

平成29年度職業能力開発論文コンクール 厚生労働大臣賞（入選）受賞

幅広い特性を持つ受講生に対応するための スキナー型プログラム学習を活用した 離職者向け職業訓練に関する報告

香川職業能力開発促進センター 五十嵐 智彦
栃木職業能力開発促進センター 廣瀬 拓哉

1. はじめに

近年、職業能力開発施設では、様々なバックグラウンドを持つ受講生が多く在籍するようになった。特に離職者向け職業訓練においては、受講生のレディネス（学習準備性）が非常に幅を持つようになっている。そのため、1つの教室で同時に訓練を受講する一斉形式による訓練は、いっそう難しくなっている。

ところで、学習指導に関する理論として「スキナー型プログラム学習（以下、「プログラム学習」という。）」という手法が知られている。プログラム学習は、行動心理学におけるオペラント条件付けをもとに体系化された学習指導手法である。プログラム学習は学校教育でも一時期導入が試みられたようであるが^[1]、十分な真価が発揮されないまま放棄されてしまった。職業訓練においても1970年代に導入が試みられた形跡が見られるものの^{[2][3][4]}、学校教育同様、現在に至るまで継続して適用されるに至っていない。しかし、プログラム学習はオペラント条件付けなど、行動心理学の理論を出発点にしていることから、様々なバックグラウンドを持つ受講生に対し、一様に知識・技能を身に付けさせることが期待できる。

筆者らは、プログラム学習に注目して、過去の職業訓練における導入事例をもとに、長所と短所について整理、考察した。そのうえで、従来のプログラム学習に修正を行い、離職者訓練の特に座学分野の訓練に対して適用する手法、並びに教材の設計手法（プログラミング）について検討した。あわせて、当該手法を実際の離職者向け職業訓練に適用し、その訓練効果について考察したので報告する。

なお、本稿において議論する「プログラム学習」は、バラス・スキナーによる行動心理学に基づく学習指導理論のことであって、コンピュータプログラミングに関する学習とは何ら関係はない旨、念のため付しておく。

2. プログラム学習の概要と導入事例の調査

本稿では、プログラム学習を以下に示す「プログラム学習の5原理」を満たすものとして議論を進めることとする^[5]。

- 積極的反応の原理（話を聞くだけでなく、自ら手を動かし、間に解答していく。）
- 即時確認の原理（問の正誤は、解答の直後に伝える。）
- スモールステップの原理（問の難易度は、はじめは簡単にして、徐々に難しくする。“徐々に”

とは、解答者がつまづくことの無い程度まで、緩やかに難しくしていくことを意味する。)

- 自己ペースの原理（学習者の個人差は、問への解答のスピードのみにあられる。）
- 受講生検証の原理（教材の質の評価は、実際に受講生に適用することで行われる。）

筆者らは、『技能と技術』の過去の文献を中心に調査を行った。その結果、職業能力開発の現場において、プログラム学習は1960年代後半から1970年代前半において多くの試行が行われていたことが分かった。初めてプログラム学習に関する記事が掲載されたのは、1968年（昭和43年）の波多のものである^[6]。この記事は、昭和20年代から30年代の職業訓練の状況について解説したものである。本文献において波多は、「昭和35年にアメリカから入ってきたプログラム学習は、いまだ研究と試作の段階である」と論じている。翌年の1969年には、寺崎によるプログラム学習による電気理論の訓練の実践についての論文が掲載されている^[7]。この論文は、プログラム学習の実践について、「技能と技術」に掲載されたものとしては初めての論文であり、交流回路におけるベクトル記号法の取り扱いについてプログラム学習を試行した結果を報告している。その後、1969年vol.4^{[6]-[11]}と1973年vol.3^{[2][3][12]-[15]}の2回にわたり、プログラム学習に関する特集が組まれている。このことから、1960年代の後半から1970年代のはじめにかけて、プログラム学習による職業訓練に大きな関心が寄せられていたと考えられる。しかし、1970年代の後半ごろから、プログラム学習に関する記事が急激に減少していき、1980年代には掲載される論文はわずかとなる。すなわち、職業能力開発において、プログラム学習は1960年代後半から1970年代前半において最も多くの試行が見られ、それ以降は関心が薄れていったものと考えられる。

