

演習系科目における学生の授業内容理解度の向上を目的とする 授業支援システムの運用支援機能の開発

Development of Operational Support Functions for a Class Support System Aimed at Improving Students' Understanding of Course Content in Practical Exercise Courses

下川 俊彦¹、財津 玲奈²

概要：

演習系科目における学生の授業内容理解度向上を目的とした授業支援システムの運用支援機能を開発した。小テストの結果を管理し学生の理解度を可視化する機能を持ち、TA/SAの採点作業効率化を支援する機能も実装した。さらに、教員が学生の理解度を把握しやすくするための機能や、学生自身が学習状況を確認できる機能も提供する。評価実験では、TA/SAの採点作業効率向上や教員による学生理解度の適切な把握、学生の自主学習促進効果が確認された。このシステムにより、演習系科目における教育の質向上と学生の学習意欲向上が期待される。

Abstract：

We developed a class support system for practical exercise courses to improve students' content comprehension. It manages mini-test results, visualizes understanding levels, aids TA/SA grading efficiency, helps instructors assess student comprehension, and allows students to track their progress. Experiments showed improved grading efficiency, better instructor assessment of student understanding, and increased self-directed learning. The system aims to enhance educational quality and student motivation in practical courses.

キーワード：授業支援システム, 小テスト管理, TA/SA 支援

Keywords：Class Support System, Mini-Test Management, TA/SA Support

¹ 理工学部 情報科学科 教授

² 大学院 情報科学研究科 博士前期課程 2 年

1 はじめに

九州産業大学 理工学部 情報科学科のプログラミング系講義では、講義時間中に学生の解答をチェックする演習がある。我々はこの演習形式の講義を支援するシステム「サポちゃん」を開発してきた^[1, 2, 3]。このシステムを用いることで、受講生は「演習チェック」、「質問」を申請可能である。TA・SA・教員（本稿では、以下授業担当者と呼ぶ）は、このシステムを用いることで、チェックや質問を待つ学生を確認し、それぞれに対応する。

受講生の中には演習問題を解くのが遅い受講生がいる。演習問題を解くのが遅い受講生は、過去の講義内容に対する理解度が足りていない可能性がある。そこで、授業担当者が受講生をフォローする必要がある。これには、対象の受講生の過去の授業内容に対する理解度を把握することが有効だと考えられる。しかし、これまで開発してきた「サポちゃん」では、過去の講義内容に対する理解度把握に対する支援機能が不足している。

理工学部のプログラミング系の科目では、講義時間中に小テストを実施するものもある。本研究では、受講生の授業内容理解度を把握するために、この小テストの結果を利用する。

本研究の目的は、小テスト結果の授業への有効活用である。これを実現するためにサポちゃん上に小テスト管理機能を開発する。

2 演習支援システムサポちゃん

本章では、本研究の基礎として用いる演習支援システムサポちゃんについて説明する。

2.1 演習支援システムサポちゃんの概要

講義時間中に受講生が演習に取り組む講義において、講義時間中の演習結果のチェックおよび受講生からの質問への対応を支援するシステムとして、我々は演習支援システムサポちゃんを開発している。本システムは対面授業での利用を想定して開発を始めたが、コロナ禍への対応として、オンラインでの講義にも対応可能である。

受講生は、サポちゃんシステムを通して、「演習結果のチェック」や「質問」を依頼できる（図1）。「質問」依頼の際には、この時点で質問内容を登録することも可能である（図2）。これにより授業担当者は事前に質問内容に対する回答を準備することができる。ただし、受講生によっては、この文章を入力すること自体が負荷になることもあると考え、この文章は任意で入力可能としている。システムを通して依頼が可能であるため、依頼中に挙手を続ける必要はなく、また他の学生と順番が入れ替わって対応されるようなこともない。依頼後は、依頼を出している受講生の人数と自分の待ち順番が表示される（図3）。

授業担当者は、サポちゃんを通して、受講生から「演習結果のチェック」や「質問」を受け付ける。画面にはシステムへの登録順に依頼が表示される（図4）。この画面から「演習チェック」あるいは「質問」ボタンを押すことで、それぞれの依頼に対して対応する。Moodle などを利用し

