

第2章 アーク溶接訓練システムの開発過程

第1節 行動分析によるアーク溶接行動の把握

1. 行動分析の目的

行動分析実施の目的は2つあり、その第1点は、下向溶接と立向溶接ではどこに本質的な違いがあるのか、共通的な要素があるとすればそれは何か、を明らかにすることによって、溶接の技能構造に適した単位を構成する基礎資料を得ることにある。

アーク溶接の技能は、JISに基づく技倆検定によって、下向溶接を基本級とし、立向、横向、上向、パイプの各溶接を専門級としている。

このため、従前の訓練では、一般に次のような学習内容と順序で編成されている。

下向ビードおき → 下向シミ肉 → 下向突合せ → 立向ビードおき → 立向シミ肉 → 立向突合せ

例えば下向ビードおきと立向ビードおきに共通要素が求められた場合、それを単位とすることによって、両者の重複をなくし、より目的的な学習が可能となる。

次に目的の第2点として、前章で述べたように、溶接の技能構造の特色からみて、単なる手順の習得ではなく、熟練者の持つ神経の使い方を獲得したうえでテクニックを駆使させることが必要である。そのために、溶接における熟練者の神経回路の仕くみを明らかにし、神経の使い方中心の単位を設定するための基礎資料を得ることにある。

以上の目的によって、行動分析の対象課題として次の3つを選んだ。

- a. 下向V型突合せ溶接 (N-2F)
- b. 立向V型突合せ溶接 (N-2V)
- c. 下向シミ肉溶接

2. 行動分析の方法

溶接作業の熟練者（指導員）に前記課題作業を実施して貰い、我々3名の分析者が観察しながら記録をとった。

熟練作業者は複数を対象とした。このことは、人により作業のやり方が異なるため、それぞれの行動の意味を明らかにして、行動の本質をとらえようとしたからである。

行動分析は、熟練者が自からのペースで進めていく行動の過程を、ありのままにとらえた。

分析の記録は、B6大の用紙（以下カードという）1枚に1つの行動を記述する他、8mmフィルムで動きのポイントをとらえ、討議資料および教材に活用した。

3. 行動分析の手順

N-2F, スミ肉, N-2Vの順に、まずN-2Fから、最初に我々分析者の目に見える熟練者の行動および、その行動によって生じた行動対象の変化の状態（以上を表現行動という）を、見えたとおりをありのままカードに記述した。

N-2Fの表現行動をすべて析出した後、次に、表現行動カードの1枚1枚について、その表現行動に関する熟練者の頭の中の行動、神経の使い方（以下測定行動という）を、作業を行なった熟練者に質問し、その答を別のカードに記載した。

この測定行動の聞き出しについては、我々分析者自身溶接作業をやってみて、質問の要点をつかみ、熟練者の答を理解するための一助とした。

1) 表現行動の分析

表現行動は次の観点で分析し、1つの行動を1枚のカードに記入した。

- 動作……何を（行動の対象を明確に）、どのようにしたか（手足の動き、やり方を具体的に）
- 行動対象の変化……何が、どのように変わったか。

- 目の動き……どこを見ているか（解る範囲で）

2) 測定行動の分析

表現行動カードの1枚1枚について、作業を行なった熟練者に次のような観点で質問した。

- 目的と理由……何のために、何故、その表現行動をとったか。
- 思考過程 ……①その表現行動を行なうとき、どんなことに注意しなければならないか。
②判断を要する場合、その尺度は何か。
③最少限どんなことを知っていれば良いか。

4. 行動分析の事例

下向V型突合せ溶接（N-2F）についての行動分析結果の例をあげると次のとおりである。

行動分析例（抜粋）

- 注 1. 表現行動と測定行動との対応を分り易くするため併記した
- 2. 表現行動の右肩の数字はベテランの行動順序を示す。

行動分析対象課題 下向V型突合せ溶接 N-2F

表現行動	測定行動
67 芯線の細い方（約3mm） の溶接棒を選ぶ	67-1 第1層溶接は裏波を出すため、低水素系D4316 の溶接棒を用いる。
	67-2 低水素系棒は事前に充分乾燥し、フラックス が白っぽくなっているものが良い。乾燥不十分 ではアークが出にくく、またアークの保持がむ づかしい。

表 現 行 動	測 定 行 動
	<p style="text-align: right;">67-3</p> <p>狭い開先底部でアークを短かく保つため、3.2mm径の棒が適する。</p>
<p style="text-align: center;">68</p> <p>ホルダの口を開き、直角方向の溝に棒をはさむ。</p>	<p style="text-align: right;">68-1</p> <p>下向突合せでの最適運棒角度をとるために直角とりつけが良い</p> <hr/> <p style="text-align: right;">68-2</p> <p>斜めにとりつけると、溶接姿勢に無理を生じ運棒しにくい。</p>
<p style="text-align: center;">69</p> <p>溶接機の電流調整ハンドルを素早く手廻しして示針を90Aにセットする。</p>	<p style="text-align: right;">69-1</p> <p>D4316 3.2mmの棒での第1層溶接は、溶接電流値90A又は短絡105Aが適当である。</p> <hr/> <p style="text-align: right;">69-2</p> <p>短絡電流値の方が正確に測れるが、溶接機の表示目盛は溶接電流であり、しかもそれは目安にすぎないので、一応セットして較正する必要がある。</p> <hr/> <p style="text-align: right;">69-3</p> <p>較正值は、高い電流域と低い電流域では多少差があるので、較正の都度電流計で確かめる方がよい。</p> <hr/> <p style="text-align: right;">69-4</p> <p>調整ハンドルは右廻りで高く、左廻りで低い電流になる。</p>
<p style="text-align: center;">70</p> <p>作業椅子に腰かけ、電流計をホルダケーブルにとりつけ(掛けるだけ)、メーター標示面を上に向けて膝の上におく。</p>	<p style="text-align: right;">70-1</p> <p>溶接機の表示電流は必ずしも正確な電流値ではなく、目安にすぎない。電流計で正しい値を求め、示針を較正したい。</p>

表 現 行 動	測 定 行 動
<p style="text-align: center;">7 1</p> <p>電流計の目盛板を見ながら、溶接棒先端の芯線を溶接作業台の端に一気におしあてる。</p> <p>示針は100Aを指す</p>	<p style="text-align: right;">7 1 - 1</p> <p>溶接電流値は、適正アークで見なければならず、面倒なので、短絡電流値を測って溶接機の電流較正をすることとした。</p>
	<p style="text-align: right;">7 1 - 2</p> <p>105Aに対し5A不足</p>
	<p style="text-align: right;">7 1 - 3</p> <p>棒のあて方は一気におしあてないと、アークが出て、短絡電流が測れないことがある。</p>
<p style="text-align: center;">7 2</p> <p>溶接棒を溶接作業台から引き離す。 (棒の頭を少し傾けて引き離す)</p>	<p style="text-align: right;">7 2 - 1</p> <p>電流計の表示電流を読みとったらすぐ離す。</p>
	<p style="text-align: right;">7 2 - 2</p> <p>長くあてていると溶接棒が過熱する。</p>
<p style="text-align: center;">7 3</p> <p>溶接機の調整ハンドルを右に廻して示針を95Aにセットする。</p>	<p style="text-align: right;">7 3 - 1</p> <p>不足の5Aだけ高くすれば、短絡電流値は105Aになるだろう。</p>
<p style="text-align: center;">7 4</p> <p>71と同様にして、短絡電流値を電流計で見る 電流計の示針105A</p>	<p style="text-align: right;">7 4 - 1</p> <p>適正な短絡電流値較正を確認。</p>
	<p style="text-align: right;">7 4 - 2</p> <p>電流計はボタンを押せば示針を固定出来る。</p>
<p style="text-align: center;">7 5</p> <p>電流計をホルダケーブルから外して作業台の端におく</p>	<p style="text-align: right;">7 5 - 1</p> <p>溶金飛沫のかゝらない距離を見込む。</p>

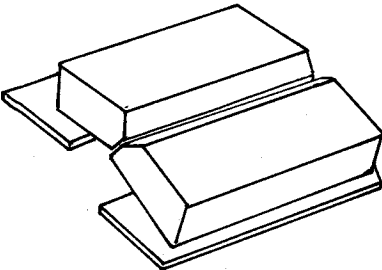
表 現 行 動	測 定 行 動
<p style="text-align: center;">7 6</p> <p>仮づけした母材を作業位置におき（開先を上）母材の下に敷金をおく</p> 	<p style="text-align: right;">7 6 - 1</p> <p>溶接線が身体と平行になるように見わけろ。</p>
	<p style="text-align: right;">7 6 - 2</p> <p>開先の側から溶接出来るように、母材の溶接面の向きに誤りがないかを見わけろ。</p>
	<p style="text-align: right;">7 6 - 3</p> <p>敷金は、母材裏面に出る溶金が作業台に付着しないようにするため、厚さは、母材の予熱効果上、薄い方が良い</p>
<p style="text-align: center;">7 7</p> <p>椅子の位置を前後にずらせて位置ぎめする</p>	<p style="text-align: right;">7 7 - 1</p> <p>作業台と椅子の高さ、母材との距離を判断して、楽な溶接姿勢がとれるように考える。</p>
<p style="text-align: center;">7 8</p> <p>母材の左側すぐそばに9×100×100mmぐらいの予備鋼材をおく</p>	<p style="text-align: right;">7 8 - 1</p> <p>アーク発生のため（母材では動いて溶接線の向きが変わる恐れあり）</p>
	<p style="text-align: right;">7 8 - 2</p> <p>鋼材が離れていると、アークを溶接始点に移動する途中で消えることがある。</p>
<p style="text-align: center;">7 9</p> <p>溶接棒先端を、予備鋼材面上約5mmに近づけ、面で顔をおろす</p>	<p style="text-align: right;">7 9 - 1</p> <p>アーク発生位置はできるだけ溶接始点に近い方が、アークの保持移動がし易いので、棒先はその位置をねらう。</p>
	<p style="text-align: right;">7 9 - 2</p> <p>アーク発生は、5～10mmの距離からタッピングする。この距離が長いとアークの保持がやり難い。 低水素系溶接棒はこの傾向が強い。</p>

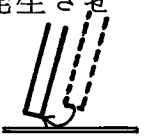
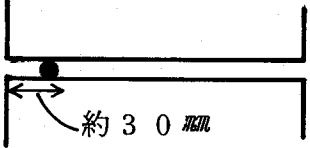
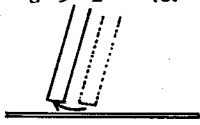
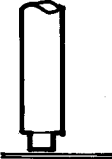


表 現 行 動	測 定 行 動
	<p style="text-align: right;">7 9 - 3</p> <p>狙いをついたら必ず面をあてる。 忘れるとアークの光で眼をいためる。</p>
<p style="text-align: right;">8 0</p> <p>アークを発生させ</p>  <p>素早くアークを溶接線上の・印に移動し、ゆっくりとアークを左端の溶接始点に移動する</p>  <p style="text-align: center;">約 3 0 mm</p>	<p style="text-align: right;">8 0 - 1</p> <p>アークの出し方は2とおりありこの方法がタッピングであり、もう1つはブラッシングという</p>  <p>このどちらでも、やり易い方でよい。</p> <p style="text-align: right;">8 0 - 2</p> <p>アーク発生は、棒が吸いつかれなようにすることが必要で、そのためには、芯線と母材との接触面積を小さくするとよい。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>否</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>良</p> </div> </div> <p style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;">鋼材 鋼材</p> <p style="text-align: right;">8 0 - 3</p> <p>アーク移動中に、棒先端と母材との間隔をあけすぎるとアークが消えるので、3～6 mm ぐらいの間隔を保つようにする。</p> <p style="text-align: right;">8 0 - 4</p> <p>・印から溶接始点への移動は、この間にその部分を予熱し、母材が十分に溶けるようにするため。</p>
<p style="text-align: right;">8 1</p> <p>溶接始点で、棒角度を保ち、フラックスを開先面すれすれに近づけてプールが出来るのを待つ</p> <p>棒角度①  約 75 度</p>	<p style="text-align: right;">8 1 - 1</p> <p>棒角度の①は大体の標準で、アーク長によって多少自由度あり、要はプールの状況に応じた角度をとる。②は2枚のルートフェースを均等に溶かすために絶対必要である。</p>

