火炎の調整が難しい。
- (3) 被覆アーク溶接は3次元的な腕の移動が必要とされ、溶融現象の判断も難しい。

それに対して、ガス溶接は水平な腕の動きで、溶接速度も遅く、被覆アーク溶接と異なり、溶融状態の観察はしやすいということはあるが、前項が優先する。

- (4) ガス溶接、アーク溶接という順で、通常カリキュラムが組まれているが、その必然性は溶接技能の習得という点からは説明できない。
- (5) Co₂半自動溶接、TiG溶接は、ガス溶接と同様にプロセスに時間がかかり無理である。

さらに、課題作成において、具体的に検討し留意したことは以下のとおりである。

- ① 検査は未経験者を対象とするため、安全面に十分配慮し構成する。
- ② なるべく単純化するが、職務の一部を必ず取り入れる。
- ③ 職務の基本的要素である動作を結合した作業を取り入れた課題とする。
- ④ 職務の要点をチェックするために、必要かつ十分に複雑な課題であること。
- ⑤ 要点の部分の行動を観察する機会を多くし、エラーが出現しやすい課題であること。
- ⑥ 製品として完成しないような難かしい課題は、今後の訓練へのモチベーションを配慮しさけること。
- ⑦ 作業時間は20分以内をめどとする。
- ⑧ 検査受講者が課題を製作した後で、自分自身で評価できるよう考慮する。
- ⑨ 一部の人の経験や知識によって結果が左右されないものとする。

b. 検査課題

検査課題は次の図-2、3のように決定した。

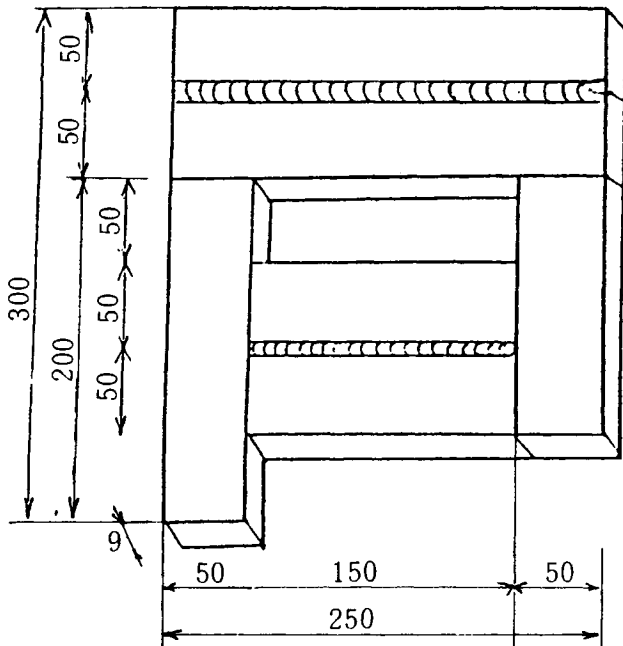


図-2 課題表面、溶接位置と溶接方向

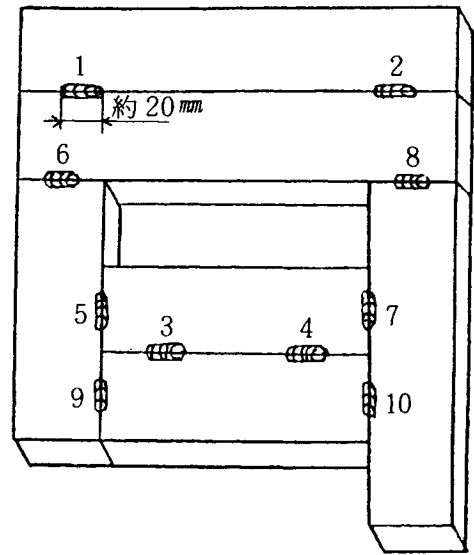


図-3 課題裏面、仮付位置と順序

課題を作成するための材料、消耗品

(1) 平鋼

FB 9 × 50 × 250 4枚 (2枚は練習用)

FB 9 × 50 × 200 1枚

FB 9 × 50 × 150 3枚

(2) 溶接棒

D 4301 B-10 φ 4.0 2本 (1本は練習用)

D 4313 B-33 φ 3.2 3本 (1本は練習用)

(3) 厚紙 (ケント紙)