ている場合には、そのままオンラインで対応する。受講生はログイン時に座席番号を登録しているので、学生の座席まで行って対応することも容易である。また、演習状況画面（図 5）や進捗状況確認画面（図 6）により、受講生の演習の状況を把握することもできる。

プログラミング基礎2

ログアウト

時間割表/プログラミング基礎2

学生情報

キョウサンタロウ
20RS999: 九座 太郎
座席番号: 30番

演習チェック 質問 レポート提出 進捗報告

演習状況 座席番号変更

現在時刻: 16:25:18

- 演習1: 未チェック
- 残り: 4 人

演習2: 未チェック

- 残り: 6 人

図 1 依頼画面

2.2 演習支援システムサポちゃんの問題点と解決策

サポちゃんを用いることで、受講生の演習課題のチェックや質問への対応については改善が見られた。一方で、演習課題への取り組みが遅い受講生への対応が不十分であった。演習課題への取り組みが遅い受講生は、授業時間中に演習課題を完了させることができないことが多い。我々は、質問を促すことで、このような受講生への支援を試みてきた。しかし、演習課題への取り組みが遅い学生ほど、自分から質問することも少ない。前述の演習状況画面などを使うことで、演習状況への取り組みが遅い学生の把握自体は可能である。しかし、演習状況への取り組みが遅いことの理由の把握はできていない。

演習課題への取り組みが遅い学生は、授業内容への理解度が低いと考えられる。本研究では授業の理解度の指標として前述の講義時間中の小テスト結果を利用する。小テストの管理機能を開発することで、授業内容の理解度の低い学生の把握を目指す。

¹ プライバシー保護のため、図中の学籍番号・氏名はダミーデータであり、実際の個人情報とは異なる。

質問内容: 演習 ▾

スクリーンショットアップロード:画像ファイルは .png のみ(任意):

スクリーンショットBrowse

スクリーンショット 2021-12-16 19.30.27.png

テキスト(任意):

エラーが出ます。
解決方法がわかりません。|

質問

戻る

図 2 質問依頼画面

さらに、現在報告者らが対面授業で実施している小テストにおいては、採点・集計の負荷という問題点がある。受講生が手書きで回答した解答用紙を回収した後、教員が授業を進めている間に、TA/SA が採点を行っている。この採点結果により、講義時間中に小テストの解き直しなどの追加課題を課しているため、採点およびその集計を授業時間中に実施する必要がある。この負荷の軽減を目指し、オンラインでの採点機能の実現も目指す。

演習チェック依頼

待ち順番 : 0人
待機人数 : 2人
[キャンセル](#)

図 3 待機画面

プログラミング基礎Ⅰ

[ログアウト](#)[時間割表/プログラミング基礎Ⅰ](#)[対応受講生一覧](#) [演習状況](#) [演習結果](#) [進捗報告](#) [進捗状況](#) [対応履歴](#) [作業状況](#)

第1回

[演習チェック](#)[質問](#)

演習チェック待ち : 22

質問対応待ち : 3

時刻	座席	学籍番号	氏名	種別
13:02	46	21RS703	村上 満	演習チェック
13:02	48	21RS701	上松 英子	演習チェック
13:02	48	21RS726	山崎 さとし	演習チェック
13:14	23	21RS709	村田 泰之	演習チェック
13:18	68	21RS721	島田 大作	質問
13:19	7	21RS705	荒川 明寛	演習チェック

図 4 依頼確認画面

モバイルプログラミング 演習

[ログアウト](#)[時間割表/モバイルプログラミング演習](#)[対応受講生一覧](#)[演習状況](#)[演習結果](#)[進捗報告](#)[進捗状況](#)[対応履歴](#)[作業状況](#)

第1回 欠席 : 退席 : 演習チェック ☒ 質問 

出席 : 47人			演習残り人数		
座席	小テスト点数	学籍番号	氏名	課題	発展
		21RS700	宮崎 正		
76		21RS701	上松 英子	○	○
		21RS702	加藤 雄一		
3		21RS703	村上 満	○	
5		21RS704	渡辺 友理	○	
7		21RS705	荒川 明寛	○	○
		21RS706	中村 正樹		
2		21RS707	中村 真理		
4		21RS708	渡邊 俊浩	○	○
6		21RS709	村田 泰之	○	○
8		21RS710	久米 友樹	○	○