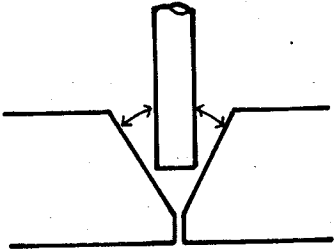
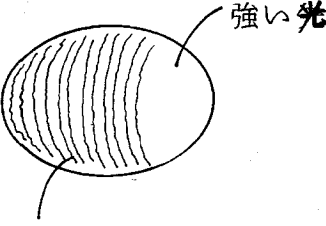
表 現 行 動	測 定 行 動
<p style="text-align: center;">等角度</p> 	<p style="text-align: right;">8 1 - 2</p> <p>フラックスが両開先面すれすれするとき、2～3 mmの最適アーク長となり、良いプールが出来る。</p> <hr/> <p style="text-align: right;">8 1 - 3</p> <p>プールの出来初めは、母材面が変色し、円形に溶け出す。 溶接棒先端も溶けて、プールに溶け込む。</p>
<p style="text-align: right;">8 2</p> <p>プールが直径6 mmぐらいになったとき、溶接棒をゆっくりと右に動かし一様な移動速さで、棒角度を保ち、棒先端とプール面との間隔を一様に保って（棒を上下に動かさない）、母材の右端までアークを移動する。 プール表面は、図のように2つの異なる状態が見える</p>  <p>強い光</p> <p>少しゆれ動いている。</p>	<p style="text-align: right;">8 2 - 1</p> <p>直進する方法をストリング運棒といひ、2枚の母材のルート面を均等に溶かしたり、狭い巾で溶接するのに適する。ルート間かく2 mmで裏波を出すためストリングとした。</p> <hr/> <p style="text-align: right;">8 2 - 2</p> <p>まっすぐにするため、ときどき溶接線の進行方向にねらいをあわせる。棒は左右に動かさない。</p> <hr/> <p style="text-align: right;">8 2 - 3</p> <p>ストリング運棒でのプール直径は、溶接棒直径の約2倍が適切である。従ってこの場合は約6 mmでよい。</p> <hr/> <p style="text-align: right;">8 2 - 4</p> <p>溶接始端部は、プールが外に流れたり、高くなりすぎたりし勝ちのため、プールの大きさを見分けながら棒の溶かし込み量を加減する。</p> <hr/> <p style="text-align: right;">8 2 - 5</p> <p>運棒速度が一様でない場合は、プールの大きさが不揃いになり、裏波の出方が不揃いの欠陥作品となる。</p> <hr/> <p style="text-align: right;">8 2 - 6</p> <p>裏波が出る音（ポコポコいう）を確認しながら棒を移動する。</p>

表 現 行 動	測 定 行 動
	<p style="text-align: right;">8 2 - 7</p> <p>棒角度は標準角度を目安にして、プールの状態に応じ調節する。</p>
	<p style="text-align: right;">8 2 - 8</p> <p>棒が上下に動いて、棒先と母材との間かくが不揃いになると、電圧、電流が変化し、アーク長が変化して良いプールが出来ない。</p>
	<p style="text-align: right;">8 2 - 9</p> <p>プールの表面の右側（強い光）は、母材と溶接棒芯線との合金で、左側のゆれ動いている部分は、棒のフラックスが溶けて浮いている。</p>
	<p style="text-align: right;">8 2 - 1 0</p> <p>スラグが、棒下から右に先行すると、溶融金属の中にスラグがまき込まれて欠陥を生ずる。</p>
	<p style="text-align: right;">8 2 - 1 1</p> <p>適正アーク長、適正棒角度、適正な移動速度によって、スラグが右に先行しないようにしている。</p>
	<p style="text-align: right;">8 2 - 1 2</p> <p>良いプールは、スラグがプール面の左 2/3 ぐらいをおくっている状態である。</p> <p>このためには、棒角度や棒の移動速度で調節する。</p>
	<p style="text-align: right;">8 2 - 1 3</p> <p>適正アーク長か否かはアーク音でも判断している。</p> <p>パチパチと連続的な音が良い。</p> <p>ポーポーという音はアーク長が長すぎる。</p>

表 現 行 動	測 定 行 動
	<p style="text-align: right;">82-14</p> <p>スラグは棒のフラックスが溶けて浮いたもので、熔融金属面をおよって酸化や不純物がプールに入るのを防いでいる。</p>
<p style="text-align: right;">83</p> <p>アークを消し、ホルダを開いて棒を外し、ホルダをホルダ掛けにかける</p>	<p style="text-align: right;">83-1</p> <p>溶接棒の残りが5～6cmでは運棒しにくいので、新しいものととりかえる。</p>
<p style="text-align: right;">84</p> <p>開先内の溶着金属面上のスラグを、スラグハンマの細い方で叩いてはぎとる。</p>	<p style="text-align: right;">84-1</p> <p>溶着金属(ビード)の仕上り程度をチェックするため、その表面に付着しているスラグをとる。</p> <hr/> <p style="text-align: right;">84-2</p> <p>スラグハンマで叩いて、きれいにはがれるような場合は出来が良いことが多い。 強く叩いてもスラグがまだらに残っている場合は、スラグ巻き込みなどの欠陥が考えられる。</p>
<p style="text-align: right;">85</p> <p>スラグをとったあとのビード面を、ワイヤブラシでたんねんに強くこすって、スラグを完全におとす。</p>	<p style="text-align: right;">85-1</p> <p>この上に第2層溶接する際、スラグが残っているとスラグ巻き込みという欠陥を生じ、溶接部が弱くなる。</p>
<p style="text-align: right;">86</p> <p>ビード表面を見る(調べる)</p>	<p style="text-align: right;">86-1</p> <p>ビード面のチェックは次の点に注意する。</p> <p>①ビードの巾 … 6mm (溶接棒径の約2倍) で全長にわたり揃っていること。</p> <p>②ビードの高さ … 全長にわたり揃っていること。</p>

表 現 行 動	測 定 行 動
	③ビード面の波型 … 同じピッチで揃っていること。 ④開先面とビード際に切れ込み(アンダカット)がないこと。
8 7 母材を裏返し、裏波溶着金属面のスラグを、スラグハンマで叩いてはぎとる	8 7 - 1 母材面を傷つけないように、ハンマの細い方でたんねんに叩く。
8 8 裏波にワイヤブラシをかけ、スラグを完全に落とす	8 8 - 1 裏波の出具合、美しさは検定で審査の対象になるので、きれいに仕上げること。 磨くつもりで力一杯かける。
8 9 裏波を見る(調べる)	8 9 - 1 次の点に注意してチェックする。 ①全長にわたって、2mm以内の高さで出ていること ②全長にわたって同じ巾で出ていること
9 0 開先を上に向け、下向溶接位置に母材をおく 敷金はとり除く	9 0 - 1 溶接線が身体と平行になるように見分ける 9 0 - 2 第2層は第1層の上に重ねるので、敷金は不要 9 0 - 3 板厚9mmであるから、第1層の上に3層を重ねて仕上げたい。
9 1 D4301の4φ棒を選んで、ホルダに直角にとりつける	9 1 - 1 第2層以降は裏波の必要がないので、アークが出易く、且つ、溶接性の良いイルミナイト系溶接棒を使う。

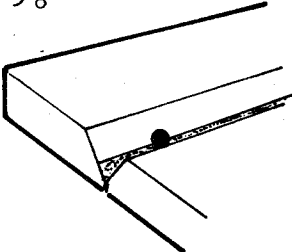
表 現 行 動	測 定 行 動
	<p style="text-align: right;">9 1 - 2</p> <p>板厚 3.2 mm ~ 9 mm の母材では、溶接棒の径 4 mm のものが適する。</p> <p>溶融量、熱影響などからみて作業性が良い。</p>
	<p style="text-align: right;">9 1 - 3</p> <p>乾燥した低水素系棒に比べ、フラックスがややく黒ずんでいる。</p>
	<p style="text-align: right;">9 1 - 4</p> <p>運棒角度をとり易くするため、直角にとりつける。</p>
<p style="text-align: right;">9 2</p> <p>電流調整ハンドルを廻し、示針を 175 A にセットする。</p>	<p style="text-align: right;">9 2 - 1</p> <p>第 2 層は D4301 の 4 mm 棒で、短絡 190 A で溶接したい。</p>
	<p style="text-align: right;">9 2 - 2</p> <p>第 1 層溶接での電流較正の計算にならって、175 A とする。</p>
<p style="text-align: right;">9 3</p> <p>電流計の目盛板を見ながら、溶接棒を作業台に一気におしあてる</p> <p>電流計示針 190 A</p>	<p style="text-align: right;">9 3 - 1</p> <p>較正 OK</p> <p>一気におしあてないとアークが出て、短絡電流が測れないことがある。</p>
<p style="text-align: right;">9 4</p> <p>第 1 層ビード上の・印をねらって溶接棒先端を約 5 mm に近づけ、面で顔をおろす。</p> 	<p style="text-align: right;">9 4 - 1</p> <p>溶接始端から約 30 mm の間を予熱したい。</p>
	<p style="text-align: right;">9 4 - 2</p> <p>・印は、始端から約 30 mm、母材面に傷をつけないためにビード上で</p>

表 現 行 動	測 定 行 動
<p style="text-align: right;">9 5</p> <p>• 印位置でタッピングしてアークを出し、左端までゆっくりとアークを戻す</p>	<p style="text-align: right;">9 5 - 1</p> <p>予熱して、第1層ビードの再溶解をよくするため 1～2度往復してあぶってもよい</p>
<p style="text-align: right;">9 6</p> <p>溶接始端で、棒角度を保ち、適正アーク長を保ってプールが出来るのを待つ</p>	<p style="text-align: right;">9 6 - 1</p> <p>棒角度 … 進行方向 約75度 両開先面に等角度</p>
	<p style="text-align: right;">9 6 - 2</p> <p>溶接部が開先谷部に近く、狭いので、作業性を考えてストリング運棒とした。</p>
	<p style="text-align: right;">9 6 - 3</p> <p>適正アーク長は棒径とほぼ等しい</p>
<p style="text-align: right;">9 7</p> <p>プールが、直径8～10mmぐらいになったとき、溶接棒をゆっくりと右に動かし、一樣な速さで、棒角度を保って、棒先端とプール面との間かくを一樣に保って(棒上下動なし)母材の右端近くまでアークを移動する</p>	<p style="text-align: right;">9 7 - 1</p> <p>プール直径は溶接棒径の約2倍が適正。従って8mm～10mmとなる</p>
	<p style="text-align: right;">9 7 - 2</p> <p>スラグのかぶり具合に注目し、スラグを先行させない</p>
	<p style="text-align: right;">9 7 - 3</p> <p>出来上りビードと進行方向とのねらいにより、まっすぐ運棒する。</p>
	<p style="text-align: right;">9 7 - 4</p> <p>新しい棒を、1/2～2/3 使う速さで、遅すぎると大きくなりすぎる</p>
	<p style="text-align: right;">9 7 - 5</p> <p>適正アーク長を保つために、棒を上下に動かさない</p>

