

改良版スキナー型プログラム学習による 離職者向け職業訓練用テキストの開発

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きている。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。

筆者らは、これらの問題に対応するため、職業訓練の特に座学における計算問題の分野の一部にスキナー型プログラム学習の考え方を導入し、訓練を実践してきた^[1]。

本稿は、拙稿^[1]において報告した、『スキナー型プログラム学習』の理論を活用した教材開発手法に関する実践報告である。教材の設計にあたっては、作業分析と行動要素の割付を慎重に実施し、プログラム学習が成立するように教材作成を行った。また、受講生の意見や適用時の反応をもとに、随時改良を積み重ねた。その結果、相当程度の品質の学習教材を得ることができた。また、受講生の受講後の満足度が非常に高いことを確認できた。

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

長年にわたる教育心理学の研究の蓄積によって、様々な教育訓練手法が知られるようになってきている。教育訓練の手法の分類法は研究者によってさまざまであるが、一般的には、「行動主義」、「認知主義」、「構成主義」の3つに大別されることが多い^{[2]-[6]}。

行動主義は、最も古典的な手法であって、その考え方の源流は、「オペラント条件付け」に基づいている。行動主義は、学習の成立要件を「行動の変容」とし、行動に着目した理論である。具体的な手法としては、プログラム学習^{[1][2][3][7][8]}が知られおり、プログラム学習は更にスキナー型とクラウダー型に分類される。

認知主義は、1960年頃から普及してきた考え方で、行動主義ではブラックボックスとされていた人間の「考え方」にまで踏み込んだものである。具体的な手法としては、J.S.ブルーナーの「発見学習」^[9]や、オーズウェルの「有意味受容学習」^{[10][11]}などが知られている。

構成主義は、近年主流となっている考え方で、学習は他者との協調作業によって進められるところにその特徴がある。具体的には、「ジグソー法」、「問題解決学習（PBL）」、「アクティブラーニング」^[12]などがある。特に、文部科学省は「主体的・対話的で深い学び（いわゆるアクティブ・ラーニング）」として、初等・中等教育のすべての教科でアクティブ・ラーニングを取り入れることとしている^{[13][14]}。

このような状況の中、現在プログラム学習が教

育訓練の現場において実践されることは少なくなっている。しかし、スキナー型プログラム学習は、各自のペースで、スモールステップで、即時フィードバックを伴って進行する学習方法であり、勉強が苦手な者にとっても取り組みやすいという特徴がある。スキナー型プログラム学習は、近年、年齢、学歴、職業経験、個人の特性などの面で、様々なバックグラウンドをもつ受講生が一堂に会する離職者向け職業訓練においても、各人が一様に知識や技能を習得できるという面において、大きな効果が期待できるものである。筆者らは、職業訓練が抱える今日的な問題に対処するために、スキナー型プログラム学習に再注目し、その可能性について検討してきた [1]。本稿では、その具体的な運用の方法を検討した。そして、実際の訓練に適用し、受講者からのフィードバックを得たのでご紹介したい。

3. プログラム学習教材の開発

プログラム学習が効果的に実施されるためには、その教材がしっかりと作りこまれたものでなければならない。そこで、電気回路における合成抵抗の計算方法を例にしながら、今回筆者らが取り組んだプログラム学習教材の作成手順を示す。

手順①：目標とする学習レベルの設定

受講生が到達すべき学習レベルの問題（目標）を定める。図1の左側では、受講生が最終的に解けるようになるべき問題を設定している。

手順②：行動要素への分解

到達すべき学習レベル（受講生が最終的に解けるようになるべき問題）は複数の知識の複合体であると仮定し、これを1つ1つの知識の要素へと分解していく。この、1つ1つの知識の要素を本稿では「行動要素」と呼ぶことにする。図1の右側は、左側の問題（到達すべき学習レベル）を、行動要素へ分解した一例を示している。すなわち、左側の回路の合成抵抗の問題（到達すべき学習レベル）を解くためには、右側の合成抵抗の計算がすべてできる必要があ

