

算数での「プログラミング的思考」が意味すべきこと

What should we mean the phrase, “Thought of Programming”?

正 田 良
(Ryo, SHODA)

1. はじめに

2016年12月の中央教育審議会答申の中で、「プログラミング的思考の育成」の必要性が指摘された。これは、2017年3月告示の学習指導要領への論拠となるものである。答申でも学習指導要領でも、この言葉の意味すべきことは丁寧に説明されているものの、単なる表面的な意味だけでこの言葉を解釈してしまうと大きな間違いが引き起こる危険がある。ここでは、この言葉が意味すべきことを再確認し、それに関わる能力の構造に関して因子分析での確認的分析を試みたい。

2. 中教審答申でのプログラミング教育

2.1 プログラミング教育の必要性

2017年2月14日に、小学校学習指導要領案（文部科学省、2017）が発表されている。その、第1章総則、第3 教育課程の実施と学習評価、1（3）に次のようにある。

「各教科等の特質に応じて、次の学習活動を計画的に実施する…（中略）…

イ 児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動」。

さらに、これを受けた、第2章各教科第3節算数では、

「必要な場面においてコンピュータなどを適切に活用すること。また、第1章総則の第3の1の（3）のイに掲げるプログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための活動を行う場合には、…（中略）…例えば第2の各学年の内容の〔第5学年〕の「B 図形」の（1）における正多角形の作図を行う学習に関連して、正確な繰り返し作業を行う必要があり、更に一部を変えることでいろいろな正多角形を同様に考えることができる場面などで取り扱うこと。」

と機械的な繰り返しの場面でこの目的に適した活動が行われることを求めた。

これに先立って、2016年12月21日に中央教育審議会が行なった答申がある。この学習指導要領案に影響を与えていることは、これまでの学習指導要領の解説に、「改訂の経緯」として説明されていることから容易に推量できる。その答申の中で「プログラミング教育」の必要性が指摘されている。その内容を、文部科学省（2016）のサイトによってより詳しく調べてみよう。

小学校段階での「プログラミング教育」とは、文部科学省の「小学校段階における論理的思考力

や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議」が2016年6月にまとめた「小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について（議論の取りまとめ）」を引き、「子供たちに、コンピュータに意図した処理を行うように指示することができることを体験させながら、将来どのような職業に就くとしても、時代を超えて普遍的に求められる力としての『プログラミング的思考』などを育成するもの」とした。さらに「プログラミング的思考」は、「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組み合わせが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組み合わせをどのように改善して行けば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力」としている。

また、「小学校段階におけるプログラミング教育の実施例」として、「総合的な学習の時間」（以下「総合」と略記）、「理科」、「算数」、「音楽」、「図画工作」、「特別活動」の6者について記述がある。理科については「電気製品にはプログラムが活用され条件に応じて動作していることに気付く学び」、総合については「自分の暮らしとプログラミングとの関係を考え、そのよさに気付く学び」と記している。算数では「図の作成において、プログラミング的思考を数学的思考の関係やよさに気付く学び」とある。上記2者に比べやや舌足らずな印象を持つが、本文においても「プログラミング的思考と、算数科で身に付ける論理的な思考とを関連付けるなどの活動を取り入れることも有効である。」(p.143)との記述があるのみである。また逆に理科の本文には電気製品に関する記述はない(p.148)。

2.2 プログラミング的思考の必要性

そもそも「プログラミング的思考」は、なぜ必要なのであろうか。この答申本文の、第1部 学習指導要領等改訂の基本的な方向性 第2章 2030年の社会と子供たちの未来（予測困難な時代に、一人一人が未来の創り手となる）では、キャシー・デビッドソン氏やマイケル・オズボーン氏の予測を次のように紹介している。

「最近では、第4次産業革命ともいわれる、進化した人工知能が様々な判断を行ったり、身近な物の働きがインターネット経由で最適化されたりする時代の到来が、社会や生活を大きく変えていくとの予測がなされている。“人工知能の急速な進化が、人間の職業を奪うのではないか”“今学校で教えていることは時代が変化したら通用しなくなるのではないか”といった不安の声もあり、それを裏付けるような未来予測も多く発表されている。」(p.9)

