

異種リソースから作られた指示の対比によるプログラミング的思考の振り返り

Reflection of Computational Thinking through Comparison of Procedures
Composed of Different Resources平嶋宗^{*1}, 福井昌則^{*1}, 林雄介^{*1}Tsukasa HIRASHIMA^{*1}, Masanori FUKUI^{*1}, Yusuke HAYASHI^{*1}^{*1}広島大学大学院工学研究科^{*1}Graduate School of Engineering, Hiroshima University

Email: tsukasa@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし：意図を達成するために利用可能なリソースが異なれば、意図を達成する上で作られる指示が異なってくる。これが「プログラミング的思考」を習得することが必要となる大きな理由の一つである。本研究では、リソースが異なることによって、意図を達成するための指示が異なってくることを可視化し、言語・思考活動の対象化できる学習環境を設計開発する。

キーワード：プログラミング的思考、計算論的思考、異種リソース、リソースの対比、指示の対比、リフレクション

1. はじめに

小学校段階におけるプログラミング教育とは、「コンピュータに意図した処理を行うように指示をすることができることを体験させながら、… 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」とされており、この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、記号の組合せをどのように改善していけば、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」とされている。

学習者の活動を学習につなげるためには、振り返り（リフレクション）が重要であり、プログラミング教育においても同様である。したがって、意図通りの動きを実現する指示を作るだけでなく、その指示が成立するのか、何故その指示でないといけないのかを考えることが重要となる。理由を考えることは解く以上に難しいといえるが、これは理由を考える際に利用すべき要素・概念（プリミティブ）が提供されていないことが大きな要因となる。

本研究では、指示に対するリフレクションの促進を指向して、(1)同じ意図に対して、異なるリソースを使って指示を組み立てさせ（ここでリソースは、学習者が使える指示構成のための部品群となる）、そのうえで、(2)同じ意図に対する異なる指示を対比することで、それぞれの指示の妥当性を言語的に説明させる、という活動を設計する。このような活動を可能にするための、(I) 意図に対する指示部品からの指示組み立て、(II) 指示とリソースの対比・可視化、を可能にする学習環境の設計・開発、を試みる。

以下2章では、まず、異なるリソースに基づいて異なる指示を組み立てることが、単なる手段ではなく、プログラミング的思考が普遍的に求められる力である理由であるとの考察を述べる。3章では、小学生を対象とし、言語をビジュアルプログラミング

言語とし、ロボットを動かすこととしたフィードバックとした学習環境の構想について述べる。

2. プログラミング的思考と異種リソース

プログラミング的思考あるいは計算論的思考において最も重要な活動は、課題をコーディング可能なように変換すること、この活動は、「定式化」という言葉に対応する。定式化という言葉は、定式化された後の解法／良定義の問題空間が存在していることを意味しており、定式化前と定式化後の問題解決活動は大きく異なる。たとえば、方程式で解くことを前提とした文章題においては、方程式を立式できるようにするまでが定式化であり、立式後は方程式を形式的に処理する問題となる。

ここで定式化を「自分が解ける問題に変換すること」であるとする、「数学的な見方・考え方」は、数学的に解ける問題に定式化することであり、見方考え方ができるとは、様々な定式化の方法を知っており、同じ状況に対しても様々な定式化によって数学的記述に変化することが可能であることを指すと解釈できる。幾何的に解く、代数的に解く、といった言い方は、定式化の違いを表しているといえる。

数学で考えると、どのような定式化によっても同じ解が導かれるということになるが、例えばある場面を数学的に定式化することと、国語的に定式化すること、あるいは社会的として定式化すること、といったこともでき、それぞれの定式化において意味のある異なった結果を導き出すことが可能となる。

ロボットを動かすことを前提としたプログラミング的思考を考えてみると、ロボットに特定の動作をさせることが決まっている場合には、数学と同様に、同じ解に辿り着くために用いた道具が異なっているということになる。目標が特定の動作ではなく、抽象度の高い意図であった場合、異なる動作によって、それぞれ意図を満たすことも可能となる。

定式化するための思考をプログラミング的思考、

定式化後に用いる解き方をリソースとすると、この考え方は図1のように図式化でき、破線部分がプログラミング的思考、実線が定式化後のそれぞれの知識やドメインに依存した解き方ということになる。情報化社会を、すでに様々な便利な方法が提供されており、それを使いこなすことが人の能力として求められている社会であるといえる。それぞれの解き方が使えるように元問題を変換する、あるいは変換できるか調べることを定式化とすると、定式化能力があるとは、それぞれの定式化によって得られる解の意味・違いを知ることができることを含んでいる。このような観点からすると、異なるリソースに基づくプログラミング的思考を行い、それらに対比させることは、本質的となる。この対比がない場合には、たとえプログラミングができたとしても、従来同様の固有の手続きの学習と同様の活動になってしまい、プログラミング的思考の本来の意味とは異なるものになる可能性がある。