以上、職業訓練におけるプログラム学習の歴史を概観した結果、1960年代後半から1970年代前半にかけての一時期、プログラム学習が盛んに試行されていたことが分かった。それにもかかわらず、現在に至るまで継続的に適用されるに至っていない。それは、プログラム学習が実践の場面において、何らか

の“問題”を抱えているからに他ならないはずである。プログラム学習を実際の訓練で実践する場合、過去の教訓から長所と短所を整理したうえで、長所においては十分にその効果が活かされるようにし、また、短所は解決または回避されるようにしなければならない。筆者らは、プログラム学習について、その問題点を整理し、指摘する文献を調査した^{[2][3][16][17]}。そこで筆者らの考察も合わせ、かつて試行されたプログラム学習が失敗した原因を考察し、次の2点にまとめた。すなわち、プログラム学習の適用失敗の原因は、①訓練のすべてをプログラム学習のみで完結させようとした点、②ティーチングマシンなどの学習機器の活用にとだわりすぎた点にあると考えた。そこで、これらの問題が回避される形でのプログラム学習教材の開発を試みた。

3. 提案する教材開発手法

筆者らはプログラム学習の利点を活かせるよう、次のコンセプトのもとに教材開発を行った。

①プログラム学習の適用範囲

適用範囲を“適用”と“評価”に限定する。“導入”と“提示”は、従来通り一斉形式で実施する。

②指導員の介入と受講生どうしの教えあいの促進

ステップを意図的にわずかに粗くすることで、つまづく者が出るようにする。つまづいた者に対し、指導員が介入したり、すでに完答した受講生が教え合う。

③学習ツール

ツールは、ティーチングマシン等の機器とはせず、印刷教材（ブック式）とする。

④反復による習得

同じレベルの問題を2～3問ずつ配置し、解き方の確認ができるようにする。

教材設計（プログラミング）は、作業分析をもとに実施した。作業分析は、目標となる行動に対して、その要素を洗い出すもので、作業分析をもとに課題を作成した例は多数報告されており^{[18][19]}、教材作成において実績があるとともに、プログラム学

習とも親和性が高いと考える。はじめに目標を設定し、その後、作業分析による目標レベルの行動要素への分解（図1）をおこなう。作業分析によって明らかになった行動要素について、問題のレベルが徐々に上がるよう慎重に検討しながら、各問に行動要素および回数の割付を行う（図2）。行動要素の割付とは、演習問題を解くにあたって、何回その行動要素をすれば演習問題が解けるかを割り当てることである。この割付をもとに演習問題の作成を行う。また