そして、第1部第1章 これまでの学習指導要領等改訂の経緯と子供たちの現状（前回改訂までの経緯）では、「○ 子供たちの読書活動についても、量的には改善傾向にあるものの、受け身の読書体験にとどまっており、著者の考えや情報を読み解きながら自分の考えを形成していくという、能動的な読書になっていないとの指摘もある。…（中略）…文章で表された情報を的確に理解し、自分の考えの形成に生かしていけるようにすることは喫緊の課題である。…（中略）…言語能力の育成は前回改訂に引き続き課題となっている。」(p.6-7)と、高度情報化社会の影の面も指摘し

た。

さらに、小中高を通じての見通しとして、「小学校の段階では、身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くことを重視し、中学校段階で社会におけるコンピュータの役割や影響を理解するとともに、簡単なプログラムを作成できるようにすること、高等学校段階でコンピュータの働きを科学的に理解するとともに、実際の問題解決にコンピュータを活用できるようにすることを目指す」（p.38注78）とした。

また、「第2部 各学校段階、各教科等における改訂の具体的な方向性 第1章 各学校段階の教育課程の基本的な枠組みと、学校段階間の接続 2. 小学校」では、

- （1）小学校教育の基本と、低・中・高学年それぞれの課題
- （2）言語能力の育成と国語教育、外国語教育の改善・充実
- （3）情報技術を手段として活用する力やプログラミング的思考の育成
- （4）各小学校における弾力的な時間割編成

となっており、「言語能力の育成」と並んで、「プログラミング的思考の育成」が重要な課題であることを示している。

2.3 競合するのか接面を持つのか

では、先に紹介した、“人工知能の急速な進化が、人間の職業を奪うのではないか”という不安や未来予測に関して、「プログラミング的思考の育成」がなぜ必要なのか。それは、ただ単に雇用不安や新しい労働力としての人工知能との競合という文脈だけでとらえるのは誤りである。

身近な例としては、戦後の家電製品の普及は家事労働の軽減化に役立った。電気掃除機のような動力が電気エネルギーによるものとなった他に、自動制御がマイコンの普及以前に行われている。例えば、電気コタツには、コンピュータが内蔵されてはいないが、バイメタルによって温度制御が為され、安全性を高めた。バネ仕掛けのスイッチによって、洗濯とすすぎとの繰り返しを電気洗濯機は行えるようになった。また、電気炊飯器はマイコンを内蔵させる以前でも温度や時間などの計測器を連動させておいしくご飯を炊く機能を実現している。このようにかなり以前から機械と人間の接点が存在している。

雇用不安の問題としては、グローバル化による外国人労働者の就労も話題となることである。日本の労働力の現状は、外国人労働者をまったく拒否しては成り立たないことは言うまでもない。その一方で日本とは異なる文化や習慣を有する民族が日本で働くにあたって、日本の文化や習慣の良さを理解してもらい日本の社会になじむ労働を提供するのに役立てること。逆に日本の社会へは、彼らのことを理解し、その良さを引き出すことが求められている。これとパラレルな問題が機械と人間の間に存在する。

それには、機械が意図をもって作業をしているのではなく、むしろプログラム通りに動くだけの、融通が利かない道具であること。しかし、幼児はともすれば、機械の意図と勘違いしやすい。自動

ドアは、重さや光線が遮られたことをセンサーで感じたり、電車の場合は車掌がドアスイッチを操作したりしたことで動作が為される。それには、開けて欲しい人がいるので開けてあげようと機械が思ったわけではない。まず、「電気製品にはプログラムが活用され条件に応じて動作していることに気付く」が必要となる。この場合の「プログラム」とは、上述のようにコンピュータによらない自動制御も含まれることになる。炊飯器の制御では、単に「ご飯を炊く」と表現される動作が、「はじめちょろちょろ中パッパ、ジュウジュウ吹いたら火を引いて、赤子泣くとも蓋とるな、最後にワラを一握りパッと燃え立ちゃ出来上がり。」と表現されるようにいくつかの一連の動作として細分化され、機械がそれを実現するように、各種の仕組みが工夫されている。

例えば機械を動かしている途中で、停電が起こった場合、それから復旧したあとどのような配慮が必要か。こうした仕組みの理解は、このような問題解決にも資することになる。

2.4 仕組みの理解に向けて

仕組みの理解のためには、第1に一言で言えること（ご飯を炊く）を、いくつかの工程に分けて順々に実現していることの理解。「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組み合わせが必要」かの理解が必要だ。また、データを書き換えることで返事が変わってくることなどを経験させることで、裏側の「仕組み」を顕在化させることも有効となろう（正田 2007）。

