5ZH-01

「共通教科情報」でのプログラミングを対象とした作問学習の実践と評価

太田　樹哉†　　高木　正則†　　市川　尚†

岩手県立大学　ソフトウェア情報学部†

1. はじめに

2022 年度から年次進行で実施される高等学校の新学習指導要領では，共通必履修科目としてプログラミング等を含む「情報Ⅰ」が新設された．さらに，プログラミング学習における思考力・判断力・表現力の重要性も求められている．一方，学習者が問題を作成することで理解を深める作問学習を導入した授業が，算数や数学等の分野で多数報告されている[1]．また，数学を対象とした作問学習が思考力・判断力・表現力等の向上に有効であることが示されている[2]．しかし，プログラミング学習における作問学習の実践事例は少なく，学習効果も明らかになっていない．そこで，本研究では，プログラミングに関する作問学習の学習効果を明らかにすることを目的とし，岩手県内の高校生を対象としてプログラミングに関する作問学習を実践した．本稿では，高校の教科「情報」での作問学習の実践結果について報告する．

2. 関連研究

山岸[3]は，大学の授業でプログラミングを対象とした作問学習を実施し，学習者が作成した問題文を教員が評価した点数と作問学習の対象単元についての中間試験の点数との相関を分析した．しかし，単元理解の向上について十分な結果が示されているとは言えない．本研究では高校でのプログラミングの授業において作問学習を実施し，その学習効果を測るために，事前・事後テストを実施し，作問学習の効果を定量的に評価する．

3. プログラミングを対象とした作問学習の提案

3.1. 問題の制約条件と例題

本研究では，ソースコードの一部または全部を解答させるプログラミングに関する問題と解答を作成させる作問学習を提案する．学習者に提示する作問課題には，作成する問題の要件示した制約条件と，その制約条件を満たす問題例を提示する．制約条件の例を表 1 に，制約条件を満たす作問例を表 2 に示す．制約条件は，学習目標を考慮して設定し，作問学習で評価したいポイントが明確になるようにする．

表１　制約条件

問題文：変数名とリスト(配列)について明記する事
出力結果：出力結果について明記する事
ソースコード： ・演算子の中から２種類以上用いるプログラムを記述する事 比較演算子[==, >, >=, <, <=, in] 算術演算子[+, -, *, /, %] ・for 文か if 文を用いるプログラムを記述する事(双方でも可) ・リスト構造を用いたプログラムを記述する事

表２　制約条件による例題

【問題文】 変数 x に[1, 2, 3, 4, 5]の 5 つの要素を持つリストを格納し，偶数の要素だけ出力するソースコードを記述して下さい．	

【出力結果】
2
4
	【ソースコード】
	x = [1, 2, 3, 4, 5]
	for i in range(5):
	　if x[i] % 2 == 0:
	　　print(x[i])

3.2. 作問課題

学習者は教員が提示した例題を参考にして制約条件を満たす問題を作成するが，本研究で対象とする高校生は，作問経験がない生徒がほとんどであることから，例題の一部を修正することによって作問する作問課題を提示する．表 2 の例題を対象とした作問課題の例を表 3 に示す．

表３　作問課題のレベルごとの項目

レベル 1	(1)　リストに含まれる要素の数を変更する 例）[1, 2, 3, 4, 5]→[20, 30, 33, 40, 150, 94] (2)　変数の名前を変更する 例）変数 x　→　変数 box
レベル 2	(1)　偶数の判定と異なる判定に変更する 例）奇数の判定，倍数の判定などへの変更
レベル 3	(2)　例題とは異なる問題を作成する (3)　入力処理(input 関数)を含んだ問題を作成する

Practice and Evaluation of a Problem-Posing Learning on Programming in the Subject "Information" in High School