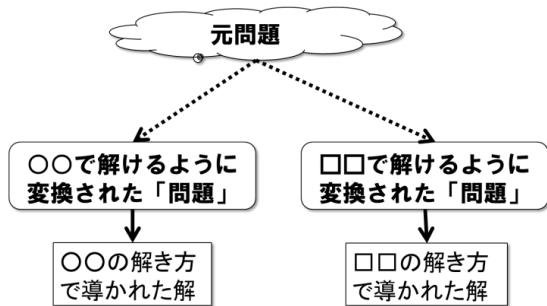


図1 異種リソースとプログラミング的思考

3. 学習環境

本研究では、ビジュアルプログラミング言語が提供するプログラム部品の集合をリソースとし、異なるプログラム部品で構成される異なるリソースを用意する。ロボットは、プログラミングに対するフィードバックであり、学習者の高い動機づけや、教えることによる学習などが期待できることから用いる。

図2に課題設定と異種リソースから作られるプログラムの例を示した。ロボットをStartからGoalに移動する指示を与えられた部品から組み立てることが学習者に求めると、提供される部品群によって、異なるプログラムが組み立てられる。ここでは、横に移動する部品がある場合、方向を変える部品がある場合、繰り返しを指示する部品がある場合、となっている。本研究では、学習者が自分のプログラムと他者のプログラムを並べて比較し、それぞれの部品・部品列の対応付けを行うことを可能にする学習環境を実現する。さらに、ロボットの動きとその動きを指示する部品・部品列の対応付けもできるようにする。

プログラミング的思考を直接的に言語化したり、リフレクションすることは簡単ではないが、本学習環境のように対比を用いることで、違いとしてそれぞれのプログラミング的思考を言語化し、リフレク

ションできることが期待される。

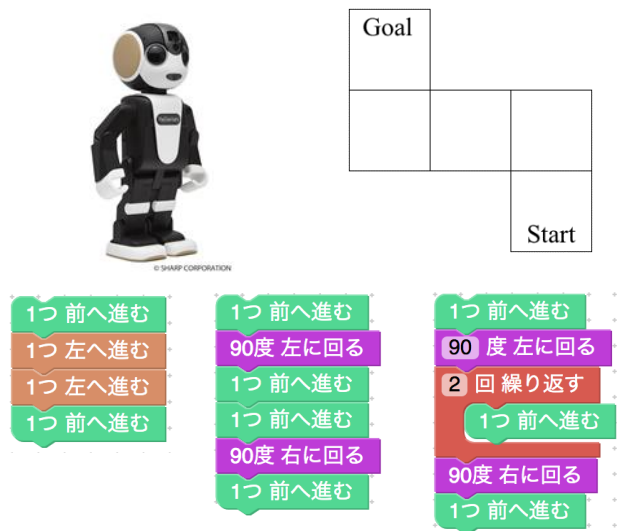


図2 課題設定と異種リソースで作られたプログラム想定例

4. まとめ

筆者らは、人の思考の論理的側面に注目し、そのモデル化、可視化、操作可能化、インタラクティブ化を試みてきた^(1,2)。これは人の思考全般をカバーしているわけではないが、学習者に対して「成功的教育観」で教えることができるのは、この範囲の思考のための知識や方法ではないかとの考えが、一連の研究における基本仮定となっている。

教えることが、個々の学習者の創造性や独自性に対して負の影響を与えるかのような議論もあるが、「巨人の肩の上に立つ」ためには教えられることが不可欠であり、問題があるとすれば、教えられること自体ではない。教えられたことを、学習者が相対的、メタ的、あるいは俯瞰的に捉えることできるかどうかの問題となる。教えられる内容に対するこのような捉え方を促進する意味で、学習者が「試す」ことができ、かつ、それに対する適切な「フィードバック」が得られる「インタラクティブな学習環境」が必要となる。この環境に情報システムだけではなく、教授者や学習者が含まれるためには、そこで使われる「言葉」の可視化・共通化が不可欠といえる。本研究では、用意された範囲で学習者が様々に試し、議論することができる環境を設計・開発することを目指す。その結果として、学習者の創造性・独自性が養われることを指向するものである。

参考文献

- (1) 平嶋宗, 林雄介: メタ問題設計法としてのオープン情報構造アプローチ, 人工知能学会 ALST 研究会, 82, 55-60(2018)
- (2) 平嶋宗: 学習課題」中心の学習研究 —情報構造としての学習課題の再定義と構造操作としての学習活動の設計—, 人工知能学会誌, Vol.39, No.3, pp.277-280(2015).