3. 構成主義的コンピュータ科学

3.1 用語の適切性について

以上のように、「プログラミング的思考」という概念を概観するとき、この用語のネーミングが誤解を生みやすいと思えてくる。同じような例が、「算数的活動」である。ほんの先月まで生徒であった学生に「算数的活動」とは何かと問えば、算数の時間にドリルブックを配られて計算練習をさせられたことや、計算のやり方や、特に高校での授業で多いとの声を学生から聞くが、例題の解き方を一方的に教師が説明するといったイメージの返答が為されることがしばしばある。

しかし平成20年告示の学習指導要領解説には、「算数的活動」に関して次のような説明がある。「その意味で、例えば、教師の説明を一方的に聞くだけの学習や、単なる計算練習を行うだけの学習は、算数的活動には含まれない」（文部科学省 2008：p.19）。つまり元・生徒の持つ先入観とは逆のネーミングとなっている。

「プログラミング教育」という言葉には、同じく、プログラミング言語の文法を教えて、プログラマーを養成することというニュアンスがある。野崎昭弘（2016）は、「（大学の）基礎教育を担当している教員が、『プログラミングの原理をどう理解させるか』をまるで考えておらず、プログラミング教育を暗記ものにしてしまったところに大きな問題がある」と指摘しているが、ともすれば、この指摘にあるプログラミング教育に、2030年の社会を目指すべき教育が堕落してしまう危険が皆無とは言えない。むしろ、正田（2003）のように、文法よりも系統的な教程によって会話を楽しむ

方が、パソコンの原理を学ぶのに適している。

3.2 パソコンの歴史をめぐって

1980年代は、1979年に初めてキーボードが付いた現在のパソコンと同様な形状の一般市場で購入できる製品である NEC PC8001が売り出されたので、パソコンのプログラミングが注目された年代である。特殊な例外を除いてプログラムを書けなければ、パソコンを利用できなかったのである。しかし、1995年以降、Windows やインターネットが普及した。このため、通信機器やワードプロセッサを機能として包含した機械として、現在ではパソコンは認識されている。

LOGO は、パパートをはじめ、エーベルソンやディセッサ（1986）などの「ラジカルな構成主義者」によって紹介された。それまでの「コンピュータを使った教育」は、ティーチングマシンとしてコンピュータを使うことを意味していた。しかし LOGO では、「処理速度はやや速く、度忘れの無い記憶をもって、多数回の繰り返しを厭わないが、融通が利かない相手」としてパソコン上のタートルは機能し、タートルにやり方を教えることによって学習者は構成主義的な学習を行っている。

日本の小学校に大いに当時導入されたが、当時の Logo に欠点が無いわけではなかった。正田（1999）に指摘したように、「語順が日本語としては不自然である」（p.148）などの欠点があった。また、空白を入れるべきところを詰めてしまうなどのバグがあると、見た目ではわからないので、不要な手間・負担がかかることもあった。それに30年遅れての「プログラミング教育」の提唱である。Logo 以降の改善について全部を紹介することは紙幅が許さないが、杉野裕子（2016：p.9）に触れられている3者について記すにとどめる。

ドリトルは、オブジェクト指向言語であり、日本語としての語順が自然なものに近付いた。また、スクラッチは、プログラムをテキストとして打つのではなく、ブロックのような図的表象を並べていくことで、アプリケーションを作るものである。そしてそれから多くを継承した「プログラミン」も文部科学省のサイトから得ることができる。

さらにこうしたコンピュータ上に実現された環境無しに、コンピュータや身近な機器での自動制御のありさまを学ばせようと意図したのが、ベル他（2007）である。

3.3 教授学習過程の具体

パパート（1982）などが紹介している教授学習過程についてもう少し具体的に見ておこう。Logo でペンを下げた亀（タートル）に対して、次を行わせると正方形が描かれる。

```
to Shikaku
  repeat 4 [
    forward 100
```

6 算数での「プログラミング的思考」が意味すべきこと

```
right 90  
]  
end
```

forward 100 はその引数の100を書き換えてみればわかるように、亀を前に100歩歩ませる命令である。他の repeat、right も英語の語義から意味を類推することは難しくないだろう。では、三角形を書かせるにはどうしたらよいだろうか。

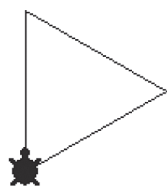


図1：亀に描かせる三角形

生徒の多くは、次のような算譜を作る。

```
to Sankaku  
  repeat 3 [  
    forward 100  
    right 60  
  ]  
end
```