† Mikiya Ota,　Masanori Takagi,　Hisashi Ichikawa

† Faculty of Software and Information Science,　Iwate Prefectural University

Copyright ©2022 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

4. 高校での授業実践

4.1. 授業の概要

2021 年 12 月 8 日と 14 日に，岩手県立盛岡第四高等学校で実施されたプログラミングの授業で，提案した作問学習を実践した．対象は，1 年生 120 名である（内訳：1 クラス 40 人，3 クラス）．生徒の能力を測る事前テストと作問学習における説明を 90 分中 45 分で実施し，残りの 45 分で作問学習を実施した．各授業には TA が毎時間 2 人参加した．生徒は作問課題のレベル 1 から取り組み，レベル 1 が終わった生徒は順次レベル 2，3 に取り組むように指示を出した．なお，生徒が問題の解答となるソースコードを作成する際には，授業で使用したオンラインプログラミング環境[4]を使用した．

4.2. 評価方法

作問学習の前後で実施した事前・事後テスト（同じ問題）の結果から，学習効果を定量的に評価した（但し，事後テストを行った時期はクラスごとに異なる）．事前・事後テストは全部で 5 問出題し，13 点満点とした．問１から問 4 はプログラムの実行結果やソースコードの穴埋め問題とし，配点は 2 点，完全一致で正解とした．問５は，記述問題で，3 つの問題から１つ選択し，問題に沿ったソースコードをエディターなしで考え，解答用紙に記述する問題とした．また，問 5 の配点は５点とし，減点方式で採点した．

4.3.結果

作問学習のレベル別の課題完了率を表 4 に示す．また，クラス別の事前・事後テストの結果を表 5 に示す．表 5 から，問 2 を除いて事後テストの方が，正答率が向上していることがわかる．問 2 は range 関数に関する問題であったが，range 関数に関する作問学習を行わなかったため，問 2 の正答率が向上しなかったと考えられる．また，表 4 の達成率と表 5 の事前・事後テストの差に注目すると，達成率が高いクラスは，事後テストにおける正答率が向上していることが確認できる．

表４　各レベルの課題完了率

	レベル１	レベル２	レベル３
A クラス	95.1%	82.9%	36.6%
B クラス	90.2%	90.2%	29.3%
C クラス	95.1%	95.1%	19.5%

表５　事前・事後テストの正答率

クラス		問１	問２	問３	問４	問５
A	事前	65.85 %	2.44%	58.54%	12.20%	5.1 点
	事後	87.80 %	2.44%	63.41%	17.07%	5.5 点
	差	21.95	0.00	4.88	4.88	0.4
B	事前	68.29 %	0.00%	80.49%	4.88%	5.4 点
	事後	78.05 %	0.00%	90.24%	21.95%	6.6 点
	差	9.76	0.00	9.76	17.07	1.3
C	事前	60.98 %	2.44%	78.05%	7.32%	4.9 点
	事後	78.05 %	0.00%	80.49%	9.76%	5.8 点
	差	17.07	-2.44	2.44	2.44	0.9

※問５に関しては，事前・事後においての平均点を示す

5. まとめ

本研究では，プログラミングに関する作問学習の学習効果を明らかにすることを目的とし，岩手県内の高校生を対象としてプログラミングに関する作問学習を実践した．実践の結果，プログラミング学習における作問学習で，授業で取り組んだ問題をベースに問題を作成し，学習の振り返りを自ら行う様子が多く見られたことで，事後テストの結果が向上したと考察ができる．今後は，本研究で提案したプログラミングの作問学習をオンライン上で実施できる作問学習支援システムを設計し，開発する．

参考文献

[1] 竹中真希子，室田一成：作問学習を取り扱った先行研究に関する基礎的研究,大分大学教育学部研究,紀要 第 40 巻号,pp.132 148,2018

[2] 佐藤雅希，高木正則，市川尚：作問時の目標設定と自己評価・他者評価を取り入れた作問学習の実践と評価，教育システム情報学会研究報告，Vol.35，No.5，pp.37-44，2021.1

[3] 山岸芳夫：「プログラミング基礎」における作問学習の実践,工業教育研究 26 号,pp.91-100,2017

[4] 周藤祐汰，高木正則，市川尚：Python 実行サーバを必要としないオンラインプログラミング環境の開発，情報処理学会情報教育シンポジウム論文集．Vol.2021，pp.114-117，2021

Copyright ©2022 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.