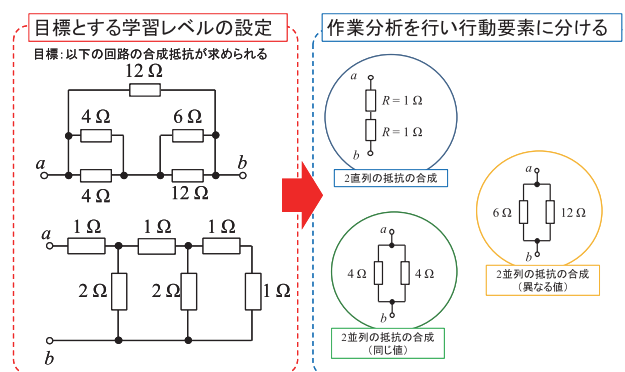


図1 行動要素への分解（作業分析）

		テキスト章		2章 オームの法則																										
学習単位	行動要素(詳細) \ 問番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
合成抵抗	直列抵抗の合成抵抗を計算できる	1	1	1										1	1	1	2	2	2	3	1	2	3	1	1	2	1	2		
	並列抵抗の合成抵抗を計算できる(R/n:同じ値)				1	1	1	1	1	1	1			1							1	2						1	1	
	並列抵抗の合成抵抗を計算できる(和分の積:ちがう値)													1	1	1	1	1	1	2	2								1	
	両端短絡での抵抗値の合成抵抗を計算できる																										1	1	1	1
オームの法則	オームの法則を求める																													
	①作業分析をもとに、 詳細な行動要素を入れていく																													
	②行動要素の回数を入れる。(割付) 例えば、キルヒホッフの電流則の欄が2となっている ば、この行動を2回行って問題を解くことを示す。																													
キルヒホッフの電圧則	キルヒホッフの電圧則(電圧の和)																													
	キルヒホッフの電圧則(電圧の差)																													
	キルヒホッフの電流則(電流の和)																													

図2 作業分析と行動要素の割付

左頁：演習問題

16 端子 a-b 間の合成抵抗は？

17 端子 a-b 間の合成抵抗は？

18 端子 a-b 間の合成抵抗は？

19 端子 a-b 間の合成抵抗は？

20 端子 a-b 間の合成抵抗は？

21 端子 a-b 間の合成抵抗は？

右頁：解答＆解き方の解説

16 端子 a-b 間の合成抵抗は？

17 端子 a-b 間の合成抵抗は？

18 端子 a-b 間の合成抵抗は？

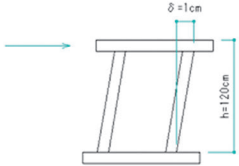
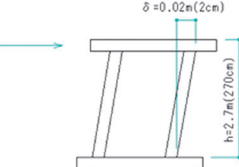
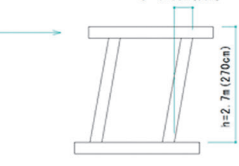
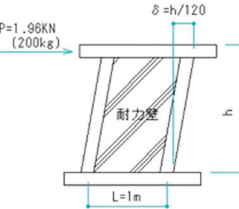
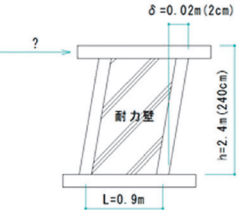
19 端子 a-b 間の合成抵抗は？

