

数学補習用 eLearning システム構築の試み（3）

石川県立大学 教養教育センター 稲葉 宏和・桶 敏

1. はじめに

石川県立大学は理系の大学ではあるが、学部性格上工学系とは異なり数学に苦手意識を持っている学生が多い。しかし、理系専門科目を学習する際、専門書の中の数式を理解することが不可欠となる。そのため、基礎的な数学の学力が必要である。

2006 年より教養教育センターで新入生を対象に行っているプレースメントテスト（注）の結果から、例年 3 割程度の新入生が文系の高 3 レベルに達していないことが示されている。また、入学試験科目としての数学はセンター試験のみ（2006 年までは選択、2007 年から必須）であり、2 次試験では課してはいない。教養科目「数学」の受講者に行ったアンケートでは、高校での数Ⅲ・C の履修者は半数程度であり、受験科目として他大学の 2 次試験で数学を受験したものは 3 割程度である。そのため、高校数学の履修が十分でない学生が多い。これが苦手意識を持つ学生の多さにつながっている。

数学が不得手な学生が講義の内容を理解するには補習が有効であると考えられる。補習は少人数対面で行うのが理想である。しかし、実際には、学生と教員の時間を合わせる事が難しい。そこで時間と場所を選ばないという利点を持つ eLearning で補習を行うことを計画した。eLearning では、いつでも・どこでも・何度でも学習することが可能となる。

2010 年度に、「教育改善プロジェクト『数学補習用 eLearning システム構築の試み』」として、初めて eLearning による数学の補習を行った。後期開講の教養科目「数学」の進行に合わせて、補習教材を用意した。計算のスキルを上げ、自分でテキスト・参考書の計算をたどれるようにし、講義やテキスト・専門書の内容

の理解の助けになるようにすることを目指した。

そのための eLearning システムの構築と教材の開発を試みた（稲葉・桶, 2011）。そこでは幾つかの課題が見出された。

2011 年度も引き続き「教育改善プロジェクト“数学補習用 eLearning システム構築の試み（継続）”」を行った。2010 年度のプロジェクトで見出された幾つかの課題に対し、それらの改善に取り組んだ。（稲葉・桶, 2012）。

このように 2010 年度から「教育改善プロジェクト“数学補習用 eLearning システム構築の試み”」を行っている。過去 2 年間の成果を踏まえ、3 年目である 2012 年度の取り組みについて報告する。

2. eLearning システムについて

eLearning システムとして、石川県立大学に既にある LMS（Learning Management System）の Moodle を利用している（井上他, 2006）。

Moodle 上に数学の補習のコースを作成し、補習の eLearning を行うこととした。LMS のサーバーは毎年更新されるので、新たにソフトウェアなどのインストール・設定が必要となる。

さらに数学では、数学固有の記号が多いため eLearning で扱うことが難しい。数学記号の入力が直接できないため、様々な方法が試みられている（中村, 2010）。

Moodle 上では、TeX を用いた数式表示が可能である。そこで、実際に数式が表示できるよう、TeX の設定・調整を行った。

数式がよりきれいに表示されるよう数式表示用マクロ emath をインストールし、設定・調整を行った。こ

れにより以前に比べて数式が明瞭になった。さらに数式内にカナ文字を表示することも可能となった。穴埋め問題などで数式内の問題番号を数字ではなくカナ文字で表すことができ、紛らわしさを減らすことができた。

3. 2010、2011 年度の取り組みの結果と課題

Moodle 上に数学の補習コースを作成し、「数学」の講義に従って補習の教材を作成した。

コースではまず学習の手引きを示した。画面で見るだけでなく解説や小テストの計算をノートや紙に書くよう指示した。その際にどのような式変形をしているかを考えながら書くように指示した。必ずノートや紙に書き手を動かして理解するよう、途中であきらめず継続して理解を重ねるよう指示した。質問については、担当教員のところに気軽に来るように指示した。