50 × 250 2枚

50 × 200 1枚

50 × 150 3枚

(4) セロテープ

課題の製作手順

- ① 材料を作業台に並べて確認する。
直角度見る。(1)
- ② 溶接電流を 130 A - P に調整。
- ③ 溶接機スイッチを入れる。
- ④ 溶接棒 $\phi 3.2$ をホルダーにはさむ。
- ⑤ 仮付溶接 1、2 を行う。
- ⑥ 材料を移動し直角度を見る。(2)
- ⑦ 仮付溶接 3、4 を行う。
- ⑧ 溶接ひずみを取る。(仮付溶接材)
- ⑨ 材料直角度見る。(3)
- ⑩ 仮付溶接 5 を行う。
- ⑪ 材料直角度見る。(4)
- ⑫ 仮付溶接 6 を行う。
- ⑬ 材料直角度を見る。(5)
- ⑭ 仮付溶接 7、8、9、10 を行う。
- ⑮ 溶接溶融部のスラグを除去する。
- ⑯ 材料を裏返す。
- ⑰ 短かい方の本溶接。
- ⑱ 溶接電流を 160 A - P に調整。
- ⑲ 溶接棒 $\phi 4.0$ をホルダーにはさむ。
- ⑳ 長い方の本溶接。

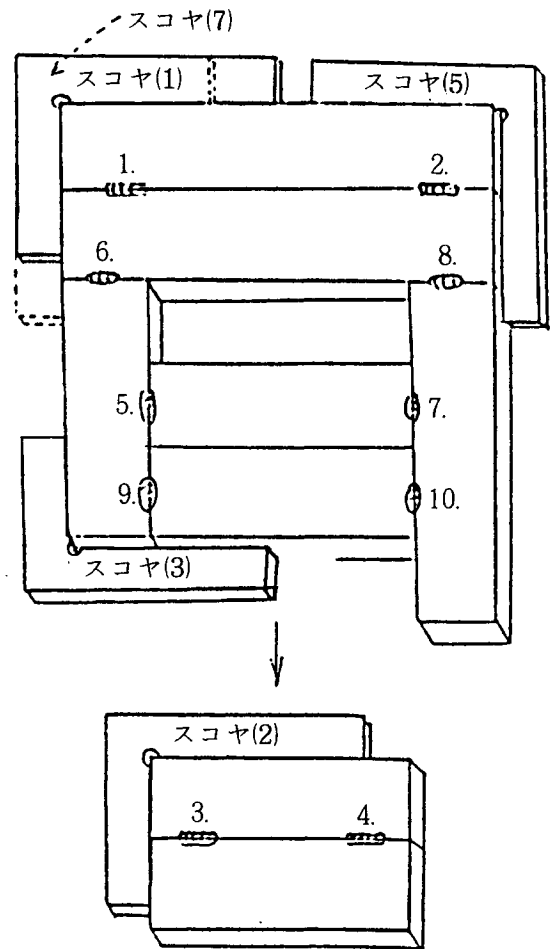


図-4 仮付溶接

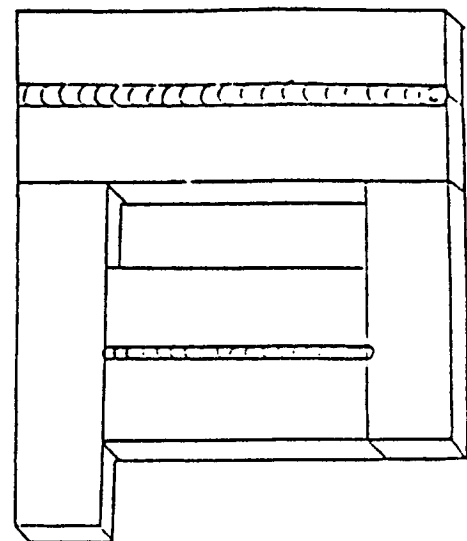


図-5 本溶接

- ㉑ 溶接機のスイッチを切る。
- ㉒ 溶接部の清掃、作業台周辺の整理整頓

2-2. エラー・チェックリストの作成について

a-1) エラー・チェックリスト作成の考え方

S. Downs(1977)は、エラー・チェックリストの作成において、主に次の点について強調している。

- ① 身体的で知覚的特質
- ② 精神的・知的能力(理解力、記憶力、判断力、イメージ化の能力)
- ③ 職務上の種々の状況下での作業に対する準備性(高所、高低温などの作業条件に適し、受容する能力)