図 5 演習状況確認画面



図 6 進捗状況確認画面

3 小テスト結果管理機能の設計

本章では、今回開発する小テスト結果管理機能の概要、機能要件、構成、画面設計について述べる。

3.1 機能の概要

小テスト結果管理機能は、授業担当者と受講生で利用できる機能が異なる。授業担当者が利用できるのは、小テストの問題の登録・編集・削除、小テストの採点、および小テストの採点結果の

参照である。受講生は、小テスト採点結果の参照のみである。ただし、結果の参照において、授業担当者は受講生全員分の採点結果が参照できるのに対して、受講生は、自分自身の採点結果しか参照できないという違いがある。

3.2 機能要件

小テスト結果管理機能の機能要件を以下に示す。

- 授業担当者

- 小テスト情報登録機能

- ◇ 小テスト情報の登録

- 概要
- 問題数
- 問題用紙

- 小テスト情報編集機能

- ◇ 小テスト情報の編集

- 概要
- 問題数
- 問題用紙

- 小テスト採点結果登録機能

- ◇ 小テスト採点結果の登録

- 採点結果（正解・不正解・空欄）
 - 回答した受講生
- ◇ 小テスト採点結果登録状況の確認
 - 登録状況の確認
 - 登録成功時に次の受講生の結果登録画面へ遷移
 - 登録失敗時に登録画面へ遷移

- 小テスト採点結果参照機能

- ◇ 全ての授業回の小テスト採点結果の参照

- 授業回
- 日付
- 概要
- 回答人数
- 満点 / 平均点 / 最高点 / 最低点 / 中央点 / 最頻点

- ◇ 対象の授業回の小テスト採点結果詳細の参照

- 小テスト問題用紙

- 問題番号
- 1 問ごとの正解率 / 不正解率 / 空欄率
- 小テスト採点結果編集機能
 - ◇ 小テスト採点結果の編集
 - 採点結果（正解・不正解・空欄）
 - 回答した受講生
- 受講生
 - 小テスト採点結果参照機能
 - ◇ 全ての授業回の小テスト採点結果の参照
 - 授業回
 - 日付
 - 概要
 - 自分の点数 / 満点 / 平均点
 - 1 問ごとの解答内容
 - ◇ 対象の授業回の小テスト採点結果の参照
 - 小テスト問題用紙
 - 問題番号
 - 1 問ごとの解答内容

3.3 画面設計

小テスト結果管理機能は以下の 11 個の画面で構成されている。

- 小テスト用紙登録画面
- 小テスト採点結果登録画面
- 小テスト採点結果一覧画面
- 小テスト採点結果編集画面
- 小テスト情報登録画面
- 小テスト情報一覧画面
- テスト情報編集画面
- 授業担当者用小テスト結果一覧画面
- 授業担当者用小テスト結果詳細画面
- 受講生用小テスト結果一覧画面
- 受講生用小テスト結果詳細画面

(1) 小テスト用紙登録画面

小テスト用紙登録画面（図 7）では、回答済みの小テスト用紙を登録する。TA/SA は、この用紙を閲覧しながら小テストを採点し、その結果を本システムに登録する。この画面では、受講生から回収した解答済みの小テストを PDF 化したファイルと、採点を担当する授業担当者を登録する。

小テスト解答用紙アップロード(ファイルは .pdf のみ)

採点するSA全員にチェックを入れてください。

The screenshot shows the 'Small Test Answer Sheet Upload' screen. At the top, there's a section labeled 'SA/TA' with a circled '1' indicating a selection table. The table has two rows: '池田 愛恵' (Ikeda Ai) with a checked checkbox, and '九産 太郎' (Kusan Taro) with an unchecked checkbox. Below this is a file upload section with a circled '2' and a 'PDF' label. It shows 'ファイル選択' (File Selection) and '45 ファイル' (45 Files). At the bottom, there's a red button with a circled '3' labeled '小テスト用紙と採点するSAを登録' (Register Small Test Answer Sheet and SA for Scoring), and a blue '戻る' (Back) button.