教材の基本的な構成・内容は、図1（図は2012年度のもの）に示すように、項目毎に「解説」とそれに対応する「小テスト」の組からなる。図2に「解説」の例（図は2012年度のもの）を、図3に「小テスト」の例（部分）（図は2012年度のもの）を示す。このように、「解説」だけでなく、穴埋めの「小テスト」を用意することにより単調さを避けている。

「小テスト」では、答えの記述が **TeX** のような特別な入力書式にならないよう、数字の穴埋め、もしくは文字式の多肢選択とした。

2010 年度は数式内の穴埋めの箇所を「[1]」のように数字で表したため、紛らわしいと考えられる。そこで、2011 年度は「[ア]」のようにカタカナを用い、数式と区別できるように工夫した。

数学では計算の途中経過を理解することが非常に重要であるので、図2にあるように「解説」ではほぼ省略なく計算過程を示した。途中の計算に使う公式を使うたびに青色で示して強調し、どのように計算をするかを記述した。

図3に示された穴埋めの「小テスト」でも、公式がどこでどのように使われるのかがわかよう使う直前に

10/30 - 11/5
第2章微分法(1)

教科書第2章のP23~30をよく読んで、以下の解説を理解し、小テストをしましょう。

商の導関数

☐ P.51 練習問題 1) [9] (解説)
 ☐ P.51 練習問題 1) [10]

合成関数の導関数

☐ P.28 問2.2 [4] (解説)
 ☐ P.28 問2.2 [1] 問題

P.27の問2、P.28の問2.2、P.51の練習問題1) [9]~[10]の幾つかに挑戦してみましょう。

次の問題に挑戦してみましょう！

☐ 挑戦してみよう

アンケートもよろしくお願いします。

☐ 今回の解答例・小テストについてのアンケート

図1 教材の基本的な構成の例（2012年度実施）

[illegible]

図2 解説の例（2012年度実施）

例 1

例題
例題 1 (1) (2)