われわれは、Downs(1977)の見解を参考にしながらも、次のような具体的な考え方をとった。

具体的なチェックについての考え方は、以下のとおりである。

- ① プロセスチェックでは、エラーチェックの方式として、英国では否定語をとり、日本のミシン縫製訓練適応性検査では肯定語を用いているが、本検査では、「何ができないの否定型」「何ができるの肯定型」にとらわれず、溶接作業上で起り得るエラーを想定し、順次チェック項目を配列した。
- ② チェックは、テスト実施中のエラーチェックと完成品からのチェックに大別した。さらに、テスト実施中のチェックは、説明、実演、練習、課題作成の各段階でのチェックにわけられる。
- ③ 完成品チェックについては、担当指導員によって、判定基準を作成し、実施した。
- ④ 完成品からのチェックよりもプロセスチェックを重視した。

表-2は、各段階でのエラーチェックのポイントについて具体的に示したものである。

表-3は、プロセスでのエラーチェックリストで、溶接作業の順序にしたがってチェックされるようになっている。

表-2. エラーチェックのポイント

プロセス	エラーチェックのポイント
説明・実演段階	<ol style="list-style-type: none"> 1. 溶接技能の習得では、興味と強い動機づけ、反復訓練に忍耐強く、しかも積極的に努力するというパーソナリティが求められるため、この段階では、非能力因子である態度などから、これらパーソナリティの諸要素の観察を重視した。 2. 説明を理解して、わからないことには質問ができるかどうかという知的側面もチェックする。 3. 実演中に技能要素として重要なポイントを示し、それを正しい位置で見ようとするかどうか。
練習段階	<ol style="list-style-type: none"> 1. 溶接の基本作業であるアーク発生、仮付溶接、ビード置きなどの指導を受けて、実際に作業を行うわけであるが、そこから基礎体力や基本動作・姿勢がスムーズにとれるかをチェックする。 2. 安全性に対する配慮がゆきとどいているか。 3. アーク発生などでうまくいかない時に工夫しているかどうか。
課題製作段階	<ol style="list-style-type: none"> 1. 課題製作の出来ばえよりもプロセスを重視するので、作業過程に起こりうるエラーを想定し、順次40項目をチェックする。 2. 材料を並べ、仮付溶接、ビード置き、清掃というプロセスは、単に金属と金属を接合するという器用さよりも、作業全体の工程を見とおし、合理的に作業を遂行する能力をみる。 3. 今後、指導上に問題となりそうなものは何かという観点でチェックを行う。

表一 3. エラーチエックリスト

チエック項目		チエック項目	
説明段階	① 興味をもって説明を聞いていない。	作業	①9 ねらった位置にアークが発生しない。
	② 説明を注意深く、熱心に聞いていない。		②0 スコヤを全然使わない。
説明段階	③ 説明の途中であきてきたような様子がみられる。	作業	②1 スコヤを正しく使っていない。
	④ 態度がきびきびしていない。		②2 ゆがみを修正しない。
説明段階	⑤ 挨拶がしっかりできていない。	作業	②3 溶接仮付面が逆になっていることに気づかない。
	⑥ 作業中に独り言、話しかけ、鼻歌などがあった。		②4 仮付順序が正しくない。
説明段階	⑦ 指導員に依存的すぎる。	作業	②5 溶接棒の保持角度が正しくない。
	⑧ 質問が多すぎる。／少なすぎる。		②6 腕の移動がスムーズでない。
説明段階	⑨ 過緊張みである。	作業	②7 手の震えが目立つ。
	⑩ 全体的な印象として気にかかる。		②8 呼吸が乱れている。／止めている。
作業段階	① 溶接機のスイッチの開／閉を忘れた。	遂行	②9 腕が徐々に下がっていかない。
	② ハンドルのまわし方の動作がきちこちない。		③0 アークの長さが一定でない。
作業段階	③ 使用電流に目盛がきちんと合っていない。	遂行	③1 溶融池の観察ができていない。
	④ 目盛の確認が雑／過度である。		③2 うまく、アークを正しい位置におけない。
作業段階	⑤ 作業台と体が平行になっていない。	遂行	③3 溶接順序をまちがう。
	⑥ 足の開き方がおかしい。		③4 溶接棒の選定をまちがう。
作業段階	⑦ ホルダーの握り方が正しくない。	遂行	③5 溶接電流の調整をまちがう。
	⑧ ホルダー線の扱いに配慮が足りない。		③6 ②9③0の組み合せにまちがいがある。
作業段階	⑨ 肩に力が入っている。	遂行	③7 まちがいに気づくが訂正しない。
	⑩ 肘が水平に張っていない。		③8 清掃に使用する工具の使い方が正しくない。
作業段階	⑪ 上半身が立っている。	遂行	③9 清掃の手順が悪い。
	⑫ 姿勢がきちこちない。		④0 きちんと清掃しない。
作業段階	⑬ ホルダーに溶接棒が直角にはさんでいない。	作業段階	作業時間
	⑭ 棒先端と母材面との空間距離がうまくとれない。		プロセス・エラー数
作業段階	⑮ ハンドシールドによる保護が早すぎる。／遅すぎる。	作業段階	A. B. C. D. E
	⑯ アークストライクミスが多い。		適応性評価
作業段階	⑰ 棒先端がくっついてしまう。	作業段階	A. B. C. D. E
	⑱ アークをすばやく切れない。		評価者