ることを示している。

手順③：行動要素の割付と問題の作成

手順④：演習問題の作成

手順③と手順④は同時進行で実施、評価しながら進めていく。

まず、テキストを作成した時にスモールステップで演習問題のレベルが徐々に難しくなるように、割付表を使用して行動要素を配置していく。図3に行動要素の割付表の例を示す。図2は、その部分的な拡大図である。簡単な演習問題を最初に配置し、目標とする学習レベル（難しい演習問題）を最後に配置した時、各行動要素を何回使用してその演習問題を解くかを表にまとめていく。

同時に、図5、6のように、作業分析の結果をもとに演習問題を作成していく。その際、作業分析の結果から得られた行動要素を何回使用してその演習問題を解くかを割付表にまとめていく。その結果、図3のように、スモールステップで演習問題が徐々に難しくなるように問題を配置していく。もし、図4のようにスモールステップになっていない問題があった場合には、問題を再検討したり、順序を入れ替えたりする。

このように、行動要素を見える化することで、論理的にスモールステップの成立を確認することができる。

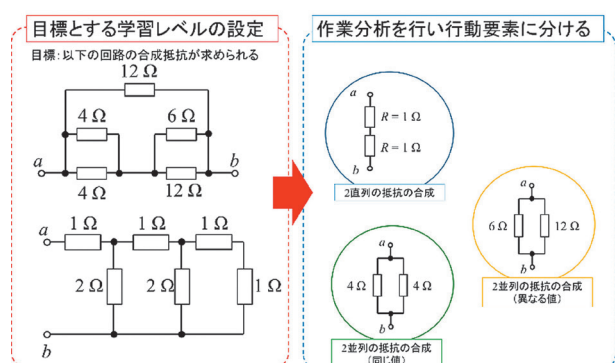


図1 行動要素への分解（作業分析）

電気回路の徹底演習テキスト 行動要素割り付け表

学習単位	行動要素(詳細)	テキスト章 問番号	2章オームの法則																										
			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																								
	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																		
	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												
	両端短絡での抵抗値の合成抵抗を計算できる																												
	オームの法則 Vを求め																												
	オームの法則 Iを求め																												
	キルヒホッフの電流則(電流の和)																												
	キルヒホッフの電流則(電流の差)																												
	並列抵抗の電圧																												
	直列抵抗の電流																												

行動要素に対して、その上位の区分(学習単位)を入れる。

①作業分析をもとに、詳細な行動要素を入れていく。

②行動をする回数を入れる。(割付) 例えば、キルヒホッフの電流則の欄が2となっていれば、この行動を2回行って問題を解くことを示す。

③各章の最後の方では、複合問題になるよう、できるだけ複数種類の行動要素を割り付ける。

図2 行動要素の割付表(合成抵抗の計算部分の拡大図)