(1) (2) に入る文字式を算技欄から選んで数字を入れよ。
(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) (28) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (36) (37) (38) (39) (40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58) (59) (60) (61) (62) (63) (64) (65) (66) (67) (68) (69) (70) (71) (72) (73) (74) (75) (76) (77) (78) (79) (80) (81) (82) (83) (84) (85) (86) (87) (88) (89) (90) (91) (92) (93) (94) (95) (96) (97) (98) (99) (100) (101) (102) (103) (104) (105) (106) (107) (108) (109) (110) (111) (112) (113) (114) (115) (116) (117) (118) (119) (120) (121) (122) (123) (124) (125) (126) (127) (128) (129) (130) (131) (132) (133) (134) (135) (136) (137) (138) (139) (140) (141) (142) (143) (144) (145) (146) (147) (148) (149) (150) (151) (152) (153) (154) (155) (156) (157) (158) (159) (160) (161) (162) (163) (164) (165) (166) (167) (168) (169) (170) (171) (172) (173) (174) (175) (176) (177) (178) (179) (180) (181) (182) (183) (184) (185) (186) (187) (188) (189) (190) (191) (192) (193) (194) (195) (196) (197) (198) (199) (200) (201) (202) (203) (204) (205) (206) (207) (208) (209) (210) (211) (212) (213) (214) (215) (216) (217) (218) (219) (220) (221) (222) (223) (224) (225) (226) (227) (228) (229) (230) (231) (232) (233) (234) (235) (236) (237) (238) (239) (240) (241) (242) (243) (244) (245) (246) (247) (248) (249) (250) (251) (252) (253) (254) (255) (256) (257) (258) (259) (260) (261) (262) (263) (264) (265) (266) (267) (268) (269) (270) (271) (272) (273) (274) (275) (276) (277) (278) (279) (280) (281) (282) (283) (284) (285) (286) (287) (288) (289) (290) (291) (292) (293) (294) (295) (296) (297) (298) (299) (300) (301) (302) (303) (304) (305) (306) (307) (308) (309) (310) (311) (312) (313) (314) (315) (316) (317) (318) (319) (320) (321) (322) (323) (324) (325) (326) (327) (328) (329) (330) (331) (332) (333) (334) (335) (336) (337) (338) (339) (340) (341) (342) (343) (344) (345) (346) (347) (348) (349) (350) (351) (352) (353) (354) (355) (356) (357) (358) (359) (360) (361) (362) (363) (364) (365) (366) (367) (368) (369) (370) (371) (372) (373) (374) (375) (376) (377) (378) (379) (380) (381) (382) (383) (384) (385) (386) (387) (388) (389) (390) (391) (392) (393) (394) (395) (396) (397) (398) (399) (400) (401) (402) (403) (404) (405) (406) (407) (408) (409) (410) (411) (412) (413) (414) (415) (416) (417) (418) (419) (420) (421) (422) (423) (424) (425) (426) (427) (428) (429) (430) (431) (432) (433) (434) (435) (436) (437) (438) (439) (440) (441) (442) (443) (444) (445) (446) (447) (448) (449) (450) (451) (452) (453) (454) (455) (456) (457) (458) (459) (460) (461) (462) (463) (464) (465) (466) (467) (468) (469) (470) (471) (472) (473) (474) (475) (476) (477) (478) (479) (480) (481) (482) (483) (484) (485) (486) (487) (488) (489) (490) (491) (492) (493) (494) (495) (496) (497) (498) (499) (500) (501) (502) (503) (504) (505) (506) (507) (508) (509) (510) (511) (512) (513) (514) (515) (516) (517) (518) (519) (520) (521) (522) (523) (524) (525) (526) (527) (528) (529) (530) (531) (532) (533) (534) (535) (536) (537) (538) (539) (540) (541) (542) (543) (544) (545) (546) (547) (548) (549) (550) (551) (552) (553) (554) (555) (556) (557) (558) (559) (560) (561) (562) (563) (564) (565) (566) (567) (568) (569) (570) (571) (572) (573) (574) (575) (576) (577) (578) (579) (580) (581) (582) (583) (584) (585) (586) (587) (588) (589) (590) (591) (592) (593) (594) (595) (596) (597) (598) (599) (600) (601) (602) (603) (604) (605) (606) (607) (608) (609) (610) (611) (612) (613) (614) (615) (616) (617) (618) (619) (620) (621) (622) (623) (624) (625) (626) (627) (628) (629) (630) (631) (632) (633) (634) (635) (636) (637) (638) (639) (640) (641) (642) (643) (644) (645) (646) (647) (648) (649) (650) (651) (652) (653) (654) (655) (656) (657) (658) (659) (660) (661) (662) (663) (664) (665) (666) (667) (668) (669) (670) (671) (672) (673) (674) (675) (676) (677) (678) (679) (680) (681) (682) (683) (684) (685) (686) (687) (688) (689) (690) (691) (692) (693) (694) (695) (696) (697) (698) (699) (700) (701) (702) (703) (704) (705) (706) (707) (708) (709) (710) (711) (712) (713) (714) (715) (716) (717) (718) (719) (720) (721) (722) (723) (724) (725) (726) (727) (728) (729) (730) (731) (732) (733) (734) (735) (736) (737) (738) (739) (740) (741) (742) (743) (744) (745) (746) (747) (748) (749) (750) (751) (752) (753) (754) (755) (756) (757) (758) (759) (760) (761) (762) (763) (764) (765) (766) (767) (768) (769) (770) (771) (772) (773) (774) (775) (776) (777) (778) (779) (780) (781) (782) (783) (784) (785) (786) (787) (788) (789) (790) (791) (792) (793) (794) (795) (796) (797) (798) (799) (800) (801) (802) (803) (804) (805) (806) (807) (808) (809) (810) (811) (812) (813) (814) (815) (816) (817) (818) (819) (820) (821) (822) (823) (824) (825) (826) (827) (828) (829) (830) (831