a-2) 完成品のエラーチェック

課題を製作すると、多くの個人差が出ることが予想された。

図-6、7は完成品で、訓練生によってかなり差が生じてくることがわかる。

そこで、完成品からチェックするための基準をあらかじめ決定しておく必要があり、指導員の経験から次の4項目をとりあげた。

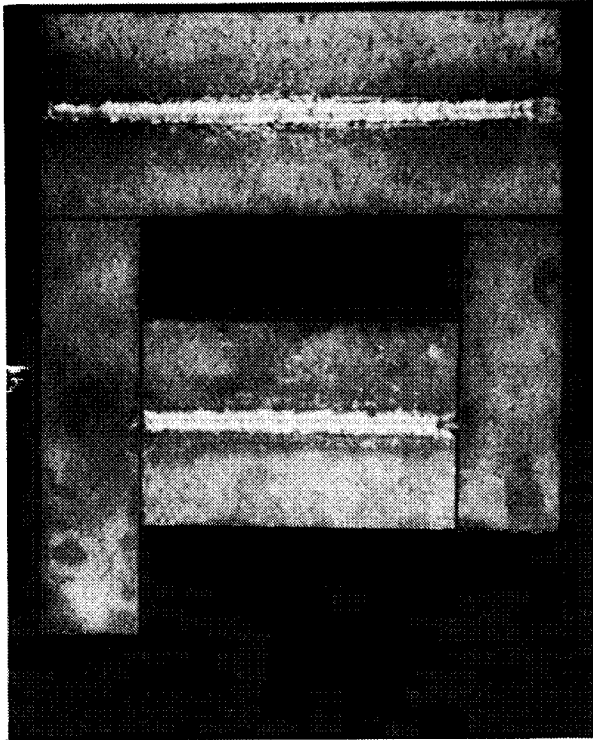


図-6. 良い例

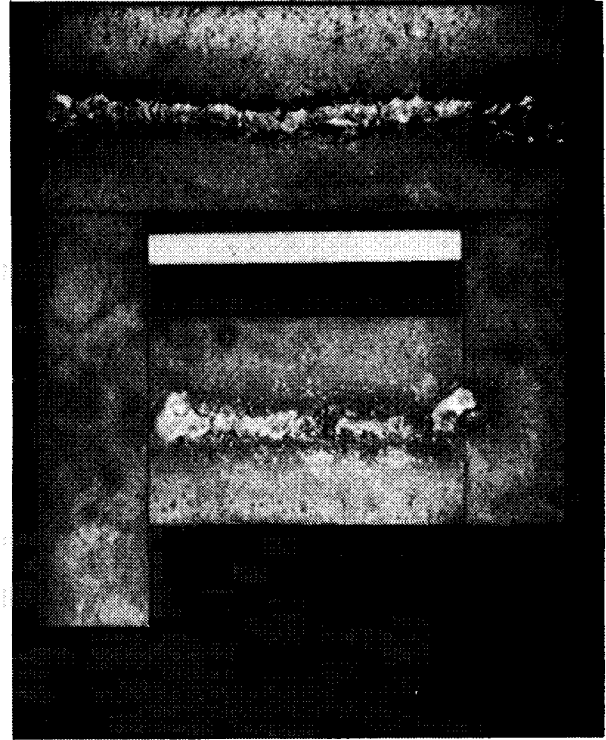


図-7. 良くない例

チェックの基準

1. アーク発生点に対する確認と腕の共応

完成品の仮付溶接部を検査し、アーク発生点が溶接線上にあるかどうかで判定する。

判定基準

- A. 溶接線以外にアーク発生がない
- B. " 2ヶ所以内
- C. " 3ヶ所 "
- D. " 4ヶ所 "
- E. " 5ヶ所以上

2. ビードの直線性

完成品の溶接ビード（溶接順序2、250 mm）を次のように測定し、判定する。

始端から終端までのビード中心を結ぶ直線に対して、中心線のズレの最大値をノギスで計測する。

判定基準（⊕側または⊖側の一方向のみ）

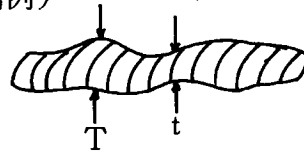
- A. ± 1.0 mm 未満
- B. ± 2.0 mm "
- C. ± 3.0 mm "
- D. ± 4.0 mm "
- E. ± 4.0 mm 以上