20 端子 a-b 間の合成抵抗は？

21 端子 a-b 間の合成抵抗は？

図3 プログラム学習教材（電気理論）の例

左頁: 演習問題

No	問題	答え
1	以下の図の層間変形角を求めよ。 δ : 変形量、 h : 階高とする。	
		
2	以下の図の層間変形角を求めよ。 δ : 変形量、 h : 階高とする。	
		
3	以下の図の層間変形角を求めよ。 δ : 変形量、 h : 階高とする。	
		
4	以下の図において、 $h=1$ としたときの壁倍率を求めよ。 δ : 変形量、 h : 階高、 P : 水平力、 L : 壁長さとする。	
		
5	以下の図において、壁倍率 1 倍の耐力壁が耐えられる水平力を求めよ。	
		

右頁: 解答 & 解き方の解説

No	問題	答え
1	以下の図の層間変形角を求めよ。 δ : 変形量、 h : 階高とする。	1/120 層間変形角 = 変形量 (水平変位) / 階高 層間変形角は建物の固さ (剛性) の指標である。 木造の層間変形角の制限値は、震度 6 弱以下の中地震時では 1/120 ラジアン以下と規定されている。
2	以下の図の層間変形角を求めよ。 δ : 変形量、 h : 階高とする。	$0.02\text{m} \div 2.7\text{m} = 1/135$ $1/135 < 1/120$ $1/120$ ラジアン以下である。
3	以下の図の層間変形角を求めよ。 δ : 変形量、 h : 階高とする。	$0.03\text{m} \div 2.7\text{m} = 1/90$ $(3\text{cm} \div 270\text{cm} = 1/90)$ $1/90 > 1/120$ $1/120$ ラジアン以上である。 木造の層間変形角の制限値を超えている。
4	以下の図において、 $h=1$ としたときの壁倍率を求めよ。 δ : 変形量、 h : 階高、 P : 水平力、 L : 壁長さとする。	1 倍 壁倍率 1 倍とは、層間変形角が 1/120 のとき、壁長さが 1m あたり、1.96kN(200kg)の水平力に耐えられる耐力壁のことを表す。 壁倍率 1 $P = 1.96\text{kN/m}(200\text{kg/m})$ 壁倍率 2 $P = 3.92\text{kN/m}(400\text{kg/m})$ 壁倍率 5 $P = 9.80\text{kN/m}(1000\text{kg/m})$ *壁倍率の上限は 5 とする。
5	以下の図において、壁倍率 1 倍の耐力壁が耐えられる水平力を求めよ。	層間変形角 = $0.02/2.4$ = $1/120$ 壁倍率 1 倍とは、層間変形角が 1/120 のとき、壁長さが 1m あたり、1.96kN(200kg)の水平力に耐えられる耐力壁のことを表すので、壁長さを 1m 当たりの長さに換算して、水平力を求める。 よって、耐力壁が耐えられる水平力は $1.96\text{kN} \times 0.9\text{m}$ = 1.76kN

図4 プログラム学習教材 (構造計算) の例

は、演習問題の作成と行動要素の割付を同時に行いながら、演習問題の出題の順番や難易度を検討していく。

実際に作成したプログラム学習教材（演習問題集）の例を図3および図4に示す。図3は電気系訓練における電気理論に関するものであり、図4は居住系訓練における構造計算に関するものである。本教材は、見開きの左側のページに演習問題を配し、右側のページでその回答を示している。受講生は教材の左側を見ながら演習問題を解いていき、1問解くごとに右側で正答を確認していく。もし、回答が不正解であった場合は、受講生は各自解法を右側のページで確認しながら学習していく。それでも不明点が残る場合には、指導員が直接指導するか、問題を早く解き終わった受講生に説明をさせる。その際、指導員は机間巡視を常に実施し受講生の進捗状況を確認するとともに「互いに教えあう」ことができるような教室の雰囲気づくりに努める必要がある。この教材では、反復による学習ができるように、同程度の問題を連続して2～3問配置している。図3において、ステップ①には2題が配置されている。この2題は問題の内容は同じであって、数字が異なるだけである。したがって、受講生が演習問題を解いたとき、1問目の問題が分からず、答えを見たり指導員に質問することにより理解した場合、2問目でその理解度を再確認することができるようになっている。

4. 離職者訓練への適用と評価

プログラム学習教材（図3に示した電気理論に関する教材）を実際の離職者訓練に適用し、その効果の検証を行った。この検証は、プログラム学習教材を用いて訓練を実施したクラスと、当該教材の開発以前に訓練を実施したクラスの両者について、それぞれの入所選考（計算問題を100点満点換算。以下同じ。）と、訓練終了時のまとめテストの結果について行った。両クラスは人数や年齢構成等の条件が異なり、一概に比較はできないため、後者は参考として示す。また、筆者らの所属が職業能力開発施設

であるという性格上、1クラス当たりの人数は大きくない。かつ、図5-8に示すとおり、テストの得点分布は幅広く一様、またはランダムに分布する傾向があり、明らかに正規分布とはなっていないことが