これでは、図2のような図形が得られるだけである。本来描かせたかった図1のものと似ても似つかない。

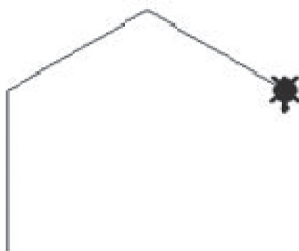


図2：亀が描いた図形

しかし、似ても似つかないという認識は、実際に学習者が亀になったつもりで、上記の算譜が記述

している手順を自分で行ってみると変容する。実際に3回繰り返しているし、100歩進んだ。そして、歩く向きを 60° 曲がり角で変えている。rightの引数として指定されるべきは、120であったのだ。

ではどうして、120なのか。その角は正三角形の各頂点における外角の大きさである。正 n 角形その大きさは、 $360^\circ/n$ と表されることを知れば、この手順の改良が数学的な理解と結びつく。そして、より一般化が為されることになる。

このように、プログラムのバグ取りは数学的な理解を深める。そしてそのバグ取りの作業には、本来求めている動作と、行われた動作の差異や共通点に関して気付くこと。動作の成因に関する分析を行うことに対する能力が要求される。その要求が学習者にとっては、その能力をより強化するきっかけともなる。このような課題を適切に提示することで、構成主義的な学習が行われると提唱された。

3.4 操作的定義に向けて

以上に述べたことからの帰結として、中教審答申で提唱されている「プログラミング的思考」は、「構成主義的な学習」と大きな共通点を有するとともに、プログラムを書けるようにすることとは一線を画するべきと言えるだろう。プログラムを書けるようになることは、その専門家を作る養成所ならまだしも、少なくとも小学校に於いては、目的ではなく学習のための手段である。

この意味で、「プログラミング的思考」という言葉は誤解を生じさせやすく、この言葉が一人歩きしてしまうことで、種々の弊害が懸念される。例えば、「プログラミング的思考」についての能力を測る学力テストを作り、その妥当性を吟味することなく、種々の行政的判断に用いられることが、典型的な懸念である。また逆に、正田（1986）の「資料」として「プログラマー適性」に関して報告したように、このような概念の操作的定義となるテストを作ることは難しい。むしろ教育課程実施前に、果たしてこの力は、どのような問題で測ることができるのか。実際のテスト問題を作製・試行し、確認的分析を行っておく。それは、ネーミングから生ずる誤解を防ぐ手段となりうる。このような作業が、この時期に緊要である。

4. 調査問題

4.1 調査問題の概要

2016年9月に、「情報・制御に関する意識や行動に関する調査」を小学校教員養成コースの学生合計149名に実施した。その具体的な質問紙は、稿末の資料Aとして収める。小問の構成は表1のようになっている。

それぞれの設定意図について簡単に述べる。通番1～3は日常に注意を払って現象の発見をする力。通番5～16、通番23～28は表1の第2列のようにそれぞれ「回答者の行動パターン」、や「情報科学や自動制御に関する興味・知識・理解の自覚」について聞いたりするもので、4段階評価による回答を求めている。

表1：小問の構成

【1】(1)	写真から電柱を区別	電信柱	通番 1	【5】(1)	お店のゲートでの自動応答	来客	通番17				
(2)		電力柱	通番 2	(2)		お客の退出	通番18				
【2】	レールの廃物利用		通番 3	(3)		誤動作防止	通番19				
【3】	エアコン問題・1回目		通番 4	【6】ア	加湿器の制御 (流れ図)	加湿	通番20				
【4】(1)	回答者の行動パターン	レジ合計額	通番 5	イ		乾燥	通番21				
(2)		電車走行中	通番 6	ウ		作動境界	通番22				
(3)		路線情報	通番 7	【7】(1)	情報科学や自動制御に関する興味・知識・理解の自覚	コンピュータが得意	通番23				
(4)		歩きスマホ	通番 8			(2)	情報科学知識	通番24			
(5)		電力の無駄	通番 9				(3)	同上・興味	通番25		
(6)		変換ミス	通番10					(4)	自動制御知識	通番26	
(7)		資源・環境	通番11						(5)	同上・興味	通番27
(8)		本から発掘	通番12							(6)	雇用状況
(9)		電子ブック	通番13	【8】	エアコン問題・2回目		通番29				
(10)		ネットで情報	通番14								
(11)		ネットを信用	通番15								
(12)		ネット検索	通番16								