3. ビード幅の均一性

完成品の溶接ビード（溶接順序2、250 mm）を次のように測定し、

$$\alpha (\%) = \frac{T - t}{T} \text{ を求める。}$$

（計測例）



判定基準

- A. 20% 未満
- B. 35% "
- C. 55% "
- D. 80% "
- E. 80% 以上2ヶ所以上

4. 清掃状態

完成品の清掃状態から溶接作業に対するセンスがうかがわれる。

判定基準

- A. 大変良い
- B. 良い
- C. 普通
- D. 悪い
- E. とくに悪い

2-3. 検査実施時における考え方と留意点

a. 訓練適応性検査実施における考え方

検査の実施にあたっては、表-4に示すように、相当の指導員は各段階で次のような留意点にしたがった。

表-4. 各段階での留意点

		留意点
説明	指導員が溶接について、できるだけわかりやすく簡単に説明する。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 専門用語はなるべくさけ、平易な言葉とする。 2. 専門用語を使用する場合は、その用語を簡単にまたは図示して説明する。 3. 装置・用具は実物で示し、作業のやり方は具体的に指示する。
実演 I	指導員が実際に溶接作業をやってみせる。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 溶接作業のよく見える所に訓練生を導く。 2. ハンドシールドで溶接光から目を保護することに注意させる。 3. 溶接作業の急所については、他の指導員が解説する。 4. 溶接機の操作について簡単に説明する。 5. 溶接作業の基本姿勢・動作を示す。 6. アークの発生方法について、ブラッシング法とタッピング法を示す。 7. アーク発生での失敗例を示し、溶接棒のはずし方を教える。 8. 仮付溶接の方法について示す。 9. スtringビードの方法について示す。 10. 清掃の仕方をていねいに示す。
練習	訓練生に溶接の基本作業を練習させる。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 安全対策のため保護具の装着が完全かどうかを確認する。 2. アーク発生法を練習させ、そのコツを教える。 3. 仮付溶接の練習をさせ、気づいたことは注意する。 4. Stringビードの練習をさせる。 5. 清掃をきちんとさせる。
実演 II	指導員が課題を作成してみせる。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 課題作成の順序通りにやってみせる。 2. この段階までは自由に質問を受け、理解させる。 3. 質問しやすい雰囲気をつくる。
検査	訓練適応性検査を実施する。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 課題を独力で作成させる。 2. 口頭でも実地でも手助けしない。 3. 行動観察を中心としてエラーチェックをする。

要は、訓練生をリラックスさせ、最善をつくせるような状態にもっていくことが肝要である。

b. 検査実施の方法

検査場面では、インストラクターとデモンストレーターが各1名で、訓練生に対して、説明と実演を行う。両者は訓練生が課題の製作時には評価者となり、評価はもう1名を入れ、計3名によって行われる。図-8はその場面である。

インストラクションを一定にするために、付録のような詳細なマニュアルを作成し、それにもとづいて検査は実施された。その施行手順は次のごとくである。



図-8. 検査実施場面

訓練適応性検査の実施所要時間

- | | |
|-----------|------|
| 1. 説明・実演Ⅰ | 約15分 |
| 2. 練習 | 約10分 |
| 3. 実演Ⅱ | 約15分 |
| 4. テスト | 約20分 |
| 5. 内省報告 | 約10分 |

実施手順、内容の説明

1. 保護具の装着
2. 溶接姿勢の取り方
3. 溶接棒ホルダーの握り方

4. 溶接電流の調整の仕方
5. アーク発生要領
6. 仮付溶接要領
7. ストリングアビード要領
8. 課題製作時の仮付位置とその順序を厚紙材料で推測させるテスト
9. 課題の製作手順の実演
10. 質問を受ける
11. 課題の製作

2-4. 検査後の総合評価の考え方と方法

a. 総合評価の考え方

訓練適応性検査の評価は、各段階でのプロセスチェックを中心として行い、この段階でまず適応性を診断する。

次に、検査実施後の完成品チェック、内省報告、担当指導員の主観的感想を含めて総合評価をする。さらに、それらをもとにして、訓練適応性を予見する方式とした。

プロセスチェックを重視する考え方をとった理由は、エラー項目を技能要素面から分析し、技能習得の難易度からそれぞれ重味づけをし、評点すれば、プロセスチェックから訓練適応性の予見は可能なはずと推察したことによる。