各章の後半は、階段の右上側にも問題が割り付けられている
=> 既習問題について複合的な問となっている

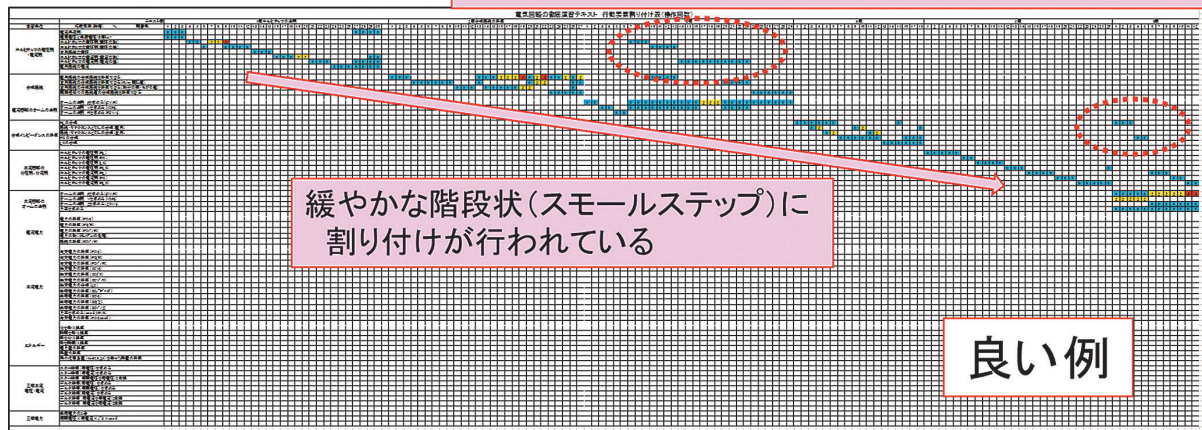


図3 行動要素の割付表の良い例

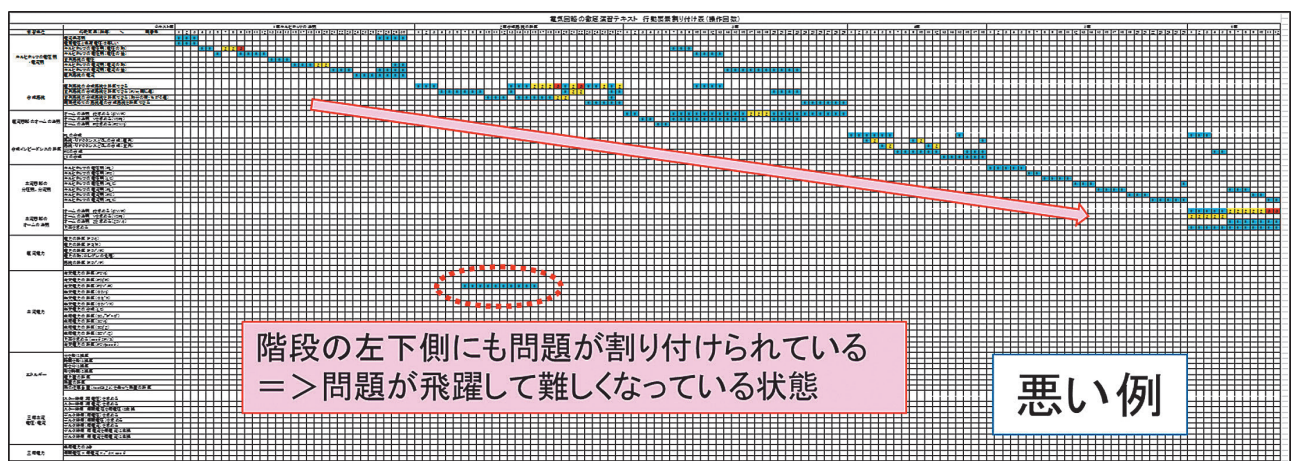


図4 行動要素の割付表の悪い例

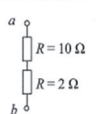
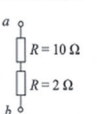
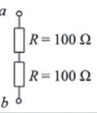
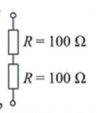
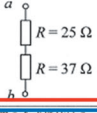
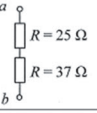
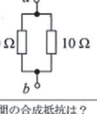
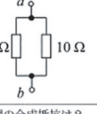
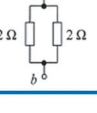
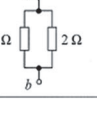
② 合成抵抗の計算 (★は高レベル)		左頁: 演習問題	② 合成抵抗の計算	右頁: 解答 & 解き方の解説	
No.	問題	答え	No.	問題	答え
1	端子 a-b 間の合成抵抗は? 		1	端子 a-b 間の合成抵抗は? 	$R = 10\Omega + 2\Omega = \underline{12\Omega}$
2	端子 a-b 間の合成抵抗は? 		2	端子 a-b 間の合成抵抗は? 	$R = 100\Omega + 100\Omega = \underline{200\Omega}$
3	端子 a-b 間の合成抵抗は? 		3	端子 a-b 間の合成抵抗は? 	$R = 25\Omega + 37\Omega = \underline{62\Omega}$
4	端子 a-b 間の合成抵抗は? 		4	端子 a-b 間の合成抵抗は? 	$R = \frac{10\Omega}{2} = \underline{5\Omega}$
5	端子 a-b 間の合成抵抗は? 		5	端子 a-b 間の合成抵抗は? 	$R = \frac{2\Omega}{2} = \underline{1\Omega}$