通番17～19は「自動応答の原理について理解し、その改善について思考する」ものである。通番20～22は流れ図で表された加湿器の制御の仕組みを読み取りである。

通番4と、通番29は同じ質問である。室温が34℃の部屋で、28℃にするためにエアコンを使う場合、設定温度を23℃にするのと、28℃にするのとでは、28℃になるまでの時間が変わるかどうかを聞く問題である。大学での学生の行動をみていると、あたかも23℃にすると早く効くかのような、温度の自動制御に関して知識・理解が不十分な状態であると推察したくなる。これが湿度の自動制御に関して【6】などを回答する過程で学ばれる変化によって、両者が異なるかどうかを調べるために同じ問題を【6】の前後に配置した。4段階評価の回答を求める小問の他は、回答の正誤をいわゆるダミー変数（正答は1、誤答は0）としてコーディングした。

4.2. 調査結果

天井効果の懸念があるのは、通番5、6、14。床効果の懸念は、通番13、24、26に見られる。因子分析は主因子法バリマックス回転とし、因子の数は固有値が1以上、因子負荷量の閾値は絶対値0.4とした。

表2にダミー変数とした問題のクラスター分けの結果を示す。正答率が低いものを例外として、【1】の日常現象への注意力、【5】、【6】での自動制御に関する思考・判断とに、グループ分けて

きる結果となった。前者の因子得点を「因子 A 2」、後者のそれを「因子 A 1」として以下に参照する。

稿末の「資料 B」に、4 段階評価を求めた質問紙部分の結果を示す。情報科学・自動制御に関わる傾向「因子 B 1」として参照する）と、インターネットに関わる傾向（因子 B 2）とにグループ分けできる。「地球に優しくなるように、資源・環境は大切にしようと思う。」などの問いは独自性が強く、この 2 つのグループには関連が無いとの結果となった。

通番 4、通番 29 の相関係数は 0.72 であったが、表 3 に示すように一番多い誤答パターン「ちょっと早く 28℃ になる。」は事前事後ともにそう回答している者が多く、また【3】で正答していながら、【8】で誤答するものがあるなど、その間の経験による教育効果には疑問が残る結果となった。

なおこれらのダミー変数の各因子得点に関する重回帰式を、下記に記す。

$$[\text{通番 } 4] = -0.06A1 + 0.45A2 - 0.21B1 - 0.05B2 + 0.04$$

$$[\text{通番 } 29] = 0.16A1 + 0.07A2 + 0.29B1 + 0.01B2 + 0.03$$

4.3. 考察

流れ図に関しては、加湿器などの制御という具体的な場面に関わる文脈があるためか、自動音声の制御と同様な傾向がみられている。重回帰係数に関して 5 % の危険率で有意となったのは、[通番 4] での A 2 と、[通番 29] での B 1 であった。被験者がそれほど多くはない。因子に関わらない小問を外して分析する等の手間を省いた速報的な値である。この結果に全幅の信頼を置くことは危険である。

表 2：ダミー変数による問題の様相

	因子1	因子2		通番
【1】(1)	0.260	0.619		1
【1】(2)	0.132	0.654		2
【2】	0.060	-0.157	正答率3%	3
【5】(1)	0.823	0.087	ゲートセンサー	17
【5】(2)	0.732	0.102		18
【5】(3)	0.208	0.114	正答率17%	19
【6】(1)	0.493	-0.359	流れ図	20
【6】(2)	0.551	-0.376		21
【6】(3)	0.438	0.013	(正解は50%)	22

表3：【3】（事前）から【8】（事後）へ

4	3	2	3	9
3	1	4	25	
2	6	58	5	1
1	27	5		
事後／事前	1	2	3	4

1. 時間は変わらない。（正答）
2. ちょっと早く28℃になる。
3. 室温の変化は倍程度早くなる。
4. どちらが速いか、場合によって違う。

インターネットの利用や興味と、情報科学への興味・知識とは別の因子が見られたことは、教育課程上、重要である。その反面、自動制御に関する知識・理解が、環境問題などとはあまり関係のないとの結果となった。単にアルゴリズムを教えるだけではなく、現実世界と関連させて扱う授業、並びに、ICT 利用と区別された情報科学の授業の必要性が示唆される。