図3 「小テスト」の例（部分）（2012年度実施）

提示し、計算はほとんど省略しないようにした。公式の提示も毎回使う毎に行ったので、1問の中で何度も示すこともあった。これは「解説」と同様である。

数学の不得意な学生は、どこで何の公式が使われているかが明示されていない場合や式変形が省略されることなどにより、どのように計算が行われているかわからなくなる。テキストなどの紙の教材では紙面の関係で省略されていることもあえて明示し、わかりやすくなるよう心がけた。

図1に示すように、教材は講義の進度に従い、毎週の構成として解説・小テストの組を2組程度にした。あまり多くなりすぎないよう、むしろ少ないくらいに用意した。それにより、挫折せずに続けられ、学習の習慣をつけられるよう配慮した。

ある程度できるようになった学生からは、詳しくすることや問題の量、難易度が低いことへの不満が出ていた。

2010、2011年度にeLearningを行ったことにより、参加方法や教材の更新時期などの運用上の課題、数式などの表示、「小テスト」の設問方法などコンテンツの課題が見出された。

まとめると以下の点が課題となった。

(1) 参加方法

2010年度は最初の申し込みのみで、途中参加や1回だけの自由参加も認めなかった。アンケートでは途中参加や必要と思える回だけの参加を希望する意見があったため、2011年度は自由参加とした。これにより、途中参加や必要な回のみでの参加も可能となった。

2010年度の申込者は24名であった。毎回約12名の参加があった。それに対し、2011年度の「小テスト」の参加者は62名であり、毎回約23名の参加があった。

(2) 教材の更新日について

2010年度は、準備の関係で、教材の更新が講義の日(水曜日)の2日後(金曜日)になってしまった。

復習の意味からも当日に更新すべきであった。そこ

で、2011年度は事前に準備をし、講義当日(水曜日)もしくは翌日(木曜日)に更新することができた。

(3) 教材の表記

2010年度は文字や数式が読みにくいものがあった。そこで、**emath** を使えるようにして、平成2011年度は数式の表記を改良した。

また、「小テスト」などの設問中の穴埋めの問題番号をカタカナとし、見やすくなるよう改良した。

(4) 小テストの設問方法

2010年度は、問題によって小テスト形式の穴埋めの解答欄が多くなりすぎるなど設問方法に課題が残った。2011年度は、数字以外の穴埋めの割合を少し増やし、入力のわずらわしさを少し減らした。

(5) 「小テスト」の難易度

2011年度に全員を参加可能としたため、様々な学力の学生が参加した。アンケートでは、少し難易度の高い問題も出題して欲しいという意見が出ていた。

4. 2012年度の取り組み

過去2年間の実施結果をもとに、2012年度は各課題について以下のように取り組んだ。

(1) 参加方法

2011年度と同様に自由参加とした。

その結果、2012年度は、小テストの参加者は51名であり、毎回約13名の参加があった。

(2) 教材の更新日について

2012年度はすべて講義当日(火曜日)に更新した。そのため、翌日には復習ができるようにできた。

(3) 教材の表記

2012年度も2011年度と同様に、**emath** を使い数式の表記を改良した。

教材の構成は2011年度と同様に、図1に示したように、項目ごとに解説・小テストの組とした。図2に例を示した「解説」と図3に例を示した「小テスト」の組を講義の進度に合わせた内容で毎回2組程度用意した。

(4) 小テストの設問方法

2012年度も2011年度と同様に、数字以外の穴埋めの割合を少し増やし、入力のおぼろけさを減らすように工夫した。

図3に示したようにテキストの計算過程よりさらに詳しく計算過程を示し、穴埋めで誘導している。「小テスト」を受験するとすぐに結果がわかる。そのすぐ後に正解を示される。穴埋めの部分を箱にして、その中に色を変えて正解がわかるようにした。