図5 合成抵抗の計算テキストの例 (問1~5)

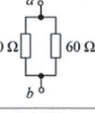
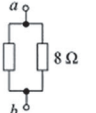
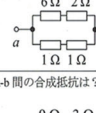
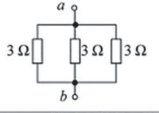
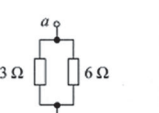
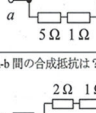
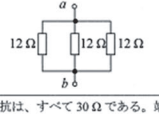


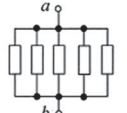
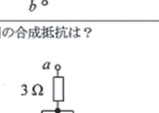
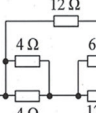
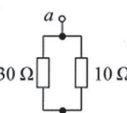

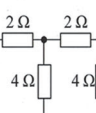
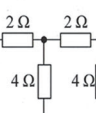
6	端子 a-b 間の合成抵抗は? 	11	端子 a-b 間の合成抵抗は? 	16	端子 a-b 間の合成抵抗は? 
7	端子 a-b 間の合成抵抗は? 	12	端子 a-b 間の合成抵抗は? 	17	端子 a-b 間の合成抵抗は? 
8	端子 a-b 間の合成抵抗は? 	13	端子 a-b 間の合成抵抗は? 	18	端子 a-b 間の合成抵抗は? 
9	各抵抗は、すべて 30Ω である。端子 a-b 間の合成抵抗は? 	14	端子 a-b 間の合成抵抗は? 	19	端子 a-b 間の合成抵抗は? 
10	端子 a-b 間の合成抵抗は? 	15	端子 a-b 間の合成抵抗は? 	20	端子 a-b 間の合成抵抗は? 
				21	端子 a-b 間の合成抵抗は? 

図6 合成抵抗の計算テキストの例 (問6以降を問の部分のみ抜粋)

4. 教材の運用と注意点

本教材を使った訓練の流れは次のようになる。

手順①：指導員が黒板を使って、訓練の単元の提示（解説）をする。

手順②：指導員が受講生に対し、テキストの解くページを指示する。

手順③：受講生は、テキストの左側のページの問題を読み、その解答を解答欄に記入する。

手順④：1問目が解答できたら、右側のページの解答を確認し、正答であったら、次の問題を解く。もし、解き方がわからない、誤答であった場合は、右側のページの解き方を確認し、解き方を理解する。それでもわからない場合は、挙手して指導員から直接指導を受けるか、すでに解き終わった受講生から解き方を教わる。

手順⑤：指示された範囲の間がすべて解き終わったら、復習するか、章末の難問と書かれた問題を検討する。または周りで困っている受講生に解き方を教える。

本稿で示したようなスキナー型プログラム学習教材は、以下のような特徴と注意点がある。

特徴1：適用（演習）の時間を長く取れる

本教材は、おおむね1つの単元を1時限（離職者訓練においては1時限は50分）で実施できるように問題数を設定している。そこで、訓練を実施するときの提示（黒板を使っての解説）と適用（本教材を使った演習）の時間配分としては、おおむね提示が10～20分程度、適用は30～40分程度が目安である。一般的な提示を重視した訓練と異なり、適用に多くの時間を割くことができるので、受講生にとっても知識を効率よく、着実に習得でき、また、指導員も受講生の定着度を的確に把握できる。