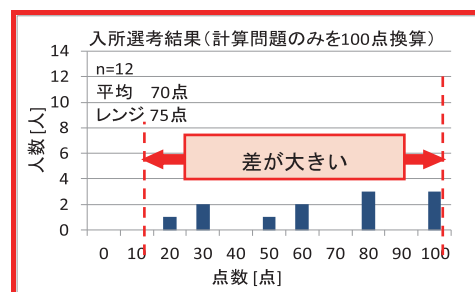


図5 プログラム学習適用クラスの入所選考結果

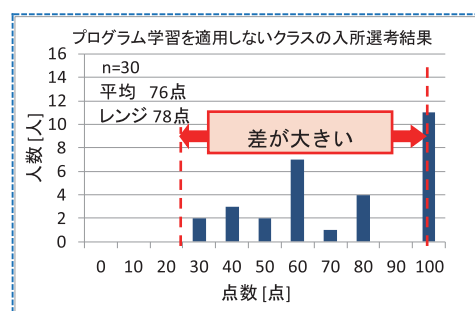


図6 プログラム学習非適用クラスの入所選考結果

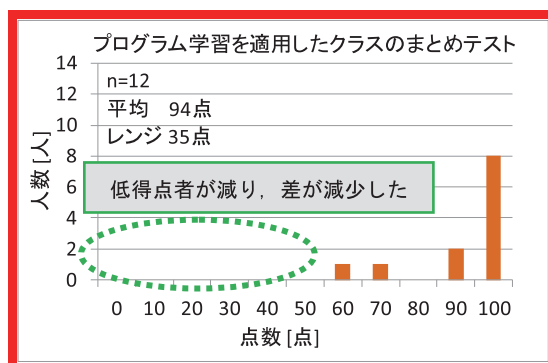


図7 プログラム学習適用クラスのまとめテスト

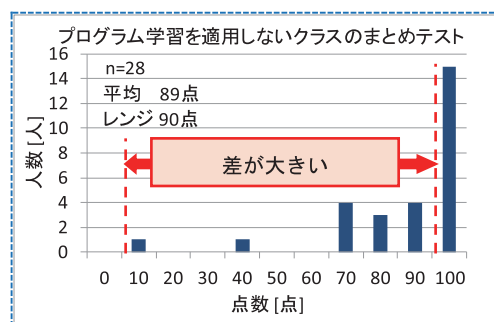


図8 プログラム学習非適用クラスのまとめテスト

確認できる。これは、（学校教育とは異なる）職業能力開発施設における固有の傾向である可能性があるが、本稿の議論の範疇から大きく超越するので、この可能性については言及しない。これらの理由から、一般に教育学に関する論文等で用いられるような各種検定をはじめとする統計学的な取り扱いは困難であると考ええる。そこで、本稿の目的が幅広いレディネスを有する受講生が在籍するクラスにおける訓練対応であることを鑑み、最高点と最低点の差（すなわち、レンジ）により評価を行うこととする。

図5および図6は両クラスにおける入所選考の結果である。両者ともにレンジが大きく、受講生のレディネスの幅が非常に大きい状態で訓練を開始していることが分かる。図7ならびに図8は、当該訓練終了時のまとめテストの結果である。プログラム学習を適用したクラスでは60点未満を取得した者は一人もおらず、入所選考結果（図5）と比較して最高点と最低点の差（レンジ）が大幅に減少している。一方、プログラム学習非適用のクラスでは、半数以上が満点を取得している一方で60点未満を取得する者が2名おり、最高点と最低点の差（レンジ）はむしろ増加している。

このことから、プログラム学習は、学習到達度が低い受講生に対して特に大きな効果があると期待できる。

5. まとめ

本稿では、従来のプログラム学習教材に修正を行い、離職者訓練の特に座学分野の訓練に対して適用する具体的手法について検討した。当該手法を実際の訓練で試行し、その効果を検討したところ、学習到達度が低い受講生に対して大きな効果が期待できる可能性があることを把握した。

プログラム学習は1970年代に多くの試行事例があるにも関わらず、学校教育や職業訓練の現場では、その効果が正しく評価されず、その結果、現在まで継続して適用されるに至らなかった。教育訓練の手法は、常に新しい視点で、最新の研究結果を取り込みながら発展させていくことは当然のことである。