図 7 小テスト用紙登録画面

(2) 小テスト採点結果登録画面

小テスト採点結果登録画面（図 8）では、小テストの問題 1 問ごとの結果について正解・不正解・空欄の 3 つのいずれかを登録する。この画面には、結果を登録する対象の小テストの問題用紙の PDF 画像、問題 1 問ごとに正解・不正解・空欄を選択するボタン、すべての問題を一括で正解・不正解・空欄で選択するボタン、選択内容を登録するボタンを配置する。すべての問題に対して結果を選択すると、合計点が表示される。

選択内容が正常に登録完了した場合には、次の受講生の登録画面に遷移するボタンと、メイン画面に遷移するボタンを表示する。登録に失敗した場合には、登録失敗の理由を表示し、再度同じ学生の登録画面に遷移するためのボタンを表示する。

(3) 小テスト採点結果編集一覧画面

小テスト採点結果編集一覧画面（図 9）では、採点した TA/SA ごと的小テスト結果を一覧表示する。左上のプルダウンメニューから TA/SA を選択することで、その TA/SA が採点した学生の学籍番号・氏名・採点結果・修正ボタンを表示する。修正ボタンを押すことが、該当行の学生の小テスト採点結果編集画面に遷移する。

(4) 小テスト採点結果編集画面

小テスト採点結果編集画面（図 10）では、小テスト採点結果一覧画面で選択した学生の小テストの採点結果を編集できる。

(5) 小テスト情報登録画面

小テスト情報登録画面（図 11）では、実施する小テストの情報を登録する。この画面には最新の授業回、日付が表示されており、小テストの問題用紙・概要・問題数を登録する。

(6) 授業担当者用小テスト採点結果一覧画面

授業担当者用小テスト採点結果一覧画面（図 12）では、全ての回の小テスト採点結果を表示する。授業回ごとの、日付・小テストの概要・解答者数・満点・平均点・最高点・最低点・中央点・最頻点を表で示す。各回に「詳細」ボタンがあり、これで授業担当者用小テスト採点結果詳細画面へ遷移する。

(7) 授業担当者用小テスト採点結果詳細画面

授業担当者用小テスト採点結果（図 13）では、選択した回の小テストの問題用紙、小テストの問題ごとの正解率・不正解率・空欄率が表示される。この際、正解率が 50% 以下の問題は、問題番号のセルを塗りつぶして表示する。

(8) 受講生用小テスト採点結果一覧画面

受講生用小テスト採点結果一覧画面（図 14）では、全ての回の自分が解答した小テストの採点結果を表示する。授業回ごとの、日付・満点・平均点・自分の点・1 問ごとの採点結果を表で示す。各回に「詳細」ボタンがあり、これで受講生用小テスト採点結果詳細画面へ遷移する。

(9) 受講生用小テスト採点結果詳細画面

受講生用小テスト採点結果詳細画面（図 15）では、選択した回の自分の解答、合計点が表示される。

第4回 小テスト結果登録

学籍番号: 22 RS 001 九産タロウ 01号

登録する

メイン画面へ

図 8 小テスト採点結果登録画面

k20rs007: 池田 愛恵 選択

メイン画面に戻る

学籍番号	氏名	結果	修正
k23rs105	香住 三郎	10	修正
k23rs106	九屋 太郎	10	修正
k23rs107	九屋 花子	10	修正

図 9 小テスト採点結果編集一覧画面

学籍番号: 23 RS 105 香住 三郎

登録する

修正せずに戻る

図 10 小テスト採点結果編集画面

問題用紙: PDF ① **ファイルを選択** 選択されていません ③ **小テストを新規登録する** [メイン画面に戻る](#)

授業回	日付	② 問題	問題数
5	2024-01-08		

図 11 小テスト情報登録画面

小テスト結果一覧

授業回	日付	問題	問題人数	満点	平均点	最高点	最低点	中央値	標準点	評価
1	2023-09-18	まとめ1	10	10	8.50	10	0	10	10	詳細へ
2	2023-10-11	まとめ2	20	10	7.25	10	0	8	10	詳細へ
3	2023-10-18	まとめ3	1	10	9.50	8	8	8	8	詳細へ
4	2023-10-25	まとめ4	14	10	5.14	10	0	3.5	10	詳細へ
5	2024-01-08	No文	0	10	-	-	-	-	-	詳細へ
6	2024-01-08	No文	0	10	-	-	-	-	-	詳細へ
7	2024-01-08	No文	0	10	-	-	-	-	-	詳細へ
8	2024-01-08	No文	0	10	-	-	-	-	-	詳細へ