表 現 行 動	測 定 行 動
	<p style="text-align: right;">97-6</p> <p>運棒角度は、プールが適正状態になるように調節する。</p>
	<p style="text-align: right;">97-7</p> <p>4層で溶接するため、2層目は開先深さの1/2ぐらいまで盛りたい。</p>
<p style="text-align: right;">98</p> <p>溶接線の終端部で、アークを切ったり出したり3～4回繰り返えす</p>	<p style="text-align: right;">98-1</p> <p>終端部は凹み残り易い、凹みは割れの原因になる。</p>
	<p style="text-align: right;">98-2</p> <p>終端部のプール面の高さに注目しながら、凹みがなくなるまでアークを断続的に出して、溶接棒を溶かし込む。</p>
	<p style="text-align: right;">98-3</p> <p>凹みが残っていると、次の第3層目で凹みがより大きくなり、修正が困難になるから、この第2層で修正する。</p>
<p style="text-align: right;">99</p> <p>アークを切り、ホルダを開いて棒を外し、ホルダ掛けにかける</p>	<p style="text-align: right;">99-1</p> <p>溶接棒の残りが5～6cm未満では運棒しにくいのでとりかえる。</p>

5. 行動分析結果の整理

1) 要素行動へのまとめ

前掲の行動分析カードは、ベテランの行動をその作業順序に従って、時系列に列挙してある。従って作業開始から終了までの間に、同じような行動が何回も行なわれ、記録されている。そこで、神経の使い方が同じとみられる行動を一緒にして、小さな単位の、まとまりのある行動を設定した。これを“要素行動”と称する。

要素行動の設定には、次のような考え方を基本とした。

- ① 1つの要素行動を完成することによってある程度の満足感を得られること。
- ② 然し、単一の要素行動のみではあまり意味がなく、複数の要素行動の組み合わせによって、まとまりのある行動となること。(これを単位行動と称する … 後述)
- ③ 他の要素行動とは神経の使い方が異なり、相互に独立的に存在すること。

2) 測定行動中心の“要素行動”作り(測定行動カードを、神経の使い方の違いによって分ける。)

測定行動カードのすべてを番号順に並べ、その中から、神経の使い方が同じと考えられるカードを抜き出す。(表現行動カードは参考として使用した)

(例)

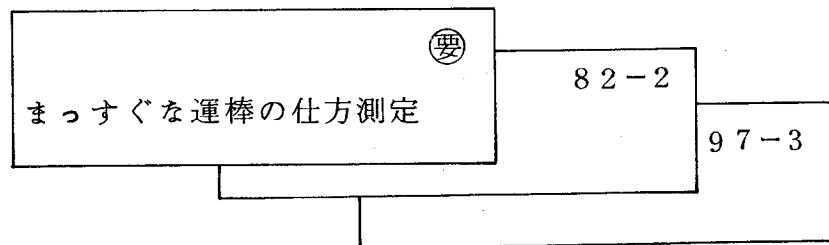
82-2
まっすぐにするためときどき溶接線の進行方向にねらいをあわせる。
棒は左右に動かさない。

97-3
溶接線の進行方向にねらいをつけ、まっすぐ運棒する

この2枚のカードは、いずれも「まっすぐに運棒する」という共通の神経が払われているので抜き出した。他にはこれと同じ神経の測定行動はない。

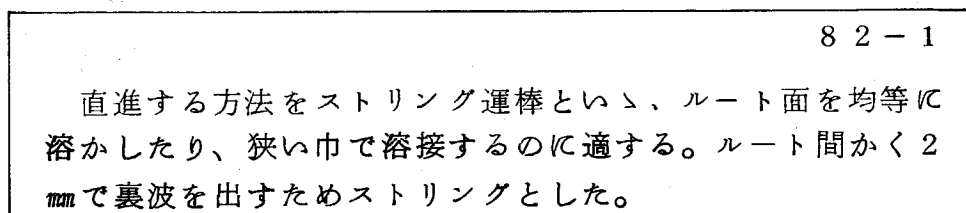
この2枚のカードの内容をいゝ表わすタイトルを考え、「まっすぐな運棒の仕方測定」として新しいカードに、次のように記入し、これを“要素行動”の1つとした。

この要素行動カードを上記2枚の測定行動カードの上においた



“要素行動”の大きさは、神経の使い方の違いを判断する尺度の如何によつて大きくも小さくもなる。我々は、ベテランの重要な神経を見のがすことのないようにするため、少しでも違う神経が払われていると考えられるものは別の要素行動とした。

例えば、



このカードは、前例の表現行動82の第1層ビードおきに対する測定行動の1枚目である。

この神経の使い方は、「溶接部に適した運棒法の決定」に関するものと見られ、82-2や97-3の神経（運棒の仕方）とは異なる。

そこでこのカードは別の“要素行動”とすることとし、同じ神経の測定行動96-2と共に抜き出した。

96-2

溶接部が開先谷部に近く、狭いので、作業性を考えてストリング運棒とした。

この2枚のカードに対して、その内容を表わすタイトルを考えて、新しいカードに記入し、次のように2枚の測定行動カードの上に重ねた。

(要)

溶接部に適した運棒法の測定

82-1

96-2

ただ1枚の測定行動カードが神経的に独立し、他のカードと一緒にできないものは、その1枚だけで1つの“要素行動”とした。

(例)

67-2

低水素系棒は充分乾燥し、フラックスが白っぽくなっているものが良い。乾燥不十分のものはアークが出にくく、またアークの保持がむづかしい。

これは、低水素系溶接棒の使用前の管理に関する神経で、他に同じ神経のカードはない。

そこでこれにタイトルを考えて、“要素行動”とし、新しいカードに記入して、次のように重ねた。

(要)

溶接棒の使用直前の乾燥状態の測定

67-2

以上の要領で、前掲行動分析の測定行動カードの例については、次のような“要素行動”作りを行なった。

“要素行動”の例

同一神経の測定 行動カード群	左のカード群の内容をいゝ表 わすタイトル(要素行動)
67-1, 91-1	溶接部に適する棒の種類の測定
67-3, 91-2	母材板厚に応じた棒径の測定
67-2, 91-3	溶接棒の使用直前の乾燥状態の測定
68-1, 91-4	溶接棒のとりつけ方
69-1, 92-1	溶接棒、溶接部に 応じた溶接電流値 の決定
69-2, 69-4, 70-1	交流溶接機の機能の測定
69-3, 71-1, 71-2,	アーク電流、短絡電流、溶接機電流
71-3, 72-2,	の関係測定
73-1, 74-1,	
92-2, 93-1,	
72-1, 74-2, 75-1	電流計の機能測定
76-1, 76-2, 77-1, 90-1	溶接線の位置、方向に応じた構え方 (対応の仕方測定)
81-1, 96-1	溶接棒指向角度の測定
81-2, 82-1, 83, 96-3	適正アーク長の測定
78-1, 78-2, 79-1	アーク発生位置の測定
94-2	
79-2, 80-1, 80-2	タッピングの仕方
79-3	面のあて方のタイミング測定

80-3, 80-4, 81-3, 94-1	始端部予熱の測定
82-1, 96-2	溶接部に適した運棒法の決定
82-2, 97-3	まっすぐな運棒の仕方
82-5, 97-4	運棒速度の測定
82-8, 97-5	母材と棒との間かく測定
82-7, 97-6	運棒中の溶接棒角度の測定
82-6	裏波の出し方(音)の測定
82-3, 97-1	プールの形状(大きさ)測定
82-9, 82-12	スラグと溶金の位置測定
82-10	欠陥防止測定(スラグ巻き込み)
82-11, 97-2	スラグの寄り具合測定
82-14, 84-2, 85-1	スラグの性質測定
84-1, 87-1, 88-1	スラグ除去手順の測定
83-1, 99-1	溶接棒使用長さの測定
86-1, 89-1	ビード外観の測定
82-4, 96-3	ビード始端処理の仕方
90-3, 97-7	溶接層数の設計
98-1, 98-2, 98-3	ビード終端処理の仕方測定

以上、ベテランの行動を、神経の使い方の違いによって仕分けた“要素行動”によって、下向V型突合わせ溶接遂行に必要な要素がかなり整理されたが、これだけではまだ、ベテランの神経がどのようにからみ合っているかが明確でない。

そこで、次に、“要素行動”相互の関係を考慮して、関連する“要素行動”の組み合わせによって、どのようなまとまりのある行動が形成されるかを、構造図によって検討することとした。

第2節 行動の構造化

1. 単位行動の設定

前節の要素行動をもとに、どの要素行動とどの要素行動を組み合わせればどのようなまとまりのある行動がとれるかを考え、その行動に名称をつけて単位行動とした。

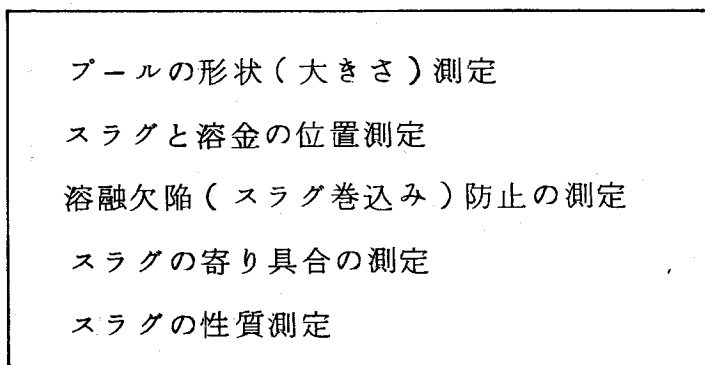
例えば、前記要素行動の表から、

「プールの形状(大きさ)測定」は、適正プールを見わけて作るための行動である。

「スラグと溶金の位置測定」もまた適正プールの見わけと作成のための行動である。

“適正プール作り”は1つの単位行動となりそうである。では、“適正プール作り”のための要素行動は、この他にもあるだろうか。

このようにして、次の要素行動群によってできる単位行動を、「プール作成」と名づけた。



プール作成

単位行動の設定において問題となるのは、その大きさ、範囲をどの程度にするかということである。[※]

例えば、プール作成の単位を構成するであろうと思われる要素行動として“適正アーク長の測定”がある(要素行動表参照)

※ 単位行動は、いくつかの要素行動の組み合わせによってできるあるまとまりのある行動である。測定行動中心の単位行動を作るという前提および、1つの単位行動の中に目標の異なる行動を含ませないという考え方から、神経の使い方が異なる異質の要素行動や、次元の全く異なる要素行動は一緒にまとめないこととした。

しかし、適正アーク長の測定は、熟練者の測定行動 8 1 - 2 (フラックスが両開先面すれすれするとき、2 ~ 3 mm の最適アーク長となり、良いプールができる) や 9 6 - 3 (適正アーク長は、棒径とほぼ等しい) という判断尺度 (神経の使い方) にみられるように、プール作成以前の時点の行動として存在し、且つ、その神経の使い方は、プールの状態を見わける神経 (スラグと溶金の位置測定、プールの大きさ測定等) とは質的に異なっている。従って“適正アーク長の測定”はプール作成の単位には含めず、独立の単位として分けた。

以上の例のようにして、前掲の要素行動から、次表のような単位行動を設定した。

要素行動カード群	要素行動カード群の内容を表わすタイトル (単位行動)
溶接部に適する棒の種類測定 母材板厚に適する棒径の測定 溶接棒の使用直前の乾燥状態の測定	溶接棒の選定
溶接棒に応じた電流値を決める 溶接部に応じた電流値を決める 溶接部に応じた運棒法の測定 溶接層数の設計 (前掲例示カードより、以下同じ)	下向 V 型突合せ溶接