(5) 「小テスト」の難易度

2012年度は「小テスト」自体は、2011年度と同じ問題を用いた。表記や設問方法について(3)、(4)で述べたように改良した。

2012年度は2011年度に要望のあった少し難易度の高い問題を「挑戦してみよう」と題して、8題出題した。その例の一部を図4に示す。問題は、過去の試験問題を参考にして作成した。「小テスト」より途中の計算を少し省略し、テキストなどにある丁寧な計算過程の穴埋めとした。

数学の学習において、答えだけでなく途中の計算課程が非常に重要である。そのため、簡単な問題以外は計算が長くなる。このように途中経過を答えさせる必要があるため、数字の穴埋めを主とする限り必然的に解答欄が多くなるのは仕方のないことである。この点が、数学のeLearningがあまり行われない一つの理由であると考えられる。

(6) 2012年度の結果

2012年度の参加者別の「小テスト」解答回数のグラフを図5に示す。よくわからない部分だけ受ける1回

や2-6回が非常に多い。次に、ほとんど毎回受験する22-26回の学生が次に多い。自由参加としたので、学生が必要に応じて選択していることがわかる。

新たに行った2012年度の参加者別の「挑戦してみよう」解答回数のグラフを図6に示す。こちらも「小テスト」と同様に、よくわからない部分だけ受ける1-2回が比較的多い。次に、半分以上の回数を回答した7-8回、5-6回が多くなっている。



図4 「挑戦してみよう」の例(部分)(2012年度実施)

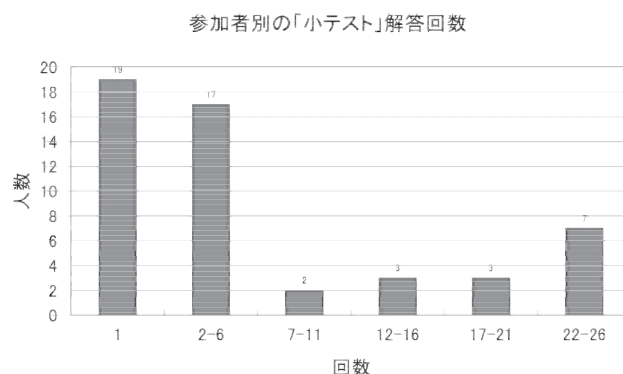


図5 参加者別の「小テスト」解答回数(2012年度実施)

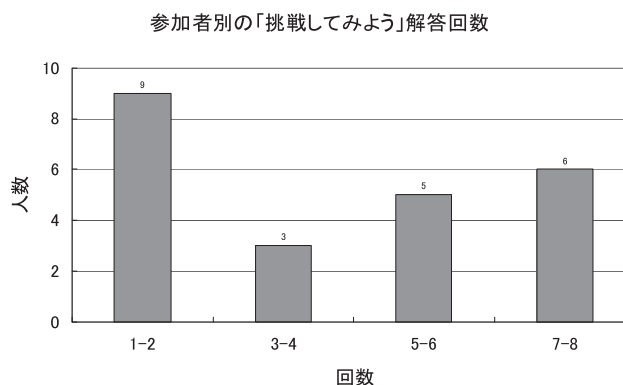


図6 参加者別の「挑戦してみよう」解答回数(2012年度実施)

5. 参加者のアンケート結果

参加者から補習コースの感想や意見を求めるためにアンケートを行った。アンケートは、Moodle のアンケートモジュール (Questionnaire) を利用した。図 1 の最下部にあるように、毎回の教材の終わりにアンケートを行った。アンケートの回答率は3割弱であった。さらに、最終回にはコース全体に対するアンケートも行った。

(1) 毎回のアンケート (累計)

アンケートでは、「解説」・「小テスト」の難易度や分量についてたずねた。

図 7 に「解説」の内容の難易度についての結果を示す。普通が 69% であり、難しい (難しい・やや難しい) が 11%、わかりやすい (わかりやすい・大変解りやすい) が 20% であった。

図 8 に「解説」の詳しさについての結果を示す。ちょうどよいが 81% であり、(詳しいほうがよい (もっと詳しいほうがよい・もう少し詳しいほうがよい) が 12%、詳しくすぎる (もう少し簡単 (省略しても) でよい・詳しくすぎてくだい) が 7% であった。