[メイン画面へ戻る](#)

図 12 授業担当者用小テスト採点結果一覧画面

第3回

問題	正解	不正解	空欄
(1)	100.0%	0.0%	0.0%
(2)	100.0%	0.0%	0.0%
(3)	100.0%	0.0%	0.0%
(4)	0.0%	100.0%	0.0%
(5)	100.0%	0.0%	0.0%
(6)	100.0%	0.0%	0.0%
(7)	100.0%	0.0%	0.0%
(8)	100.0%	0.0%	0.0%
(9)	100.0%	0.0%	0.0%
(10)	0.0%	100.0%	0.0%

図 13 授業担当者用小テスト採点結果詳細画面

モバイルプログラミング演習の小テスト結果一覧

授業回	日付	授業	満点	平均点	結果	解答内容																		詳細		
1	2023-09-20	for文	10	10.00	10	(1)	○	(2)	○	(3)	○	(4)	○	(5)	○	(6)	○	(7)	○	(8)	○	(9)	○	(10)	○	詳細へ

[メイン画面へ戻る](#)

[メイン画面へ戻る](#)

図 14 受講生用小テスト採点結果一覧画面

第1回

1 / 1

−

+

🔍

🔄

📄

🖨

⋮

2023 プログラミング基礎Ⅰ 小テスト 第4回

学籍番号

クラス

学数番号

名前

ノルム

65

C

2485045

香住 三郎

100

(採点内容)

5. 与えられたコードに、100 以下の値を、各変数に代入するように下線を埋めよ。

```
int main() {
    int x, y;
    x = 100;
    y = 100;
    // 与えられた値を代入する
    System.out.println("x: " + x + ", y: " + y);
}
```

6. for 文で 10 以下の値を、各変数に代入するように下線を埋めよ。

```
int main() {
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        // 与えられた値を代入する
        System.out.println(i);
    }
}
```

7. for 文で 10 以下の値を、各変数に代入するように下線を埋めよ。

```
int main() {
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        // 与えられた値を代入する
        System.out.println(i);
    }
}
```

8. while 文で 10 以下の値を、各変数に代入するように下線を埋めよ。

```
int main() {
    while (true) {
        // 与えられた値を代入する
        System.out.println(i);
    }
}
```

9. 以下のプログラムについて下線を埋め、実行後の配列の要素の値を以下の欄に書き入れよ。

```
int[] arr = new int[4];
arr[0] = 1;
arr[1] = 2;
arr[2] = 3;
arr[3] = 4;
// 実行後の配列の要素の値を以下の欄に書き入れよ
```

問題

結果

(1)

正解

(2)

正解

(3)

正解

(4)

正解

(5)

正解

(6)

正解

(7)

正解

(8)

正解

(9)

正解

(10)

正解

図 15 受講生用小テスト採点結果詳細画面

3.4 画面遷移

小テスト登録・参照機能の各画面には、サポちゃんのメイン画面から推移する。小テスト採点結果登録画面には、授業担当者のアカウントでのログイン時のみ移動できる。受講生のアカウントでの画面遷移図を図 16 に、授業担当者のアカウントでの画面遷移図を図 17 に示す。

```
graph LR; A[受講生用  
メイン画面] --> B[受講生用  
小テスト結果一覧画面]; B --> C[受講生用  
小テスト結果詳細画面];
```