<p>溶接棒のとりつけ角度の測定</p> <p>溶接線の位置、方向の測定</p> <p>母材への溶接棒指向角度測定</p> <p>視点、目の位置の測定</p> <p>面をあてるタイミングの測定</p> <p>溶接線の位置、方向への対応の仕方の測定</p>	<p>溶接姿勢</p>
<p>交流溶接機の機能の測定</p>	<p>溶接回路作成</p>
<p>電流計の機能の測定</p> <p>アーク電流，短絡電流，溶接機電流の関係測定</p>	<p>溶接電流値の較正</p>
<p>アーク発生のタイミング測定</p> <p>溶接棒移動距離の測定</p> <p>アーク発生位置の測定</p> <p>母材への吸着性の測定</p>	<p>アークの発生と消し方</p>
<p>アーク音の測定</p> <p>適正アーク長測定</p> <p>アーク長変化条件の測定</p> <p>アークの測定</p>	<p>適正アーク長の保持</p>
<p>プールの形状測定</p> <p>溶融欠陥防止測定</p> <p>スラグの寄り具合の測定 (スラグを寄せる条件の測定)</p> <p>スラグの性質測定</p> <p>スラグと溶金の位置測定</p>	<p>プールの作成</p>
<p>スラグの除去手順測定</p>	<p>スラグの除去</p>

まっすぐな運棒の仕方 運棒速度の測定 母材と棒との間かく測定 運棒中の棒角度の測定	直進運棒
ビード外観の測定 裏波の出し方測定 ビード始端処理の仕方 ビード終端処理の仕方	ストリングビードおき

2. 溶接行動の全体構造の把握

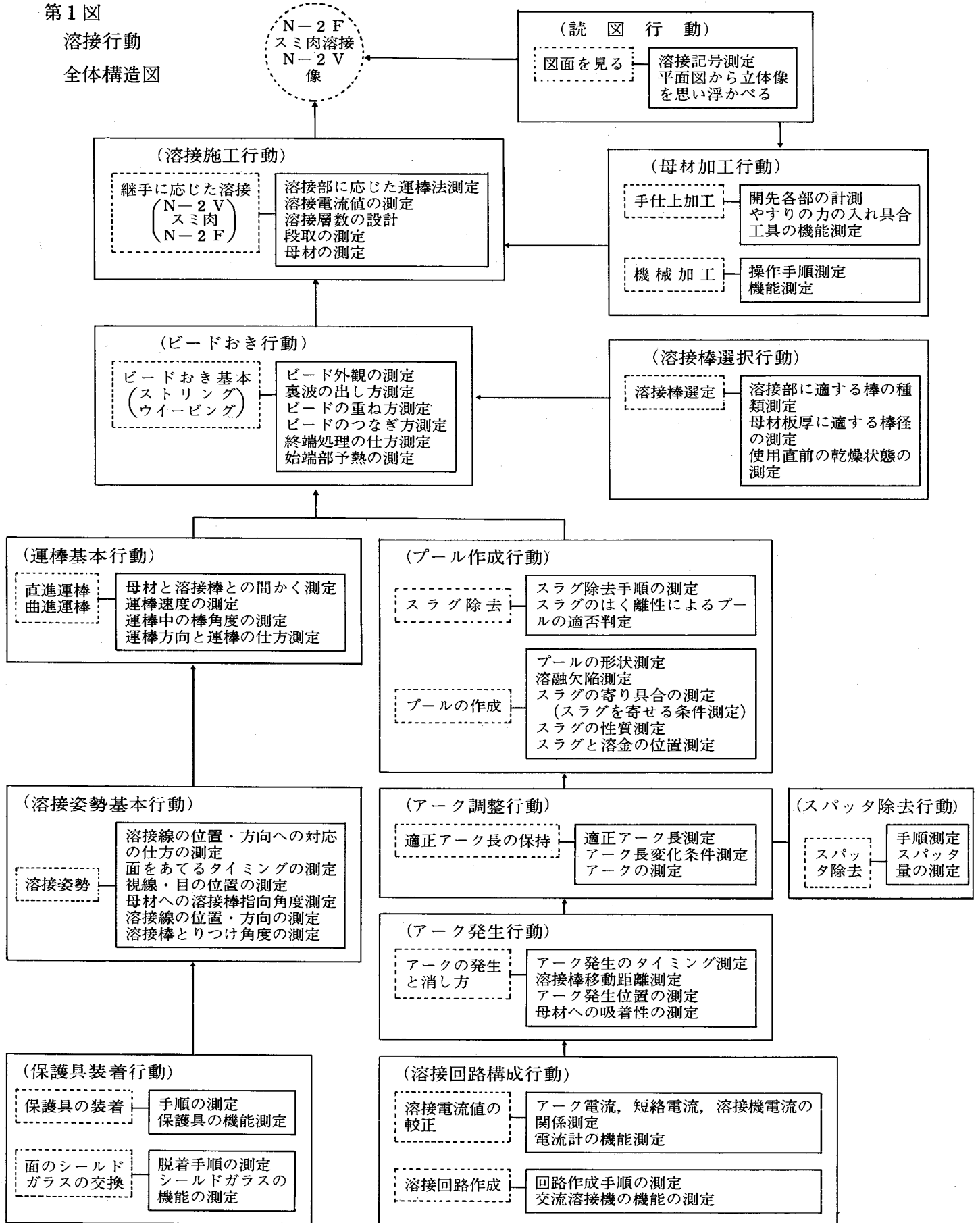
1) 全体構造図

第1図は、溶接行動全体に対する熟練者の神経回路の仕くみをみたものである。

1つの単位行動が形成されるためには、その前提となる単位行動は何かという考え方で構成したもので、時系列的な作業順序ではない。

構造図により、全体における単位行動の位置づけを明らかにすることによって、各単位行動の相互の関連が明確になり、訓練単位の設定およびその学習順序の決定が容易になる。

第1図
溶接行動
全体構造図



注 外枠内の()書きは本文説明上付けた仮称である。

(構造図の構成)

熟練者はまず、N-2 F又はスミ肉或いはN-2 Vの実体像を頭に描いている。

この実体像に直接結びついている神経は、母材の測定や段取り、何層で溶接するか、など溶接の施工に関する神経である。

矢印が像に向っているのは「施工行動」が前提となっていることを表わしている。

“読図”は、実体像が頭に描かれる前提として位置づけた。“読図”が別単位として“施工行動”の外にあるのは、読図の神経が記号の見わけや記憶であって、施工の神経の使い方とは異質であるからである。

“母材加工行動”は、母材の機械加工などに関する神経であって、溶接施工とは神経の使い方の全く異なる独立的な行動である。

“施工行動”の前提として位置づけたのは、施工の母材測定が、開先角度や開先面の平滑度、ルートフェースの適否などの判定の神経であって、それらは“母材加工”の神経が前提となっていることが、行動分析で明らかであるからである。

以下、同様に、前提となる単位行動を位置づけて、図のような全体構造図を構成した。

2) 溶接の行動類型

行動分析の結果、溶接における行動には2つのパターンがあると考えられる。

1つは意識ゼロの状態で行動できるように、所謂運動神経と呼ばれる身体で覚えるタイプの行動で、「運棒行動」「溶接姿勢行動」「保護具装着」などである。

他の1つのタイプは、刻々変化する現象に即応して神経を展開させている行動で、「プール作成行動」「アーク調整行動」「アーク発生行動」「溶接回路構成行動」などである。

このことを全体構造図では、平行した2つの回路で表わした。

従前の訓練方式では、ビードおきの中に運棒とプールの見分けを含めて訓練されている。

然し、行動分析の結果、「ビードおき」は、既にプールの見分けの神経が定着したあとの、製品製作上のテクニックとして別な神経が払われていることが明らかであり、図のように位置づけた。

次に「運棒基本行動」は、溶接棒の適正保持に関する行動で、その神経は棒角度の見わけや母材と溶接棒とのすき間の見わけ、スピード感覚等にある。然し、見分けが出来ても、適正に保持するように手の行動が定着していなければ適切な運棒は出来ない、つまり身体で覚えるというタイプの行動である。

「プール作成行動」は、スラグと溶金の位置の見分け、スラグの動きの見分け、溶融面積の見分けなど、刻々変化する現象を一定の基準と比べて、適否を瞬時に判断するというシビアな神経を伴う行動である。

このように本来異質である3つの行動を、同時に学習することは効率の面でも効果の点でも好ましくないのであって、このことは、構造図により、相互の関連を検討することによって明らかにすることが出来た。

また、熟練者の行動を構造化することによって、次の諸点が明確になり、爾後の学習設計を容易にすることが出来た。

- ① 神経の使い方が異なる独立的な行動は何かがはっきりする。
- ② ある行動と直接関係のある行動は何かがはっきりする。
- ③ 熟練者の行動分析に洩れがないかがチェック出来る。
- ④ 学習計画を立てる際、訓練単位の設定や、訓練順序を決めることが容易になる。
- ⑤ 熟練者の行動の真の狙いを適確につかむことが出来、学習のさせ方の重点がはっきりする。

第3節 コースアウトラインの作成

学習に必要な訓練単位、学習順序、学習内容と方法、教材、などを内容とするコースアウトラインを、前節の全体構造図および行動分析カードをもとに作成した。

コースアウトラインは、個別学習によって学習者の1人1人が、学習過程で絶えずフィードバックを得ながら、マイペースで自学自習できるような学習の場を作ることを念頭において、次の手順で作成した。

1. 学習目標と学習者のレディネスの設定

学習目標として、JISに基づく基本級N-2F（下向V型突合せ溶接）の免許取得の技能を習得させることとした。

学習者のレディネスは、すべての人々に適用可能な訓練システムとするため、次のように設定した。

- 新制中学校で学ぶ程度の識字能力があること。
- アルファベットが読めること。
（溶接記号の学習に必要）
- 四則計算ができること。
（溶接電流値の較正に必要）
- 平ヤスリの取扱い上の知識があること。
（継手のヤスリ加工に必要）
- 通電されている金属に触れたり、濡れ手で電気器具に触れることは危険であるという程度の、電気安全上の知識があること。