図 9 に「小テスト」の難易度についての結果を示す。普通が 61%、難しい (難しすぎる・やや難しい) が 16%、やさしい (少しやさしい・やさしすぎる) が 23% であった。

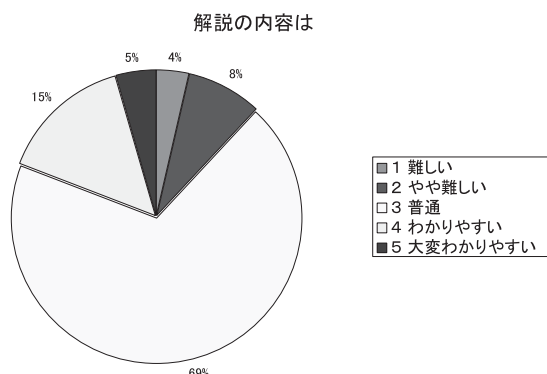


図 7 アンケート結果 「解説」の内容の難易度について
(毎回、延べ人数)

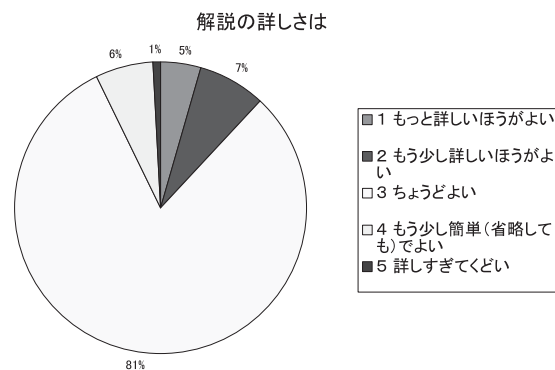


図 8 アンケート結果 「解説」の詳しさについて
(毎回、延べ人数)

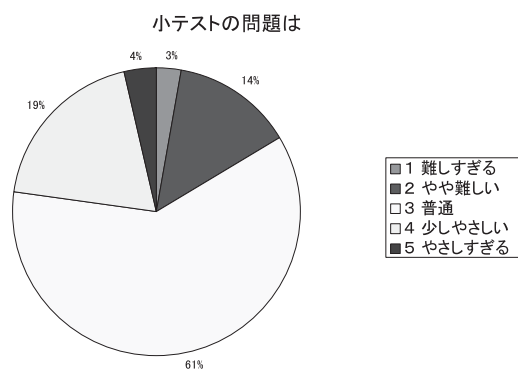


図 9 アンケート結果 「小テスト」の問題の難易度について
(毎回、延べ人数)

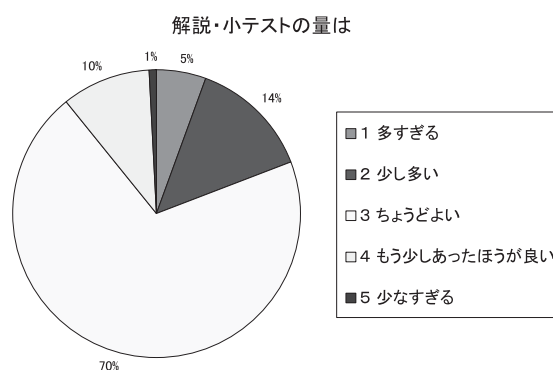


図 10 アンケート結果 「解説」・「小テスト」の量について
(毎回、延べ人数)

図 10 に「解説」・「小テスト」の分量についての結果を示す。ちょうどよいが 70%、多い (多すぎる・少し多い) が 19%、少ない (もう少しあったほうが良い・少なすぎる) が 11% であった。

図11に、2012年度新たに行った「挑戦してみよう」の問題の難易度についての結果を示す。普通が64%、難しい（難しすぎる・やや難しい）が26%、やさしい（少しやさしい・やさしすぎる）が10%であった。