図 16 受講生アカウントでの画面遷移

34九州産業大学総合情報基盤センター COMMON Vol.44 2024

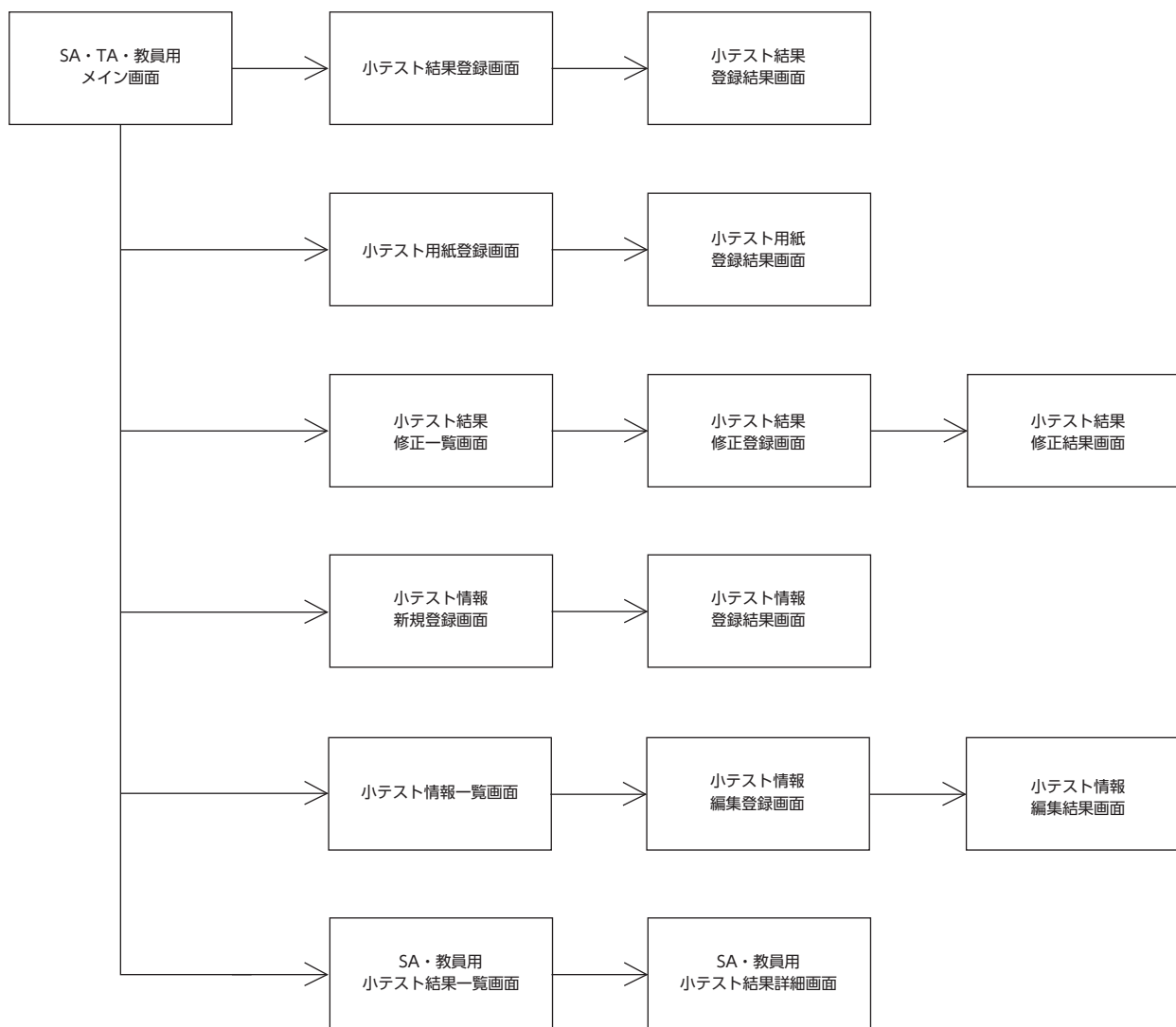


図 17 授業担当者アカウントでの画面遷移

4 小テスト結果管理機能の実装

本章では、小テスト結果管理機能の実装環境、各画面の実装について説明する。

4.1 実装環境

本章では、実装環境を表 1 に示す。

表 1 実装環境

用途	名称	バージョン
仮想化基盤	Docker	20.10.13
Web サーバ	Apache	2.4.46
実装言語	PHP	7.4.28
データベース	MySQL	5.7.36
Web レイアウト	Bootstrap	5.3.0