コースアウトラインは、上記の学習目標とレディネスを考慮して作成することとなる。

2. 概略コースアウトラインの作成

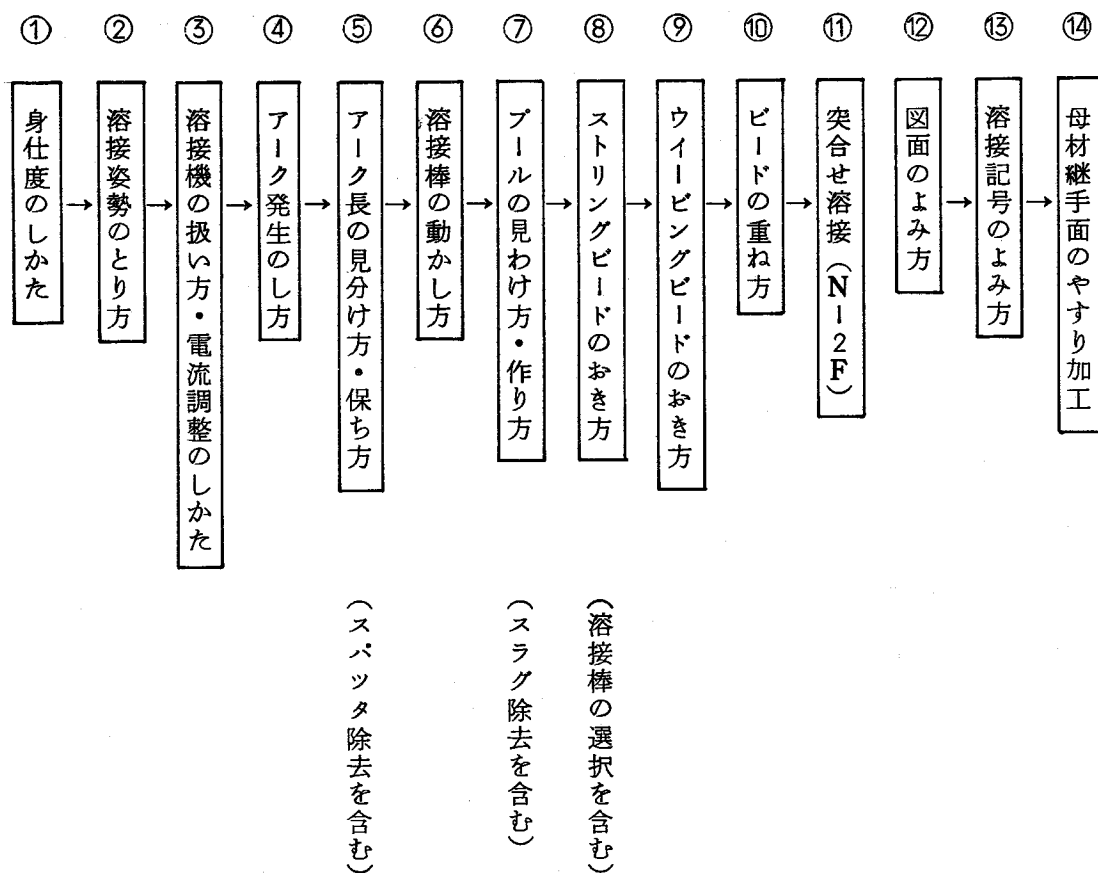
概略コースアウトラインは、前項の学習目標を達成させるために必要な、

訓練単位とその学習順序を決定するものである。

概略コースアウトラインを決めることによって、学習プログラムは、既習の訓練単位をレディネスとしてステップの作成等を行なうこととなる。

第2表は、N-2Fの概略コースアウトラインで、枠の中が訓練単位、矢印は学習順序を示している。

第2表 概略コースアウトライン



1) 訓練単位の決定

全体構造図をもとに、次の観点から訓練単위를決定した。

i 完結性を有し、技能の評価対象となり得る内容をもっていること。

①例えば、訓練単位「溶接機の扱い方と電流調整のし方」については、構造図の2つの単位行動（溶接回路作成と溶接電流の較正）をまとめて1つの訓練単位にした。

神経の使い方の点ではこの2つの単位行動は次元の異なる行動であるが、溶接機の取扱いが出来るといえるためにはこの2つの行動ができなければ完全とはいえない。

訓練単位の名称は、学習目標がある程度まで学習者に分るような表現とした。

ii 互換性を有すること。

例えば、訓練単位「プールの見分け方・作り方」は、下向V型突合せ溶接のみの訓練単位ではなく、スミ肉溶接にも、立向溶接にも適用できる訓練単位である。

このような訓練単位の設定であれば、溶接姿勢が変わる都度、新しく訓練単位をおこしたり、教材を準備する必要はない。

例えば、立向V型突合せ上進溶接に対しては、スラグを先行させることなく下へ逃がす神経を付加すればよい。

互換性のある訓練単位を設定するために、3つの異なる課題を対象に行動分析したことは既に述べたとおりである。

iii 実技と学科の統合

マイペースで学習をすすめる個別学習を前提としているため、例えば、構造図の「溶接棒の選択」は、「ストリングビードのおき方」の訓練単位に含め、行動を通して学習させることとした。

2) 学習順序の決定

学習は、ある行動をレディネスとして新たな行動獲得へと、時系列的に展開される。

そこで、前記14の訓練単位について、次の要領で学習順序を決定した。

a. 構造図によっておよその学習順序を決める。

- 構造図は、行動相互の前提・依存関係をとらえているため、前提の単位から学習させるという目安がつけられる。
- 然し、学習上の難易度（殊にレディネスのない学習者には、熟練者の神経のつながりをそのまま学習し得ない場合がある）や、第1図の構造図のように、2つの異なる神経回路がある場合は、構造図のみでは学習の順序決めが難しい。

そこで、

b. 行動分析カードによって、訓練単位に

含まれている行動について、その作業性（行動のリズム、作業のつながり）を考慮して、次のように学習順序を決定した。

- | | |
|--------------------|--|
| (1)身仕度のしかた | …構造図上、最も前提となっている。 |
| (2)溶接姿勢 | (4)のアーク発生は電流調整の行動が |
| (3)溶接機の扱い方・電流調整の仕方 | …前提となるため、(3)→(4)と直接関連づけた。溶接姿勢もアーク発生に関連はあるが、(3)→(4)の結びつきよりは薄いので第2順位にした。 |
| (4)アーク発生 | (5)は構造図のとおり。 |
| (5)アーク長の見わけ方・作り方 | (6)の溶接棒の動かし方は、(7)のプール作り、(8)以下のビードおきの前提として、定着させておくことが効果的であろう。 |
| (6)溶接棒の動かし方 | (7)プールの見わけ方・作り方 |
| (7)プールの見わけ方・作り方 | (8)ストリングビードのおき方 |
| (8)ストリングビードのおき方 | (9)ウイーピングビードのおき方 |
| (9)ウイーピングビードのおき方 | (10)ビードの重ね方 |
| (10)ビードの重ね方 | (1)～(10)を踏まえて(1)を学習する。 |
| (11)下向V型突合せ溶接 | |

- (12) 図面のよみ方
- (13) 溶接記号のよみ方
- (14) 母材継手面のやすり加工

(1)～(11) とは神経の使い方が全く
違い、次元の異なる学習単位として
切り離した。
従ってこれらは(1)の身仕度以前に学
習してもよい。(12)(13)(14) の順位
は構造図に従った。

3. 詳細コースアウトラインの作成

詳細コースアウトラインは、訓練単位ごとに、概略コースアウトライン、
構造図、行動分析カードなどを参考にして、学習の内容・方法、教材、評価
について作成した。

構造図で明らかにした2つの行動類型（現象の変化に応じて神経を展開さ
せる行動と、身体で覚える行動）に分けて、コースアウトラインの作成過程
を述べる。

1) 訓練単位「プールの見分け方・作り方」

第3表はプールの見分け方・作り方のコースアウトラインである。

第3表 コースアウトラインの例

訓練単位 プールの見わけ方・作り方

単位行動	要素行動	学 習 活 動	教 材 ・ 教 具	診 断
適正プールの作成ができる	1) スラグと溶融金属を見わけることができる	a 指示文に従って用具類をそろえる	指示文(スライド) 母材(9×150×150) 溶接棒(D4301)	自己確認
		b 指示文に従って溶接機の電流値較正をする	交流溶接機 電流計 スラグハンマ ワイヤブラシ 火ばし 水を入れたばけつ スケール 保護具一式	自己確認
c 8mmムービーで、スラグの動きと溶融金属の状態を観察する		8mmエンドレスフィルム テクニカラー映写機 スクリーン	自己確認	
d 図解で、スラグと溶金の位置関係をたしかめる			自己確認	
e 図解で、スラグと溶接棒の位置関係をたしかめる			自己確認	
f 指示文に従って母材を溶解し、スラグと溶金を見わけ 2回繰り返えす			自己確認	
	2) スラグの性質とスラグ巻き込みの原因がわかる	a 図解により、スラグの役割と、スラグ巻き込みの原因を確かめる。		自己確認

	<p>3) スラグ移動の条件を見わけ、適正位置にすることができ</p>	<p>a 指示文に従って、溶接棒角度を変え、スラグの位置がどう変るか実験する (実験により標準棒角度を求める)</p> <p>b 指示文に従って、アーク長を変え、スラグの位置の変化を実験する</p> <p>c 指導員に見てもらいながら、指示文に従ってプールを作る。</p>		<p>自己確認</p> <p>自己確認</p> <p>指導員のチェック</p>
	<p>4) 適正プールを見わけ作成できる</p>	<p>a 指示文に従って、見本と3)Cの作品を比べ、プールの大きさをたしかめる</p> <p>b 指示文(速度指示)に従って溶接棒径の約2倍の直径のプールを作る</p> <p>自信がつくまで繰り返す</p> <p>c 指定電流値(高すぎ・低すぎ)でプールを作り、溶融状態の違いを見わけ(適正電流値をつかむ)</p> <p>d 指示文に従って溶着金属を比べ、溶着金属から電流値の適否を判断する。</p>	<p>見本(ストリングビード)</p>	<p>自己確認</p> <p>指導員のチェック</p> <p>自己確認</p> <p>自己確認</p>

注 単位行動および要素行動は、行動の構造化によって求めたもの。

i 要素行動欄

全体構造図の要素行動について、神経の働らきが単一のものから、順次複合神経に進むように、学習順序を考慮した。

ii 学習活動

要素行動を会得させるための学習のさせ方として、行動分析カードをもとに工夫した。

行動分析カードは、ベテランの測定行動，表現行動であって、レディネスのない学習者に対しては、学習の効率や効果を考えた新たな工夫を加える必要がある。

プール作成行動の如く、刻々変化する現象に応じて神経を展開させる行動に対しては、次のような工夫をした。

① ベテランの持っている判断の尺度を、学習者に適確にとらえさせること。

② ベテランの見分けの目と同じ神経の目を養なうこと。

これらの工夫は行動分析カードに基づくもので、ベテランは「スラグがプール面の左約2/3をおよっているのが良い状態

82-12」「ストリング運棒でのプール直径は、溶接棒直径の約2倍 82-3」のような判断尺度を持っており、ベテランの目がとらえたプールの状態をフィルムに再現し、学習者の視覚訓練をすることとした。

また、見本（良いもの，悪いもの）を与えて比較の尺度とさせ、見分けの目をつけさせることとした。訓練単位「ビードおき」では特に多用している。

③ 現象の変化に対応できる神経を養なうため、問題解決学習的な実験を通して会得させること。

適正プールの見分けや作成で最も重要なスラグの寄せ方について、ベテランは「溶接棒角度（82-7，82-11），アーク長と

電流値（ 8 1 - 2 , 8 2 - 8 ）」などの神経を払っており、この神経を会得させるには、単に標準値を与えるだけでは転移性のないものまね学習になるため、条件を変えて実験させ、プールの変化の比較を通して、自から適正条件を会得させることとした。

④ 必要な知識は実習の中に組み込むこと。

所謂、学科と実技の統合であって、マイペースの自学自習には不可欠の条件であるが、座学的な学科を付加するのではなく、行動分析で求めたベテランの測定行動カードをもとに、実習に必要な範囲にとどめるよう配意した。

「スラグの性質を図解で学ぶ」がその1例である。

⑤ 学習の繰り返し回数を指定すること。

適正な回数はトライアウトによって決めるが、コースアウトラインの段階で、目標達成に必要な回数を予測した。

1) f

4) b

また、「納得いくまで繰り返し」の例では、繰り返し後、指導員のチェックを受けさせることとした。これは、判断など知的要素の濃い学習では、学習者によってかなり学習量に差があることが、トラックアウトによって確認されたためである。

⑥ 熟練者には見られなかった行動（従って分析カードにはない）でも、学習効果の点でやらせて見る必要があると考えられるものは附加すること。

3) - a , 3) - b 等の実験はその例である。

iii 教材・教具

ii の学習活動に必要な教材・教具を想定した。

溶接は両手作業のため、足踏スイッチによるスライド投影で学習指示を与えることとした。（但し「読図」の訓練単位のみブック形式をとった）。

8 mmムービーは、フィルムをエンドレスにつなぎ、テクニカラー映写機を用いて、学習者が自由に、納得いくまで観察できるようにした。8 mmフィルムをいつ見るか、見るポイントはどこかを、スライドの学習指示の中に組むこととした。