しかしその一方で、真に効果がある手法については、世代を超えて指導技法として継承されるべきであり、教育訓練に「流行り・廃り」があってはならない。本稿では、旧来的な手法である「プログラム学習」に修正を加えることにより、近年問題となりつつある「幅広い特性を持つ受講者への教育訓練」について、その可能性を見出すことができた。

今後は、教材の数と適用事例を増やすことにより、更なる検証を行いたい。また、本教材を活用した訓練を実施するとき、受講生どうしの教えあい、学びあいが必要となる場面がある（問題が早く解けた受講生が、分からずに悩んでいる受講生に説明するなど）。この場面で、アクティブラーニングの手法を効果的に活用することにより、一層の訓練効果が期待できる可能性がある。今後は、プログラム学習とアクティブラーニングの相乗効果についても検討していきたい。

<参考文献>

- [1] 文部科学省ホームページ、「我が国の教育水準」（昭和39年度）第2章 教育内容の充実と能力の開発 6教育方法（2）プログラム学習」, http://www.mext.go.jp/b_menu/hakuso/html/hpad196401/hpad196401_2_034.html, 平成29年6月15日閲覧
- [2] 宗像元介他,「座談会 私はこうしてプログラム学習を導入したー私はプログラム学習をこう考えるー」, 技能と技術, 1973 Vol.6, pp4-11
- [3] 松永元治, 沼田光正,「私たちのプログラム学習の現状と問題点」, 技能と技術, 1973 Vol.6, pp22-27
- [4] 平川光則,「電気理論におけるプログラム学習方式の授業から得た事項」, 技能と技術, 1972 Vol.3, pp38-56
- [5] 鈴木克明,「インストラクショナルデザインの道具箱101」, 北大路書房, 2016, pp90-91
- [6] 波多朝,「職業訓練はどうなるだろうか?」, 技能と技術, 1968 Vol.1, pp51-56
- [7] 寺崎則典,「電気理論における「記号法計算」指導法の一考察」, 技能と技術, 1969 Vol.2, pp49-55
- [8] 矢口新,「論評 技能教育とプログラム学習」, 技能と技術, 1969 Vol.4, pp2-3
- [9] 宗像元介他,「座談会 プログラム学習の技能訓練への適用化」, 技能と技術, 1969 Vol.4, pp4-8
- [10] 平川光則,「技能訓練へのプログラム学習の導入」, 技能と技術, 1969 Vol.4, pp17-21
- [11] 高崎亮平,「PL/TM試みの試みー事業所内訓練における事例」, 技能と技術, 1969 Vol.4, pp22-28
- [12] 安江節夫,「職業訓練とプログラム学習」, 技能と技術,

- 1973 Vol.6, pp2-3
- [13] 伊藤功,「プログラム学習を实践して—プログラム学習による計算尺の指導—」, 技能と技術, 1973 Vol.6, pp13-17
- [14] 高橋辰栄,「訓練の効率化を目ざして」, 技能と技術, 1973 Vol.6, pp18-21
- [15] 日比保之,「暗中模索の数学指導」, 技能と技術, 1973 Vol.6, pp28-32
- [16] 平川光則,「電気理論におけるプログラム学習方式の授業から得た事項」, 技能と技術, 1972 Vol.3, pp38-56
- [17] 安江節夫,「プログラム学習の実情—プログラム学習実施体調査より—」, 技能と技術, 1972 Vol.3, pp57-64
- [18] 藤田紀勝, 林敏浩, 山崎敏範,「Webデザイナー養成のためのイラスト作成訓練学習システム」, 教育システム情報学会誌, 2007 Vol.24 No.4
- [19] 廣瀬拓哉, 五十嵐智彦, 山口翔, 岡部絢哉, 岩切良介, 新垣一真, 藤野慎平,「指導員養成訓練における教材開発の取り組み—電気配線を施した木造家屋模型の作製を通じて—」, 技能と技術, 2017 Vol.4, pp20-26