特徴2：計算が苦手な受講生に重点的な指導が実施できる

本教材を使用した訓練を実施すると、スムーズ

に問題を解くことができる受講生と、スムーズに解くことができず考え込んでしまう受講生に二分される。実際に訓練を実施したところ、後者の比率はおおむね1割程度（30人のクラスであれば3人程度）であった。そこで、指導員は演習の時間には机間巡視を実施し、考え込んでなかなか進まない受講生に対し重点的に指導する。そのようにすることで、すべての受講生を最低限の水準に到達させることができる。

注意点1：受講生ごとの解く時間が異なることへの対応が必要

スキナー型プログラム学習は、人によって学習のスピードが異なることを特徴とした学習方法である（すなわち、学習の個人差は『理解度』ではなく、『学習のスピードのみ』にあらわれるとスキナーは主張している）。そのため、本教材を使用して訓練を実施したときには、すべての問題を素早く解き終わってしまう者と、なかなか解き終わらない者の時間の差が大変大きい（おおむねその差は2～3倍にもなる）。そこで、本教材では、早く解き終わった者への対応のために2点の工夫がしてある。1点目は、各章の最後に『難問』と称した問題を配置することである。難問としてある問題は、それまでのスモールステップで上がってきたレベルを大きく超過した問題であり、この問いを解くためには長い時間をかけて検討しなければならない。早く解き終わった者には、この難問を検討するように指示することで、時間を調整できるばかりでなく、電気理論の実際の応用例をも習得することができる。それ以外にも、周りで困っている受講生へ教えるように指示したり、復習を指示したりすることで、時間を有効に活用できる。実際に筆者が、早く解き終わった受講生に直接ヒアリングしたところ、「解くのは早くできたが、見直しや復習がしたいので、もう少し時間がほしい」などの意見が聞かれた。実際には、常識的な程度内であれば、手待ち時間が発生しても、特段大きな不満が聞かれることはなかった。2点目は、各章の最終到達目標を少々高めに設定していることである。そのようにすることで、もし、解くのに時

間がかかる受講生が、標準的な時間内に解き終わらなかった場合でも、続きは後で解くように指示したうえで、次の章（単元）に移ることができる。

注意点2：受講生のレディネス（学習準備性）を揃える必要がある

スキナー型プログラム学習は、スモールステップを細かくすることによって、いかなる受講生に対しても学習を成立させることができる点において、大変優れた手法である。その一方で、学習のスタート地点が受講生の前提知識を大きく超過していた場合、学習が“まったく”成立しないということも知られている。そのため、受講生の前提知識（レディネス（学習準備性））をどの程度に想定するかは、大変重要な問題である。そもそも、職業訓練は、幅広い年齢・学歴・性格・その他の特性を持つ受講生が一堂に会する場であるので、レディネスの想定は非常に難しい。

本教材では、レディネスを、今までの訓練担当上の経験や、本センターの入所選考のレベルを加味し、おおむね中学校卒業程度と設定した。具体的には以下のとおりである。

- 四則演算ができる。
- 分数、小数の計算ができる。
- 百分率の計算ができる。
- 文字式の四則演算や計算ができる。
- 簡単な方程式、比の問題が解ける。
- 平方根の意味を理解し、計算や開平ができる。
- 10の累乗や単位の接頭語の変換等ができる。

ただし、現実には、長く学校教育から離れていた等の事情でこれらの計算ができない者も多く見受けられる。そこで、本教材では、受講生のレディネスを揃えることを目的に、計算問題を中心とした問題集（計算復習編）も同時に配布することとした。そして、計算ができない者にはこのテキストを通して学習することを促し、また、必要に応じて訓練中に解説するようにした。