8 mmフィルムの長さは、すべて1分前後の短いものとし、学習のポイントだけを見せることとした。

因みに、作成した8 mm教材は第4表のとおりである。

第4表 8 mmフィルム1覧

訓 練 単 位	8 mm フィルム
溶接棒の動かし方	直進運棒（運棒シミュレータ使用） 曲進運棒（ " ）
プールの見わけ方・作り方	プールの見わけ方
ストリングビードのおき方	ストリングビードおき（適正） ストリングビードおき（不適正）
ワイピングビードのおき方	ワイピングビードおき ビードつなぎ（ストリングビード ワイピングビード） 始端予熱（ストリングビード ワイピングビード） 終端クレータ処理
ビードの重ね方	ビードの重ね方
下向V型突合せ溶接 (N-2F)	第1層 裏波溶接 第2層 溶接 第4層 溶接
アーク発生	アーク発生

注 8 mm撮映には、NDフィルタ（No 8）およびCut ONフィルタを用いて、アーク発生中の現象を見易くした。

IV 診 断

学習過程の重要な段階および最終段階で、指導員の確認チェックを受けさせることとした。自己確認については、自己診断ができるように、ステップの中に具体的な判定基準を組み込むこととした。

2) 訓練単位「溶接棒の動かし方」

運棒の基本は、プール作成やビードおきの神経を別にすれば、“溶接棒の動かし方”，“運棒速さ”，“母材と棒の間隔”の3つを夫々一様に保つことに重点がおかれる。

そこで、第5表の「学習活動」に示すように、即時的なフィードバックの機能をもつ運棒シミュレータ[※]によって、上記3つの要素行動を、意識ゼロの状態で行動できるまで強化し、定着を図ることとした。

※ 運棒シミュレータは、神奈川県技能訓練センター技師小柳博司氏が製作し、その機能は、実際の溶接棒の先端が溶けて、母材とのすき間が大きくなる現象を模し、シミュレータの棒が電動で上昇する。附属の速度指示器は、標準速度で移動する指針を追随することによって、速度感覚を会得できる。

運棒の適否の自己確認、即時的フィードバックは、母材シミュレータ（木製平板に溝を切って溶接線とし、溝の中に灰を入れたもの）の灰につく溶接棒の跡によって得られる。

「溶接棒の動かし方」のように、正しい動作を身につけさせる、所謂身体で覚えるような行動の類型には、即時的なフィードバックのかゝるシミュレータを用い、且つ、繰り返しを強化した。表の学習活動欄に示す如く、20回、30回の繰り返えしによって、定着を図ることを意図した。

同じような行動類型の「溶接姿勢」については、鏡を用いて、溶接棒指向角度の学習の定着を図った。

第5表

運棒基本行動 詳細コースアウトライン

単位行動	要素行動	学 習 活 動	教 材 ・ 教 具	診 断
直進運棒 ができる	1) まっすぐに運棒できる	<p>a 運棒シミュレータの操作 法指示文に従って動かして、 シミュレータの機能を確認 める</p> <p>b 8mmムービーで運棒シミュ レータによる直進運棒の モデル作業を観察し、学習 のやり方を大体つかむ</p> <p>c 8mmムービーで溶接棒角 度，肘の状態，顔の位置を 観察する</p> <p>d 8mmをまねて、実際にシ ミュレータを使って直進運 棒する 3回繰り返えす</p>	<p>指示文(スライド) 運棒シミュレータ</p> <p>運棒シミュレータ 母材シミュレータ① 8mmエンドレスフィルム 全上用映写機</p> <p>全 上</p> <p>全 上</p>	<p>自己確認 母材と棒 の接触抵 抗感覚に よる</p> <p>同僚確認 まっすぐ に運棒し ているか</p>
	2) 標準速度 で、真っす ぐに運棒出 来る	<p>a 8mmムービーで、速度指 示器を用いた直進モデル作 業を観察する (注) ドライアウトの結果、この映画がなく ても学習可能なこと が分かったので、学習 プログラムでは外す こととした。</p> <p>b 速度指示器を用い運棒シ ミュレータ，母材シミュ レータで、標準速度練習を3 回繰り返えす。</p>	<p>運棒シミュレータ 母材シミュレータ① 速度指示器 8mmエンドレスフィルム 全上映写機</p> <p>全 上 (但し8mmを除く)</p>	

		<p>c 速度指示器なしで、標準速度で直進運棒を30回繰り返えす</p> <p>d 溶接線の中を広くしたやや難度の高い母材シミュレータを用い、標準速度で直進運棒 全じく25回繰り返えす</p>	<p>全 上 (但し速度指示器を除く)</p> <p>運棒シミュレータ 母材シミュレータ①</p>	<p>ペア方式で 同僚の観察 確認</p>
3) 溶接棒を母材に一定間かくを保ちながら標準速度で直進運棒出来る	a 母材シミュレータの溶接線(灰入り)に運棒シミュレータの棒を一定深さ突込みながら、標準速度で直進運棒する。 20回繰り返えす	<p>全 上 (但し母材シミュレータ①に灰を入れる)</p>	<p>自己確認 溶接線に残る条痕より</p>	
4) 長い溶接線に対して、上記総合直進運棒が出来る	a 溶接線の長さ300mmの母材シミュレータ①を用いて、上記総合直進運棒する 3回繰り返えす	<p>運棒シミュレータ 母材シミュレータ①</p>		

第4節 学習プログラムの作成

1. プログラムの概要

学習プログラムは、コースアウトラインで設計した学習の場において、学習者が実際に学習行動をおこしていくための指示，情報を与えるものとして作成した。

プログラムは、訓練単位別に編成し、第6表のとおり、下向V型突合せ溶接（N-2F）については523ステップで習得する。

第6表 学習プログラム一覧

プログラム	視聴覚教材	ステップ数	ステップの呈示
身仕度のしかた		28	スライド
溶接姿勢のとり方	鏡 2	15	〃
溶接機の扱い方と電流調整のし方		35	〃
アーク発生のしかた	8mmエンドレスフィルム1	26	〃
適正アーク長の見わけ方・保ち方		23	〃
プールの見分け方・作り方	8mmエンドレスフィルム1 見本 1	38	〃
溶接棒の動かし方	溶接棒シミュレータ 1 母材シミュレータ 3 8mmエンドレスフィルム3	29	〃
ストリングビードのおき方	8mmエンドレスフィルム3 見本 6	48	〃
ウィービングビードのおき方	8mmエンドレスフィルム3 見本 2	34	〃
ビードの重ね溶接	8mmエンドレスフィルム2 見本 2	27	〃
仮づけ溶接	見本 2	43	〃
V型下向突合せ溶接（N-2F）	見本 2	56	〃
図面の見かた	8mmエンドレスフィルム3 ワークブック50P	41	ブック
溶接記号のよみ方・書き方		53	〃
母材接合面の加工	見本 2	27	スライド
		523	

2. ステップの作成

ステップの編成は、プログラム学習の原理であるスモールステップ、積極的反応、即時確認、自己ペースなどを充分考慮した。

ステップは、コースアウトラインの学習活動の設計に従い、行動分析カードを参考に作成した。

作成に当たっての考え方について、2つのプログラム例によって述べる。

ステップ例1 「プールの見分け方・作り方」

① プールの見わけ方・作り方
この課題は、つぎのことができるようになってから学びましょう

- 下向溶接姿勢
- 電流調整
- アーク長の見わけ方

① スライドで提示される最初のステップで、学習者は、足踏スイッチで1ステップづつ、自分のペースで駒を進める。

概畧コースアウトラインで設定したレディネスを付記してある。

② つぎの用具を溶接作業台のそばにそろえなさい

- スラグハンマ 1
- ワイヤブラシ 1
- 火ばし 1
- 母材 9×150×150 軟鋼
- 溶接棒 イルミナイト系 4mm
- 8mm「プールの見分け方・作り方」

① のステップでは、「これからまずプールの見わけ方を学ぼう」という最初の学習目標を与えてある。

②～③ はレディネスがあるので指示のみとした。

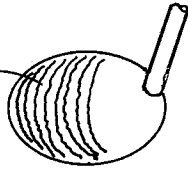
③ 身じたくをして、溶接回路を作りなさい。
短絡電流値を180Aにセットしなさい

4 まず、8 mmで、プールの状態を見てみましょう。

8 mm「プールの見わけ方・作り方」をつぎの点に注意して、くり返し観察しなさい。

- ・ プール表面は、熔融金属が強く輝き(白く見えてる部分)、その左側にブヨブヨとさざ波が寄せる状態の部分が見える。

ブヨブヨと波がよせているように動いている



4~7 は詳細コースアウトラインの1・1)・c~f のステップ化で、測定行動カード82-9, 82-12を参照した。

8 mm映写機は「コンセプトフィルム用」で、押しボタン1つで自動的に繰り返えし映写される。

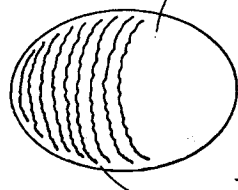
4 では、8 mmの学習ポイントを明示。

5 プールは、図のように見えませんか。

強い光(金属の溶けたもの)

ブヨブヨとさざ波のようによれ動いている(スラグ)