引用・参考文献

エーベルソン、ディセッサ（1986）

（Abelson, H. and diSessa, A. (1986), *Turtle Geometry: The Computer as a Medium for Exploring Mathematics*, MIT Press, Cambridge, Mass.）

ベル他（2007）『コンピュータを使わない情報教育 アンプラグドコンピュータサイエンス』イーテキスト研究所：兼宗進（監訳）

文部科学省（2008）『小学校学習指導要領解説 算数編』東洋館出版社

文部科学省（2016）「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）（中教審第197号）」

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afeldfile/2016/12/27/1380731_00.pdf（2017年1月9日採取）

文部科学省（2017）「小学校学習指導要領案」

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/news/080216/002.pdf

（2017年1月17日採取）

野崎昭弘（2016）「アルゴリズムを暗記物にしてはいけない」『数学教室』2016年10月号（No.772）国土社 pp.46-49。

パパート（1982）『マインドストーム』未来社：奥村貴世子訳

佐伯胖（1986）『コンピュータと教育』岩波新書

正田良（1986）「BASIC プログラミングの教育的効果」日本数学教育学会『数学教育論文発表会発表要項』Vol.19, pp.205-208

正田良（1999）『LOGO で知る認知科学』東京電機大学出版局

正田良（2003）「VBA における Cells の役割に関する歴史的考察」『三重大学教育学部研究紀要 自然科学』

Vol.54 pp.1-8

正田良（2007）「ティーチング・マシン・ゲームによるプログラム概念の学習」『国士舘大学情報科学センター紀要』Vol.28 pp.10-21

杉野裕子（2016）『プログラミングを活用した図形概念形成についての研究』風間書房

資料 A：質問紙の実際

情報・制御に関する意識や行動に関する調査

2016.9.

【お願いと注意】

無記名で行う調査です。この回答は飽くまで統計的に処理されて、あなた個人の評価に関わることはありません。この結果は、改訂を予定されている教育課程の扱いについて知見を得るとともに、統計的処理の実例としてこの講義の中でも（処理が間に合えば）利用するつもりです。ご協力ください。

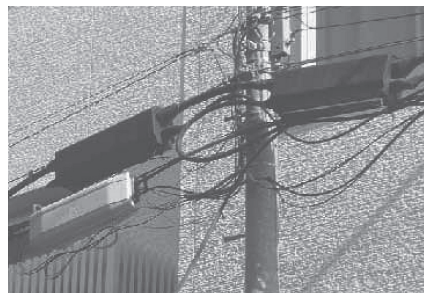
また、ある問いが2回繰り返して為されます。これはその間の問を考えたことの効果を調べるためのものです。問いは順番に答え、前に答えた問いに関してミスに気づいても、直さないで下さい。

なお、回答は回答用紙へお願いします。

- 【1】 電柱には、電力を供給する電線を支えるための電力柱、電話などの回線を担う線を支えるための電信柱、その両方を兼ねるもの、どちらでもないもの（交通信号のための柱など）の4種類に分類することができます。（1）、（2）のそれぞれが付いている場合、どのように判断できるでしょう。あなたの考えに一番近い番号を1～4から選んで答えて下さい。

（1）

1. 電力柱（およびそれを兼ねるもの）である。
2. 電信柱（およびそれを兼ねるもの）である。
3. どちらであるか判断できない。
4. 電力柱・電信柱の両方を兼ねている。



（2）

1. 電力柱（およびそれを兼ねるもの）である。
2. 電信柱（およびそれを兼ねるもの）である。
3. どちらであるか判断できない。
4. 電力柱・電信柱の両方を兼ねている。



12 算数での「プログラミング的思考」が意味すべきこと

- 【2】 次の写真は東急世田谷線のある踏切を撮ったものです。この中にあるものが廃物利用されていることを見出すことができます。何の廃物を利用したのでしょうか。その名前を単語で回答欄へ記して下さい。



- 【3】 夏の暑い日に部屋に入ったら室温が34℃でした。室温を28℃にするためにエアコンを付けることにしました。エアコンの設定温度を23℃にしようとする人が提案しました。あなたの考えに一番近い番号を1～4から選んで答えて下さい。