5 評価

本章では、小テスト結果管理機能の評価内容・評価結果・考察について述べる。

5.1 評価内容

本研究では、理工学部情報科学科のプログラミング系科目の TA/SA に、本研究で開発した小テスト結果管理機能を使用してもらい、アンケートを行った。アンケートの回答は 4 段階評価と自由記述形式を組み合わせたものとなっている。

今回想定したサポちゃんの使用状況を以下に示す。

1. 講義は、12 号館 1 階の教室で実施する。
2. 授業担当者が回収した小テスト用紙を、12 号館 3 階の理工学部事務室にあるオートフィーダー付きスキャナで読み取り PDF 化する。
3. 読み取り結果の PDF を本システムに登録する。

5.2 アンケートの結果

3 名の授業担当者に回答を求め、3 名から回答があった。アンケートのうち 4 段階評価の結果を表 2 に示す。なお、4 段階評価の選択肢は以下の通りである。

1. そう思わない
2. どちらかといえばそう思わない
3. どちらかといえばそう思う
4. そう思う

表 2 評価アンケート回答結果

設問	平均
Q1. 今回登録した小テスト結果によって受講生の理解度の低い部分を把握できましたか？	4.0
Q3. 演習チェック依頼を出しておらず、質問依頼をしない学生のフォローを担当するとします。今回登録した小テスト結果を活用できそうですか？	3.0
Q5. サポちゃんでの小テストの採点は、紙で採点する場合と比べて簡単でしたか？	3.3

自由記述の回答内容を以下に示す。

- Q2. Q1. のように思った理由を教えてください。
 - 間違えているところが分かりやすいから
 - 正答率が低い問題番号に色が付くようになっており、わかりやすかった
 - 問題ごとの平均点を見ることができるから
- Q4. Q3. のように思った理由を教えてください。
 - どの回から点数が下がっているかが分かり、理解していない課題が分かりやすいから
 - 学生別の解答を見ることができないから
- Q6. Q5. のように思った理由を教えてください。
 - 一括機能のおかげで点数が良い人は速い。
 - 用紙に書き込みせず、ボタンで選択するだけでよく簡単に採点できたから。
 - 事務室までの移動が大変だから
- Q7. 最後に何かご意見がありましたらお願いします。
 - 小テスト結果登録画面で、解答用紙の横に答えが表示されると、採点しやすくなると思った。
 - 小テスト結果登録画面で、学籍番号を入力すると名前が表示されるので、登録ミスを防げてよいと思った
 - 担当回以外的小テスト結果を編集できるとよいと思った

5.3 考察

アンケート結果より、本機能は受講生の理解度の把握には一定の効果があると考えられる。しかし、小テスト結果の登録機能については、改善点が多い。

6 結論

本研究では、演習系科目の授業内容理解度向上を目的として、授業支援システムの運用支援機能として、小テスト結果管理機能を開発した。この機能は、小テストの採点および採点結果の集計を支援する。評価した結果、採点結果の集計においては、一定の効果が期待できることが分かったが、採点支援機能付いては改良の必要があることが分かった。

今後は、採点結果集計機能を拡充し、本システムの全学での運用を目指したい。

謝辞

本研究を進めるにあたり、設計・実装に大きな貢献をしてくれた理工学部情報科学科卒業生の池田 愛恵さんに感謝します。システムの開発において、開発基盤の構築に尽力してくれた大学院情報科学研究科博士前期課程修了生の大平剛さんに感謝します。福岡女子大学国際文理学部の神屋郁子講師に深く感謝します。

参考文献

- [1] 神屋郁子, 財津玲奈, 下川俊彦, ”受講生の進捗状況や理解度を把握する演習支援システムの開発”, 日本教育工学会研究報告集, 2022 巻3号, 117-121, (October, 2022)
- [2] 神屋郁子, 石飛伊織, 古井陽之助, 下川俊彦, ”演習状況把握システムの開発”, 火の国情報シンポジウム 2019 論文集, CD-ROM, 5pages, (March, 2019)
- [3] 中島礼乃, 古井陽之助, 神屋郁子, 下川俊彦, ”講義における演習の進捗状況把握支援システムの開発”, 電子情報通信学会 2016 年総合大会講演論文集 (Mar. 2016)