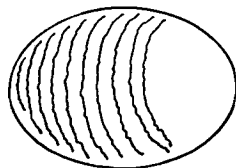
もう一度8 mmを見なさい。



4~7 はスモールステップの原理によって、まず4でスラグを見る目を養ない、5でスラグと溶金を、7でスラグの位置を学ぶ。

7 では、もう一度8 mmで、つぎのことを確認しなさい。

- ・ スラブはプールの左側約2/3を占めている。



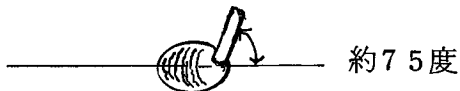
これが、良いプールの1つ目の条件です。

8 スラグが、プールの左約2/3をおおっているのが良い状態です。

スラグが左にあるのは、溶接棒がななめの角度で向けられ、アーク力でスラグを左へ寄せているためです。

9 スラグの位置は、溶接棒の角度のとり方によって変わってきます。

8mm映画で、プールと溶接棒角度との関係を見てみましょう。
75度ぐらいになっています。



11 それでは、これまでのことを、実際に母材を溶かしてたしかめてみましょう。

母材1枚を、下向溶接位置におきなさい。

12 溶接棒を右に直進させながら、母材面を十分に溶かし、プールの左側にスラグがあることをたしかめなさい。

2回やってみましょう。

8, 9は、測定行動カード82-10, 82-11のステップ化である。

訓練単位「溶接姿勢のとり方」で学んだ棒角度について、実際の現象を通して、棒角度の重要性を認識させる。

11~13は、詳細コースアウトラインの1・1)・fのステップ化である。

前に8mmで学んではいるが、初めての溶解実習でスラグと溶金を全時に見わけることは難しい。

12~13とスモールステップで段階的に学ばせることとした。

13 もう少し続けてやってみましょう。
 こんどは、スラグと熔融金属の両方を見わけながら、なっとくのいくまでやりなさい。

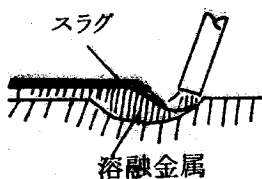
12 の繰り返えしの指定で学習の強化を図った。

回数は、トライアウトによって最終決定する。

14 では、スラグの内容について学びましょう。

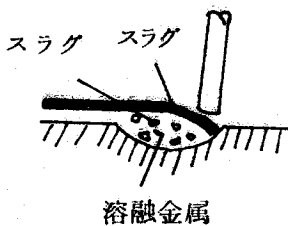
スラグは、プールの熔融金属の酸化や他の不純物が入るのを防いでいます。

① 良い状態



しかし、スラグがプールの右がわにくるとアーク力で、熔融金属の中に巻き込んで欠陥を生じます。

② 悪い状態
まき込まれた



このため、スラグが右側によりすぎないように、溶接棒をかたむけて、アーク力で左へよせているのです。

14 は、詳細コースアウトラインの1・2)・aをステップ化した。

測定行動カードの82-10, 82-14を参考にした。

15~17 は、詳細コースアウトラインの1・3)・aのステップ化である。

15 スラグの位置は、溶接棒の角度やアーク長によって、自由に変えることができるものです。

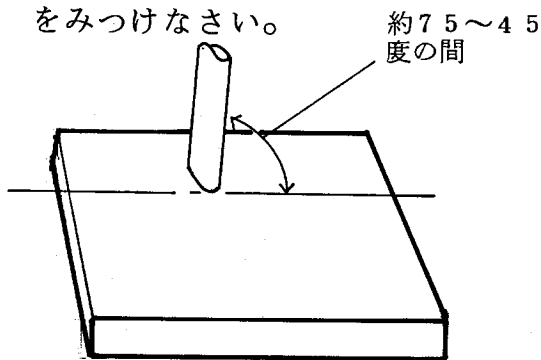
それでは、スラグの位置がどのように変わるかを実験してみましょう。

15 は、新たな学習目標を与えて、学習の場の転換を図っている。

次へ

16 最初の実験は、適正アーク長で、溶接棒角度を変えることによって、スラグの位置の変化を見てみましょう。

適正アーク長で、棒角度をつぎの範囲で変えながら、プールの左約2/3をスラグがおおう棒角度をみつけなさい。



17 約75度のときに、スラグがプールの左約2/3をおおったでしょう。

よくわからなかったら、もう一度やってみなさい。

16 は、測定行動カード82-11, 82-12, 97-6を参考にして、実験によって標準角度を会得させることとした。

17 は、正答確認のためのステップである。

18 つぎの実験は、アーク長を極端に短かくつめると、スラグが右がわに、よりがちになることをたしかめてみましょう。

溶接棒角度は、約75度を保ち、棒の先端フラックスをプール面に、ふれさせながら右に直進し、スラグの位置をたしかめなさい。

19 実験によって、スラグがプールの約2/3をおおうためには、適正アーク長で棒角度が75度ぐらいであることがわかりました。

それでは、新しい母材にかえて、先生に見てもらいながら、よいプール作りを1回やりなさい。

20 つぎに、良いプールを作るための2つ目の条件として、プールの大きさがあります。

直進のときのプールでは、溶接棒直径の約2倍にするのです。

見本「ストリングビード」を出し、あなたのプール作品のそばにおきなさい。

18 は、詳細コースアウトラインの1・3)・bのステップ化である。

19 は、適正プール作りのための第1条件を会得したかどうか学習のポイントと考え、指導員のチェックを受けさせることとした。

20～28は、詳細コースアウトラインの1・4)・a～bのステップ化である。

測定行動カードの97-1, 82-3, 97-4 を参考にした。

21 見本は、あなたと同じ4 mmの溶接棒で作ったプールの連続です。

プールの直径を、溶接棒径の約2倍、8 mmになるように溶かしながら直進したものです。

あなたの作品とくらべてみましょう。

スラグをとってない場合はとりなさい。

22 これまでのプール作り練習では、プール直径を意識せずにやってきました。

これからは、溶接棒径の約2倍のプール直径にするようにしましょう。

母材を裏返して、下向溶接位置におきなさい。

23 プール直径は、運棒速度によって変わります。

はやくすると直径は小さく、おそすぎると大きく溶けすぎます。

では、運棒速度をかげんして、約8 mmのプールを連続させて作りなさい。

1回だけやってみましょう。

22 新たな学習目標を与えて、学習の場の転換を図った。

学習者に目的意識を持たせるためである。

23 は、測定行動カードの97-4を参考にした。

25 スラグをおとし、プールの直径(巾)をはかってみましょう。

8～10mmの間で巾が一定であれば、あなたの運棒速度は適当だったのです。

25 は、確認のステップである。

26 それでは、もう少し練習を続けます。

プール面の2/3をスラグがおおい、直径約8mmになるように、プールを作って連続させなさい。

自信がつくまで、くり返しなさい。

1本終るごとに、母材を水で冷やしましょう。

26～28 は、これまで神経の使い方を1つ1つわけて段階的に学んで来たものを、複合させる総合実習である。

27 良いプールを作るには、2つの条件がありました。

1. スラグがプール面の左側約2/3をおおうこと。
2. プール直径は溶接棒径の約2倍(ただし直進運棒のとき)。

では、これから、この2つの条件を総合した、良いプール作りを練習しましょう。

28 見本を目標に、新しい母材を使って、良いプール作りを直進運棒でやりなさい。

終わったら先生に見てもらいなさい。

28 総合実習のまとめとして、指導員のチェックを受けさせることとした。

次のステップに進めるか否かは指導員によって決められる。

29 これまでは、短絡電流値180Aで練習してきました。

しかし、プールの状態は、電流値によっても変わります。

では、電流値の低すぎ、高すぎの場合は、どうなるかを実験してみましよう。

次へ

29～35 は、詳細コースアウトラインの1・4)・c～dをステップ化した。

学習者が、自分で適正電流値を判断して、適正プールが作れるよう意図した。

ステップ例 2 「溶接棒の動かし方」

0

溶接棒の動かし方

(運棒動作)

この学習は、次のことができるようになってからやりましょう。

- 身じたくのしかた。
- 溶接姿勢

溶接棒の動かし方の学習は、運動神経を正しく定着させることに重点をおいた。

溶接の実作業への転移を図るため、保護具をつけて学習する。

1 この学習は、2人1組でシミュレータを使ってやります。

1人が学習をしている間、ひとりが手助けするといったやり方です。

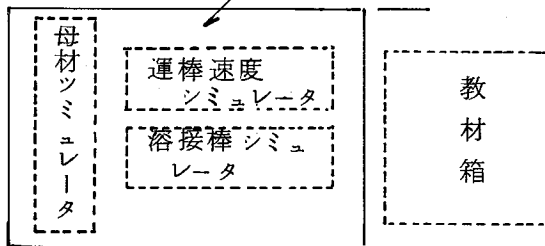
ひとのやっていることを観察することも、大切な学習です。

先にやる人をきめ、交代をしながら学習をすすめるようにしましょう。

1 は、学習過程でのフィードバックを、より完全にするため、ペア方式とした。

これは、例えば速度指示器という学習の手がかりを外した応用の段階で、同僚の助言が不安をとりのぞくことが、トライアウトの結果立証されている。

- ② 学習に必要な用具（溶接棒シミュレータ、運棒速度シミュレータ、母材シミュレータ）を教材箱から出し、作業台の上に用意しなさい。



- ②～⑤ は、教材の機能や取扱い方を、自分で動かしてみて確かめる。

コースアウトラインの学習活動の a のステップ化である。

- ③ まず、溶接棒シミュレータの使い方になれておきましょう。

下の順序にしたがって溶接棒シミュレータの動きをたしかめなさい。

- ① 赤スイッチをⒶの方に倒し、棒の動く方向をたしかめる。
- ② 棒先の赤い印が端に近づいたら、青スイッチを切りかえて、棒の動く方向の変ったことをたしかめる。
- ③ 1 往復終わったら、棒先のいずれか一方を奇せて赤スイッチを切る。

④ 溶接棒シミュレータは、いつも棒が引込む方（棒先の長く出た方）を下に向けて使います。

棒が引込んで、赤い部分が軸受部に近づいたら、スイッチを切りかえ、持ちかえて使うようにしましょう。

シミュレータのこのしかけは、溶接棒は実際には、だんだん減って短くなるので、それになれるためです。

⑤ つぎに、母材シミュレータ①を用意しなさい。

母材シミュレータ①には、溶接棒直径とほぼ等しいみぞがついています。溶接棒は、このみぞに沿わせて直進運棒させます。

⑥ では、この溶接棒シミュレータによって、実際に運棒を行っているところを8mm映画によってみることにしましょう。
映画「溶接棒の動かし方（直進運棒）」をセットしなさい。

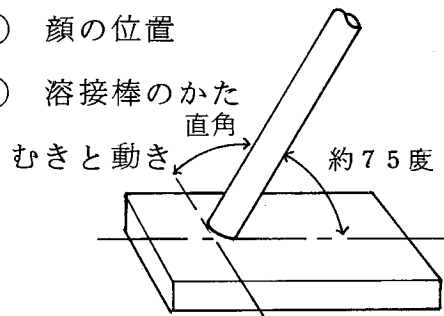
⑥～⑦ は、コースアウトラインの学習活動bのステップ化である。

8mm教材を見るときのポイント指示により、学習目的が明確になる。

溶接姿勢は既にレディネスができているので、総括的な指示とした。

7 映画のモデルは、溶接棒を一定のかたむきに保って運棒を行っています。

- ① 肘の状態
- ② 顔の位置
- ③ 溶接棒のかたむきと動き



に注意して、くり返し観察しなさい。

8～10 で実際にやってみる。

この段階では、「まっすぐに運棒できる」という目標が達成できれば良い。

コースアウトラインの学習活動dのステップ化である。

8 今度は、モデルにならって、あなたが運棒をします。

身じたくをしなさい。

面は素通しガラスのものを使います。

9 溶接棒を母材のみぞに沿わせ、溶接姿勢をとって、直進運棒を1回やりなさい。

10 つづけて、3回やります。

観察に回った人は、溶接棒のかたむき、溶接姿勢に注意してやりなさい。

(前の人が終わったら、後の人に交代しましょう)

11 いまは、自分の速さでしたが、溶接を確実にを行うためには適正な速度があります。速すぎても、おそすぎてもいけません。

今度は、速度を適正に保つことを心がけてやってみましょう。

では、運棒シミュレータを出して、母材シミュレータの上に図のようにおきなさい。

11～14 は、新たな学習目標への学習の場の転換である。

ユースアウトラインの「要素行動」2)の標準速度の会得のステップ化である。

速度指示器は、モーター駆動で、標準スピードで移動する。

12 運棒速度シミュレータは、適正速度で運棒できるよう、それになれるためのものです。

運棒速度シミュレータの指針の動きをたしかめておきましょう。

下の順序にしたがってやりなさい。

- ① 赤スイッチを入れて指針の動きをみる。
- ② 指針が一方の端によったら、青スイッチを切りかえて動きの変るのをたしかめる。
- ③ 最後は、指針を母材の向って左端によせる。

13 赤スイッチを入れ、指針の速さに合わせて溶接棒シミュレータを動かしなさい。

溶接姿勢、棒のかたむきは、いまと同じです。

3回やりましょう。

14 どうでしたか。溶接姿勢をくずさずに一定の速さで腕を動かすことは大変でしょう。

では、10回練習しなさい

(前の人が終わったら、後の人に交代しましょう)

15 指針をとっても、適正速度で運棒できるようにしましょう。

今度は、指針なしです。

20回練習しなさい。

(途中で交代してやりなさい)