5. 教材の適用結果

本教材を使用したクラスに対して、教材の印象や満足度について、アンケートを使用して調査した。その結果を表1および図7に示す。

この結果より、授業時および自習時の使いやすさについては、おおむね使いやすいという評価が得られた。問題のレベル（難易度）については、半数がちょうどよいと答える一方で、残りの半数が難しいと答える受講生と簡単と答える受講生に二分された。そのため、総合的な難易度としては妥当であったと考える。問題数においても、大半がちょうどよいと答える一方で、多いと答える者と少ないと答える者が同数いた。そのため、問題数においてもこの設定は妥当であると考えられる。

表2にはアンケートの自由記入欄に記入されたコメントを記載する。このアンケートのコメントより、本教材はおおむね良い評価が得られたものと考えているが、誤字脱字の多さ（投稿した教材では修正済み）や、簡単な問題と難しめの問題を分けてほしいなどの声が見られた。このアンケートで得られたコメントをもとに、今後もより良い教材となるよう改善を続けていきたい。

6. まとめ

本稿では、『スキナー型プログラム学習』の理論を活用した教材開発手法に関する研究成果を実践した結果を報告した。教材の設計にあたっては、作業分析と作業要素の割付を慎重に実施し、プログラム学習が成立するよう教材作成を行った。また、受講生の意見や適用時の反応をもとに、随時改良を積み重ねた。その結果、相当程度の品質の学習教材を得ることができた。また、受講生の受講後の満足度が非常に高いことを確認できた。今後は、さらに受講生からのフィードバックを受けることで、質の向上を目指していきたい。

表1 本教材のアンケート結果

番号	設問	回答	回答数
1	電気回路の授業のときに、テキストは使いやすかったですか？	1. 使いやすい	12
		2. やや使いやすい	0
		3. やや使いにくい	0
		4. 使いにくい	0
2	自習・復習のときに使いやすかったですか？	1. 使いやすい	11
		2. やや使いやすい	1
		3. やや使いにくい	0
		4. 使いにくい	0
3	問題のレベル(難易度)はどうでしたか？	1. 難しすぎる	1
		2. やや難しい	2
		3. ちょうどよい	6
		4. やや簡単	3
		5. 簡単すぎる	0
4	問題の数はどうでしたか？	1. 多すぎる	0
		2. やや多い	2
		3. ちょうどよい	8
		4. やや少ない	2
		5. 少なすぎる	0

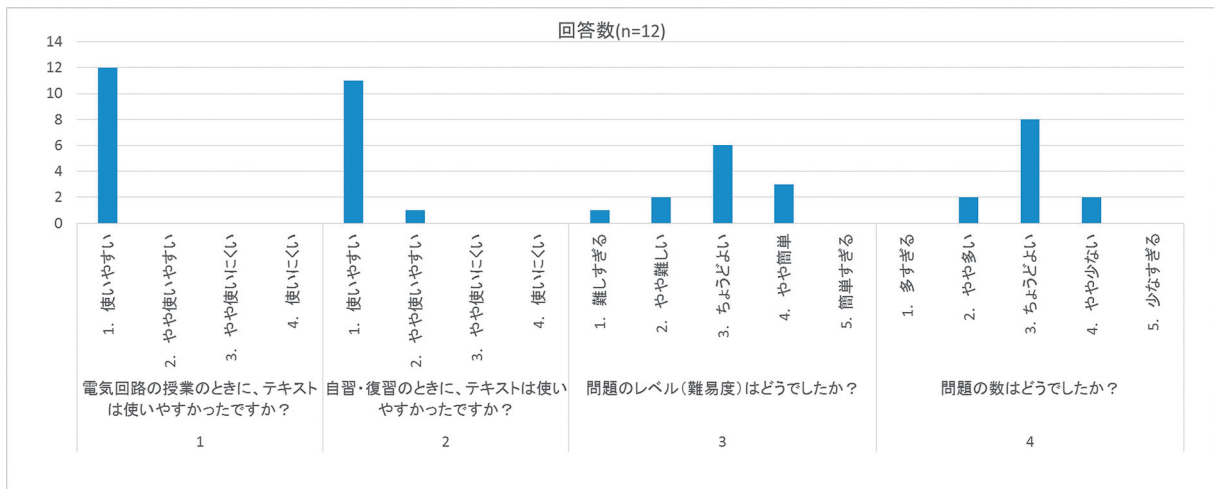


図7 本教材のアンケート結果

表2 受講生の声 (一部)