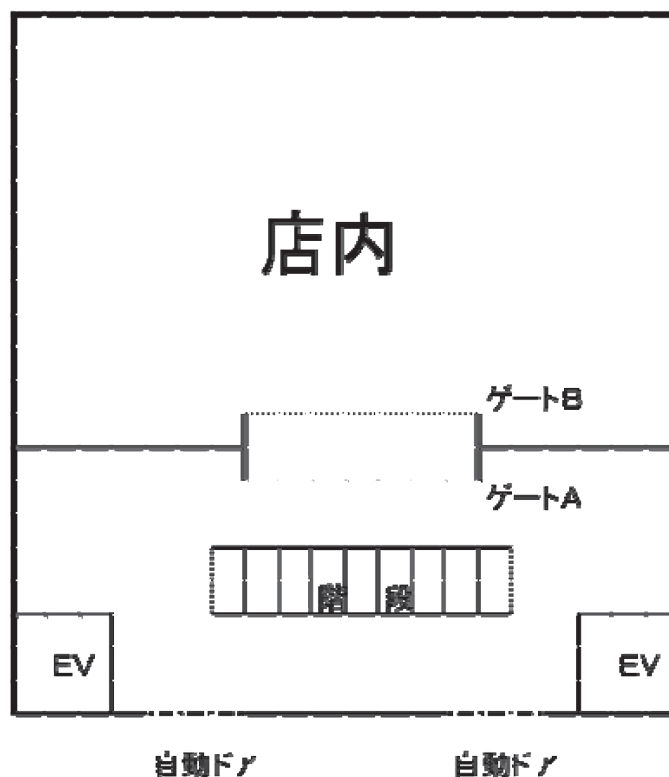
1. 23℃にしても室温が28℃になるまでの時間は変わらない。
2. 23℃にした方が、設定温度を27℃にした場合に比べてちょっと早く28℃になる。
3. 23℃にした方が、設定温度を27℃にした場合に比べて室温の変化は倍程度早くなる。
4. どちらが速いか、場合によって違う。

- 【4】 あなたの行動パターンに次の（1）～（12）はどの程度当てはまりますか。それぞれについて1～4の4段階評価で答えて下さい。

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1. まったく当てはまらない。 | 2. あまり当てはまらない。 |
| 3. やや当てはまる。 | 4. かなり当てはまる。 |

- （1） スーパ・マーケットのレジで、だいたい合計がどれくらいか見当をつける。
- （2） 走行中の電車で、ドアにもたれることがある。

- (3) スマホなどの乗換案内（路線情報）を調べたら、少し怪しげなことが出てきたが、とりあえずその電車に乗ってみる。
- (4) 歩きスマホ（ながらスマホ）をする。
- (5) 電力の無駄使いには気を付けている。
- (6) メールの変換ミスが気になる。
- (7) 地球に優しくなるように、資源・環境は大切にしようと思う。
- (8) 面白い話を本から発掘することは面白い。
- (9) 電子ブックを持っていたり、利用したりする。
- (10) インタネットからよく情報を得ることがある。
- (11) インタネットのニュースを（ガセネタとは思わずに）信じる。
- (12) インタネットでの検索は上手だ。
- 【5】 あるお店では、「いらっしゃいませ」、「ありがとうございました」の合成音声が流れる仕組みを利用しています。光線ビームがさえぎられることで何かが通ったことを検知できるセンサーがゲートAとゲートBに仕組まれているのです。



14 算数での「プログラミング的思考」が意味すべきこと

(1) ゲート A での検知の後、ゲート B での検知があったら、どちらの音声流れますか。当てはまるものを 1.~3. から選んで答えましょう。

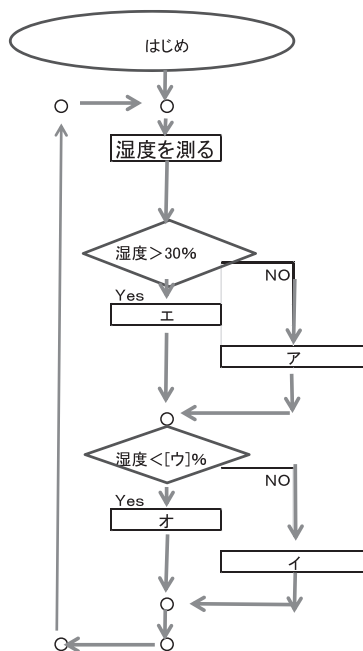
1. いらっしゃいませ 2. ありがとうございます 3. 動作しない

(2) ゲート B での検知の後、ゲート A で検知があったときには、どうでしょうか。同じように答えして下さい。

1. いらっしゃいませ 2. ありがとうございます 3. 動作しない

(3) ゲート A を通ろうとして、ゲート B を通る前に引き返した人 P がいて、そのあと別の Q がゲート B を通ろうとして気が変わってゲート A を通る前に店内に引き返したとします。このときに合成音声流れないようにするには、仕組みにどう手を加えればよいでしょう。簡単な文章で回答欄に答えて下さい。