16 どうでしたか。適正速度で運棒することには、だいぶなれたでしょう。

今度は、みぞを広くしても、まっすぐ運棒できるかためしてみましよう。

母材シミュレータ②と取りかえなさい。

17 母材シミュレータ②は、巾が前より広がっています。

運棒のあとは、みぞの灰にすじがつくので運棒の良し悪しは、これでわかります。

ではいままでにやった要領で、灰にすじをつけながら直進運棒しなさい。

15 は、消去法により、手がかりを外して、強化を図った。

16～18 は、「まっすぐさ」と「標準速度」の2つの目標を複合して会得する。

教材もやゝ難度を高め、溶接線の中が広がるが、運棒の軌跡によってフィードバックがかかる。

18 あなたがたどった線は、まっすぐでしたか。

1 回ごとに灰をはけでならして、
20 回練習しなさい。

(途中で交代してやりなさい)

19 あなたは、まっすぐ線をひくことはできるようになりました。

しかし、運棒でもうひとつ大切なことは、母材に対して棒が一定の間かくを保っていることです。

21 もう少し長いきょりでやってみましょう。

母材シミュレータ③に取りかえなさい。

母材シミュレータ③は、前よりかなり長くなっています。長いきょりでも、一定速度で灰の深さも一定で運棒できるようにしなければなりません。

では、3 回やりなさい。

19 は、再び新たな段階の学習目標に進むための情報を与えている。

21 は、直進運棒の総合練習で、コースアウトラインの「要素行動4」のステップ化である。

これまでの練習母材の2倍(300mm)の長さで確認と定着を図っている。

「溶接棒の動かし方」のプログラムは29ステップで、ウィーピング運棒の基本までを習得する。

第5節 トライアウト

1. トライアウトの目的

作成した学習プログラムについて、学習の効率，効果を確認し、所要の修正を行なうため、次の観点でトライアウトを行なうこととした。

① ステップの妥当性検証

- a 設定したレディネスに相応しているか
 - ステップに飛躍がないか
 - 指示文が容易に理解されるか
- b 実習のリズムを中断させることはないか
- c フィードバックが適切にかゝっているか

② 学習の場の構成の適否検証

- a 訓練単位の適否
- b 学習順序の適否
- c 教材の構成

2. トライアウトの方法

i 対象者の選定

トライアウトの対象者は、コースアウトライン設計の際に設定したレディネスに見合う者を選定した。(3名)

ii 実施経過の概要

トライアウトは1次，2次に分け、第1次トライアウトでは、ステップの表現，文字，呈示の手段等の適否の他、不足教材の有無の点検を目的として、1名を対象に実施、その結果にもとづいて修正したうえで、2名を対象に第2次トライアウトを実施した。

第2次トライアウトの実施経過は第7表のとおりである。

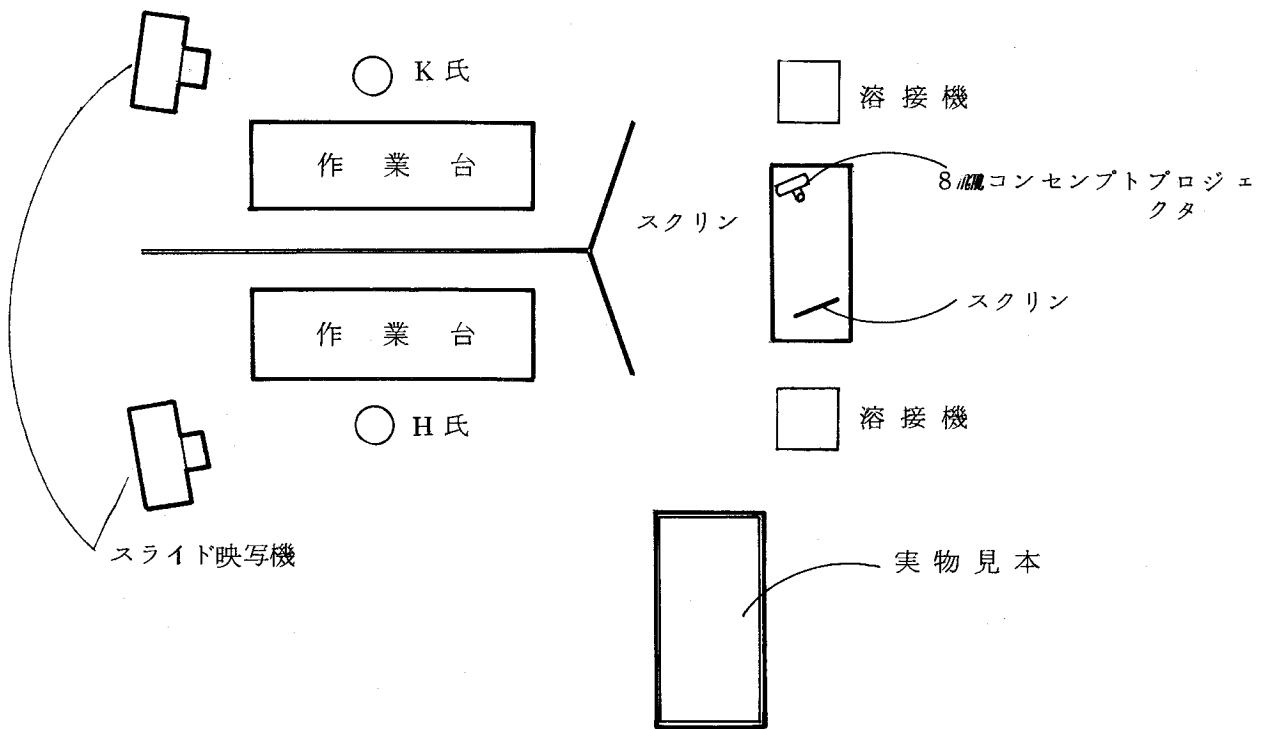
なお、被検者の学習状況の観察記録を、別紙のように各ステップごとにとった。

第7表 トライアウト経過

学 習 順 序	H氏(24才)		K氏(59才)		学 習 順 序
	期 日	学習時間	学習時間	期 日	
図面の見方	6/21	1・20	1・05	6/22	図面の見方
溶接記号のよみ方		2・30	2・00		溶接記号のよみ方
身 仕 度	22	29	22	23	身 仕 度
溶 接 姿 勢		28	22		溶 接 姿 勢
回路構成・電気調整		40	41		回路作成・電気調整
溶接棒の動かし方		2・17	1・16		アーク発生
			30		アークの見分け
アーク発生	23	1・10			
アーク見分け		25			
プール作成		1・03			
ストリングビードおき					
30分ステップまで		6・10	1・40	24	溶接棒の動かし方
全上[31]～最終	24		1・25		プール作成
ウィーピングビードおき		2・05			ストリングビードおき
17ステップまで			5・25		33ステップまで
ウィーピングビードおき	25	2・05		25	全上[34]～最終ステップ
[18]～最終			2・30		ウィーピングビードおき
ビード重ね		2・05	2・15	7/2	ビード重ね
N-2F	7/2	3・23	2・03		N-2F
計		24・00	21・34		

iii 学習の場の構成

神奈川県技能訓練センター溶接実習場の一角に、下記のとおり設置した。



3. トライアウトの結果

1) 概 要

トライアウトは、終始学習者のペースで、ステップに従ってスムーズに行なわれ、このシステムによる自学自習の可能性を立証することができた。

学習の効率，効果とも下表のとおり一応の成果を確認することができた。

学 習 者	学習時間	評 価
K氏 59才	21時間34分	5段階評価による 3
H氏 24才	24時間00分	

(注) 従来訓練方式による実習実時間は1人平均48時間
(神奈川県指導員研究溶接部会調査による)。

なお消耗資材(溶接棒と鋼材)は、ビード75本分(長さ150mm)であり、従来訓練方式(65本分)とほぼ全じであった。

2) ステップの妥当性

ステップの編成は、概ね支障なく自主学習を進め得る満足すべきものであったが、次の事項はトライアウトによってのみ得られる貴重な修正点であった。

a 学習の繰り返しとフィードバック

学習を強化し、定着を図るための“繰り返し”学習の際、安易な単純繰り返しにならないよう、中間で指導員のチェックを受けさせる必要がある。

(試行過程で、被検者が即時的フィードバックを得られない学習において、不安感を訴えていた。)

b 熟練者からは得られなかった学習行動としての補足

母材に連続してビードをおくと、過熱によって変形歪が出たり、電流値を変えなければならなくなる。このため、正規作業ではやらない旨の注意書きを添えて、ビードをおいた都度、水で冷やすよう指示文を加えた。

3) 学習の場の構成の適否

a 訓練単位の適否

プールの見わけ、アーク長の見わけ、溶接棒の動かし方など、神経の使い方中心の訓練単位によって、被検者は明確にその目的をつかんでいた。またこのことによって、ビードおきの学習に抵抗なく入ることができた（被検者の報告）。

b 学習順序の適否

訓練単位の学習順序については、作業性から来る行動のリズムのつながりを考慮する必要がある。

例えば、「溶接棒の動かし方」は「プール作り」や「ビードおき」に伴う行動であり、直接つなげることが効果的であった。（被検者のうち1名は実験的に構造図の順序で、間にアーク発生、アーク長見わけを入れたことによる中断があった。）

トライアウト観察記録(抜粋)

「溶接棒の動かし方」

(注) ㊀㊁は学習者本人の申告, 無印は観察者

ステップ

観察メモ

- ㊀ 赤スイッチを入れ、指針の速さに合わせて溶接棒シミュレータを動かさない。
溶接姿勢, 棒の傾きはいまと同じです。
3回やりましょう。
- ㊀ 運棒速度の遅い感じがよくわかった。
こんなにおそいものだとは思わなかった。
- ㊀ どうでしたか。溶接姿勢をくずさず一定の速さで腕を動かすことは大変でしょう。
では10回練習しなさい。
終わったら交替しなさい。
- ㊀ 指針の戻り待ち時間が長すぎ、まどろっこしい。
○ 指示器の向きをかえる指示文を加える要あり。
○ K, Hともに棒が短くなると前後への傾きが目立つ、ペア方式で監視し合う要あり、溶接線への角度はOK
○ 「溶接姿勢のとり方」単位に、短かい溶接棒での練習を追加
- ㊁ 指針をとっても適正速度で運棒できるようにしましょう。
今度は指針なしです。
20回練習しなさい
途中で交替しなさい
- ㊁ 5, 6回で速度の自信がついた。
こゝで先生が見てOKなら次へ進ませて欲しい。
○ 完全定着の身体づくりを狙って、回数は多くしたい。

ステップ

観察メモ

- 18 あなたがたどった線はまっすぐでしたか。 軌跡で分るから5, 6回で充分だと思う。

1回ごとに灰をは毛でならして20回練習しなさい。
途中で交替してやりなさい。

- 身体づくりのために回数が必要
 溶接線の巾をもっと広くして、軌跡を鮮明にする必要あり、(母材シミュレータ修正)

「プールの見わけ方・作り方」

ステップ

観察メモ

- 3 身じたくをして、溶接回路を作りなさい。 電流指示は短絡電流値1本にする。 (容易・正確)

溶接電流をアーク電流160Aまたは短絡電流180Aにセットしなさい。

- の電流調整大へん早くなった。
OK

- 12 溶接棒を右に直進させながら、母材面を十分に溶かし、プールの左側にスラグがあることをたしかめなさい。 スラグがよく見えた。
 左側にスラグがあるのがわかった。

2回やってみましょう。 繰り返えし回数 OK

- 26 それではもう少し練習しましょう。 は巾・スピードとも良好

プール面の2/3をスラグがおい、直径8mmのプールを作つて、連続させなさい。

- は、1本目のビードを自分で測り、次の連棒スピードを下げて適正プールにした。 OK

自信がつくまでくり返し、先生に見てもらいなさい。 途中でもビードの巾を測らせる指示文追加のこと。