従来から、技能の分野において、作業動作を観察することによって、「訓練によって伸びる、伸びない。」といった主観的判断がなされ、その判断は指導員の長年の経験から感覚的に習得されたノウハウでかなり正確なものと考えられる。

しかし、「どこがどう欠けているのか」あるいは、「どこをどのように補ってあげればよいか」といったことはあまり明確ではない。

この点を科学的に立証するためには、プロセスチェックの評価、担当指導員の主観的評価、および、完成品チェックの評価のそれぞれの相関について分析する必要がある。

以上の考え方から、プロセスチェックと重複させる形で技能要素を評価する形式をとった。

b. 総合評価の方法

前述の考え方で、次に示す(1)~(10)の項目について、A~Eの5段階で評価し、これを

評価点におきかえ、その累計をもって総合評価とし、これに訓練生の個人特性を加味して予見性評価とすることとした。

(1) プロセス評価

プロセスチェック40項目について、それぞれ技能習得上の難易度から配点し、エラーについて減点する。その得点をプロセス評価点とする。プロセス段階での適応性予見評価は、さらにエラー質と量を加味して決定する。

この理由は、同じ評価点であっても、エラー項目が異なれば、技能習得上の難易度が異なることを考慮しなければならないからである。

(2) 形態知覚を含む作業の洞察能力、寸法精度に対する注意力、手先の器用さの評価

課題作成手順の指導前に厚紙を用いて、課題見本と同じ形状にするための仮付順序と形態を見透しさせ、その組立作業を実施させることで推察する。

(3) 教示内容の記憶の評価

仮付溶接作業において、仮付溶接面と順序が指導したように実施されているかどうか、その正誤により推察する。

(4) 訓練に対するモチベーション

課題製作後、感じたことを素直に内省報告してもらい、会話の中から訓練意欲や興味を推察する。

(5) 指導員の主観的評価

評価項目(1)~(4)までをもとにして、今後の指導上の課題は何か、教育訓練によって、訓練適応性の予見評価基準A~E段階のどのレベルまで育成できるかを指導経験にもとづいて評価する。

(6) 保有技能の評価

完成品の寸法精度、溶接変形および溶接部（溶接①、②の出来ばえの対比）の全体的外観から推察する。

(7) アーク発生点に対する確認と腕の共応

完成品エラーチェック1により判定。

(8) 溶接線の認知と腕の移動の軌道修正能力

完成品エラーチェック2により判定。

(9) 溶接棒先端と母材面の空間距離の判断力と感覚的フィードバック

完成品エラーチェック3により判定。

(10) 研究心、性格

完成品エラーチェック 4 により判定。

総合評価の個人別一覧表は表－5 に示すとおりである。

なお、予見性評価は表－6 の基準にしたがった。

評価基準の確立過程

総合評価基準の確立は、試行錯誤的に行い、次のような方法によって現在実施されている。しかし、この基準はすべて完全なものではないので、より科学的、合理的なものに今後、修正されていくべきものと考えている。

今回、実施した方法の概略は次のとおりである。

1. 仮基準の設定

溶接における一般的な評価法より、仮基準を設定した。

2. 仮基準の修正

溶接科入校生に実験的試行を行い、仮基準修正した。

3. 評価基準の設定

9 月入校生に第 1 回試行を行った。

4. 基準の修正

試行の結果、基準はやや高すぎるのがわかり、検討修正を行った。

5. 評価基準の確立

第 2 回試行に向けて評価基準が確立された。

6. 今後の課題

評価基準をより科学的、合理的に修正していかなければならない。それには評価結果と訓練成績の結果との分析にもとづいて修正が行われるべきである。

表-5 第1回生、第1回 訓練適応性検査個人別評価一覧表

評価項目	受講者名		K・I	S・Y	T・K	Y・K	K・A	K・O	T・Y							
	評価者名	評価者名														
プロセスチェック	説明段階	K・A														
		S・H														
		S・K							300							
		K・N														
	作業遂行段階 プロセスエラー数 プロセス評価	K・A	9	B 75	14	C 61	10	B 79	21	D 50	12	B 76	7	A 86	27	D 43
		S・H	7	B 85	21	C 79	7	85								
		S・K	6	B 85	13	C 66	8	B 77	14	C 59	15	C 58	4	A 90	27	E 22
		K・N	7	B 70	11	C 60	9	C 75	12	C	11	C 65	4	B 75	30	D 40
		エラーの総数		14	25	19	27	19	11	35						
適応性評価	K・A	C		D		C		C		A				D		
	S・H	B		B		B										
	S・K	B		C		B		D		C				E		
	K・N	B		C		B		C		B				E		
	厚紙による作業 段階での評価	K・A		53		42		45	47		43			86	20	
		S・H	E	40	E	20	E	30	E	40	E	35	B	90	E	45
		S・K		30		20		20	30		20			90	60	
	仮付溶接順序 と仮付面の評価	K・A	B	83	C	67	A	90	C	66	C	64	A	95	D	34
		S・H	E	35	D	56	C	72								
S・K		E	20	D	70	B	80	E	20	C	60	A	90	E		
K・N																