【6】 次の流れ図は、部屋の湿度を30%~50%に保つように設定したときの制御の仕組みを表したものです。ア・イのそれぞれについて、最も適切なものを選び、その選択肢を選び、空欄ウにあてはまる数値を回答欄へ記してください。



ア：

1. 加湿器を作動させる。
2. 乾燥機を作動させる。
3. 警報を鳴らす。
4. 何もしない。

イ：

1. 加湿器を作動させる。
2. 乾燥機を作動させる。
3. 警報を鳴らす。
4. 何もしない。

【7】 あなたに関して次の (1) ~ (3) にどの程度当てはまりますか。それぞれについて 1 ~ 4 の 4 段階評価で答えて下さい。

1. まったく当てはまらない。
2. あまり当てはまらない。
3. やや当てはまる。
4. かなり当てはまる。

(1) コンピュータを使うことが得意である。

- (2) 情報の圧縮などの情報科学について知識がある。
- (3) 情報の圧縮などの情報科学について興味がある。
- (4) サービスの無人化や自動制御について知識がある。
- (5) サービスの無人化や自動制御について興味がある。
- (6) 人工知能やロボットの実用化によって、雇用求人状況が変化していくと思う。

【8】 夏の暑い日に部屋に入ったら室温が34℃でした。室温を28℃にするためにエアコンを付けることにしました。エアコンの設定温度を23℃にしようとする人が提案しました。あなたの考えに一番近い番号を1～4から選んで答えて下さい。

- 1. 23℃にしても室温が28℃になるまでの時間は変わらない。
- 2. 23℃にした方が、設定温度を27℃にした場合に比べてちょっと早く28℃になる。
- 3. 23℃にした方が、設定温度を27℃にした場合に比べて室温の変化は倍程度早くなる。
- 4. どちらが速いか、場合によって違う。

【9】 長い質問紙になってしまいました。ご協力に感謝します。もしよろしければ、ご感想ご意見などを伺えると幸甚です。

ありがとうございました。

資料 B：被験者に 4 段階評価を求めた小問の因子負荷量

	因子B1	因子B2	(C:天井効果, F:床効果)の懸念
【4】(01)	-0.062	0.064	C スーパーのレジでの見当
【4】(02)	-0.051	-0.026	C 電車でドアにもたれる
【4】(03)	-0.250	0.058	スマホの路線情報を信用
【4】(04)	-0.081	0.235	歩きスマホ
【4】(05)	0.017	0.152	電力の無駄使いには気を付けている
【4】(06)	0.006	-0.013	メールの変換ミスが気になる
【4】(07)	0.016	0.206	地球に優しくなるように資源は…
【4】(08)	-0.050	0.128	面白い話を本から発掘することは面白い
【4】(09)	0.219	-0.071	F 電子ブックを持っていたり、利用したりする
【4】(10)	0.002	0.478	C インタネットからよく情報を
【4】(11)	-0.132	0.418	インタネットのニュースを信じる
【4】(12)	0.279	0.551	インタネットでの検索は上手だ
【7】(01)	0.430	0.289	コンピュータを使うことが得意だ
【7】(02)	0.697	-0.044	F 情報科学について知識がある
【7】(03)	0.697	-0.005	情報科学について興味がある
【7】(04)	0.784	-0.187	F サービスの無人化や自動制御について知識
【7】(05)	0.668	-0.145	サービスの無人化や自動制御について興味
【7】(06)	0.188	-0.160	雇用求人状況がロボットの実用化で…

【4】 あなたの行動パターンに次の（１）～（１２）はどの程度当てはまりますか。それぞれについて１～４の４段階評価で答えて下さい。

- | | |
|----------------|---------------|
| １．まったく当てはまらない。 | ２．あまり当てはまらない。 |
| ３．やや当てはまる。 | ４．かなり当てはまる。 |

【7】 あなたに関して次の（１）～（３）にどの程度当てはまりますか。それぞれについて１～４の４段階評価で答えて下さい。

- | | |
|----------------|---------------|
| １．まったく当てはまらない。 | ２．あまり当てはまらない。 |
| ３．やや当てはまる。 | ４．かなり当てはまる。 |