<参考文献>

<p>新規用 (新規学習者の使う教材) として非常に優れた教材でした。</p>
<p>資料の中に手書きの解説があるが、親しみを感じ、問に対する抵抗感や先入観が減少し、学習意欲が維持される。また、色分けも見やすく大変好印象。</p> <p>一般販売されている解説本と比較しても、こちらの資料の方が良いと感じる。</p>
<p>現在の問題数で十分です。比較的簡単な問題と難しめな問題が混在しており、区別して明確にしてほしい。</p>
<p>市販のテキストよりも断然使いやすく、見やすい理想的なテキストでした。問題と解答が見開きの点が良かったです。素晴らしいテキストありがとうございました。</p>
<p>最もわかりやすくて本当によかったです。テキスト (独自) なども忙しいと思われる中でも準備して頂き本当に感謝しています。</p> <p>テキストは、最初は簡単でしたが、後半は非常に難しかったです。でも、力をつけるには本当に良い教材です。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・初心者コース、中級コースなどの選択があった方が良いと思います。 ・少し簡単すぎる繰り返し問題が多いように感じました。5問あるとすれば、2問ずつ初級、中級で最後に応用のような問題を1問出すと、考える教材ができると思います。 ・解答が途中までとか、計算ミスが多かったと思います。
<p>難しめの問題も含まれていたのも、その問題には難しめと記してほしいです。</p> <p>久しぶりに勉強をする身として、算数の基礎からテキストを作成してくれましたので、とても助かりました。テキスト0巻から3巻まで順序通りに勉強すれば確実に解くことができました。第二種電気工事士の筆記試験にも自信が持てました。</p>
<p>覚えるポイントをうまく表現できていたと思います。</p>

- [1] 五十嵐智彦, 廣瀬拓哉:「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」, 技能と技術, 2018 Vol.1, pp7-13
- [2] 山口昭穂:「教育心理学と新教育技法 (第1部)」, 技能と技術, 1980 Vol.2, pp60-66
- [3] 山口昭穂:「教育心理学と新教育技法 (第2部)」, 技能と技術, 1980 Vol.3, pp33-38, pp81
- [4] 山口昭穂:「教育心理学と新教育技法 (第3部)」, 技能と技術, 1980 Vol.4, pp38-45
- [5] 山口昭穂:「教育心理学と新教育技法 (第4部)」, 技能と技術, 1980 Vol.5, pp36-44
- [6] 山口昭穂:「教育心理学と新教育技法 (第5部)」, 技能と技術, 1980 Vol.6, pp31-40
- [7] 矢口新:「プログラム学習の理論と方法」, 明治図書, 1965
- [8] 大河原清, 荻間沢勇人:「文を効率的に覚えてもらう指導法～パワーポイント型プログラム学習教材の作成と利用」, 岩手大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要, 2015 Vol.14, pp345-372
- [9] J.S.ブルーナー著, 鈴木祥蔵, 佐藤三郎訳:「教育の課程」, 岩波書店, 昭和38
- [10] 川上昭吾, 「教えの復権を目指す理科授業」, 東洋館出版社, 2003
- [11] 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
- [12] 西川純:「すぐわかる!できる!アクティブ・ラーニング」, 学陽書房, 2015
- [13] 文部科学省教育課程課 / 幼児教育課:「初等教育資料2017年5月号」, 学事出版, Vol.953
- [14] 文部科学省教育課程課:「中等教育資料2017年5月号」, 学事出版, Vol.972