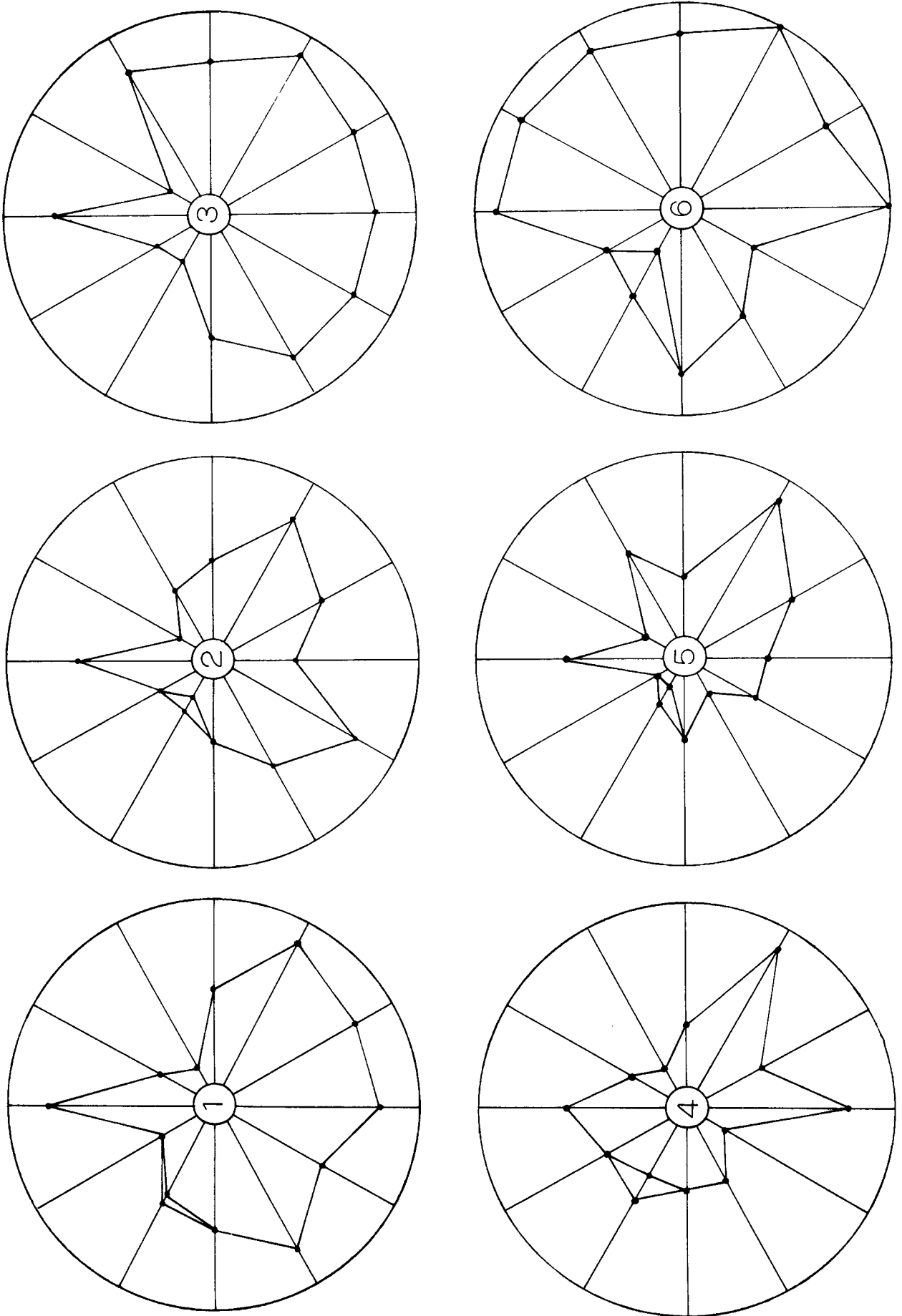
1

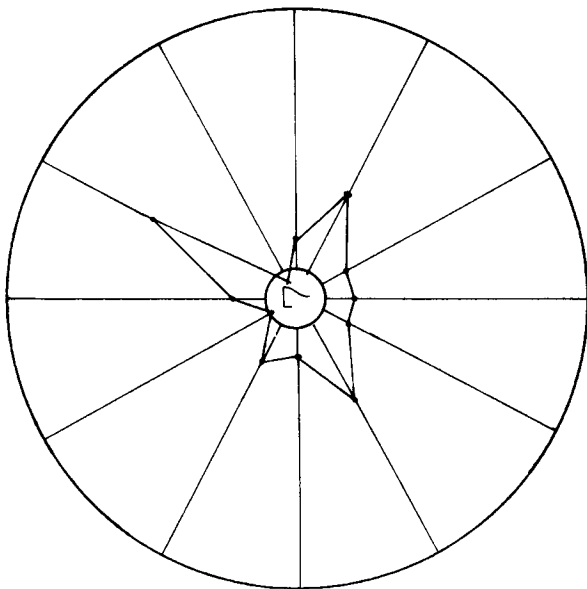
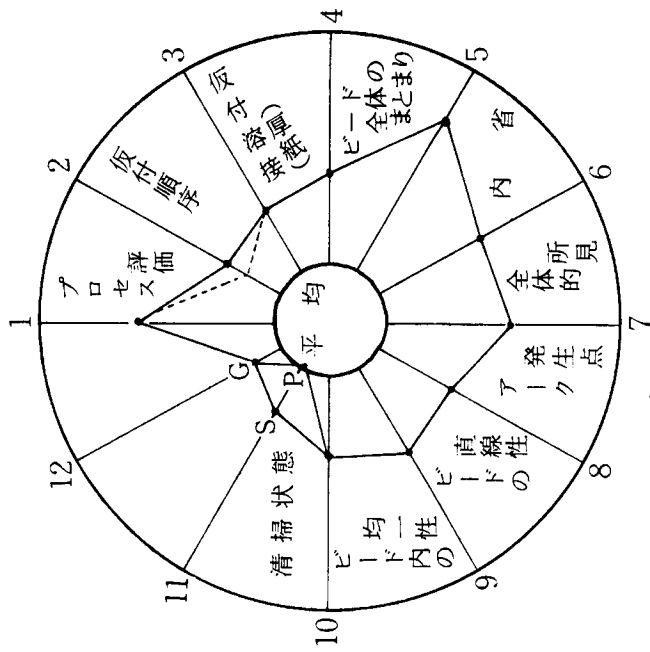
2

3

評価項目	受講者名		K・I	S・Y	T・K	Y・K	K・A	K・O	T・Y	
	評価者名	評価者名								
5 受講生の内省報告 による評価	K・A	B	90	B	A	B	B	A	D	50
	S・H		100		90					
	S・K	A	90	B	A	A	A	A	D	40
	K・N									
6 指導員による感想 (完成品チェック前の 段階での評価)	K・A	B	90	D	A	B	C	A	D	50
	S・H	B	85	B	80					
	S・K	B	80	C	B	D	C	B	E	20
	K・N									
4 完成品全体的評価 (溶接部外観、寸法精度など)	K・A	C	55	C	C	D	C	B	E	25
	S・H	E	50	E	C	E	E	C	E	20
	S・K	C	60	C	B	D	D	B	E	20
7 完成品チェック (判定基準に従って小 項目を評価)	項目1	B	80	D	B	B	D	A	E	20
	" 2	C	60	B	B	E	D	D	E	20
	" 3	B	80	C	B	D	E	C	D	40
	" 4	C	60	D	C	D	D	B	E	20
8 9 10 総合評価 訓練適応性予見評価			(280)	(220)	(300)	(180)	(140)	(280)		(100)
	K・A	B/B	726	C/D	B/C	C/D	C/D	B/A	E/E	322
	S・H	B/C	675	B/C	B/B	727				
	S・K	B/C	675	C/C	B/B	722	D/D	B/B	E/E	267
順位	K・A		③	⑦	②	⑤	④	①		⑦
"	S・Y		④	④	②	⑥	⑤	①		⑦

図-9 第2回生 訓練適用性検査(第1回)個人別評点結果集計グラフ





表－6 溶接系訓練適応性予見基準表

A. 優 秀	短期間で優秀な溶接技能者になるものと予見する。
B. 良 好	適当な訓練期間で一人前の溶接技能者になるものと予見する。
C. 普 通	簡単な溶接なら十分通用する溶接技能者となるものと予見する。
D. 訓練が難しい	簡単な溶接でも常に指導者を必要とし、訓練期間も長くかかる。
E. 他職種での適応性	溶接よりも他の職種で適応性をみる必要がある。