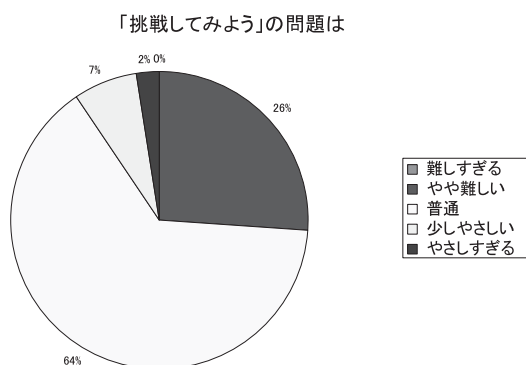


図11 アンケート結果 「挑戦してみよう」の問題の難易度について
(毎回、延べ人数)

自由記述の感想では、大部分が良いとする意見であったが、問題点の指摘もいくつかあった。

代表的なもの(原文ママ)をいくつか取り上げると、

- 解説が詳しくてわかりやすかった。でも、小テストは同じことを繰り返し回答させているのでちょっとくどいかなと思った。
- 前回ほど簡単ではなかったですがもう少し難しいのがやりたいです。
- 「挑戦しよう」も手順を確認しながら問題を解けるので、良い復習になりました。
- なんとかできるようになった気がします。
- 逆行列について理解できた。

などの良いという意見と、

- p.51の問題 ス で答えのマイナスが見にくかった。
- 押し間違いをしてしまう。
- ミスタイピングのしやすい構成だったと思い

ます。挑戦してみようは。

- 答える場所が分かりにくい。目が痛い。

などの問題点の指摘があった。

(2) 全体に対するアンケート

全体に対するアンケートは、最終回に取った。自由参加であるためと最終回は後期試験期間の直前であったため、参加者は少なく、アンケートの回答者は8名であった。

図12に「小テスト」1問あたりの解答欄の数についての結果を示す。少し多いが1名、ちょうど良いが7名であった。

新たに追加した「挑戦してみよう」は8題であったが、図13に問題数についての結果を示す。ちょうど良いが4名、少し多いが2名、少し少ないが2名であった。

小テスト1問あたりの解答欄の数は

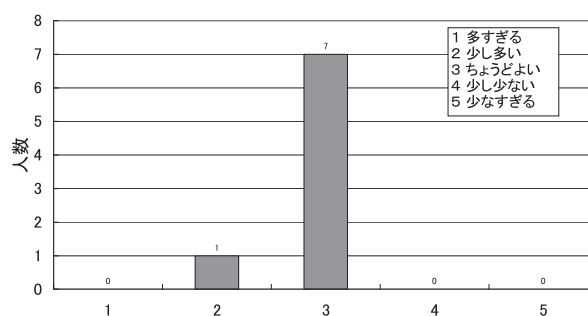


図12 全体アンケート結果 「小テスト」1問あたりの解答欄の数について (最終回のみ)

「挑戦してみよう」の問題は8問でしたが、問題数としては

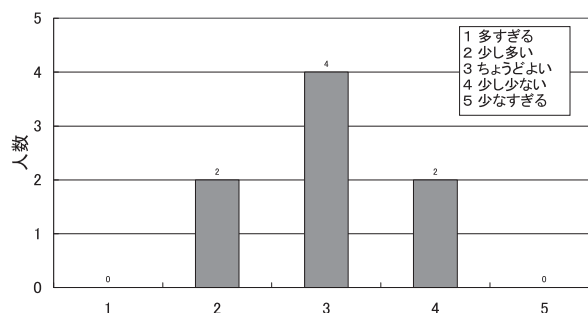


図13 全体アンケート結果 「挑戦してみよう」の問題は8問でしたが、問題数について (最終回のみ)

図14に「このコースは役に立ったと思いますか？」という問いの結果を示す。「とても役に立った」が7名、「あまり役に立たなかった」が1名であった。

図15に「このコースを受けたことで、前より数学がわかるようになりましたか？」という問いの結果を示す。「わかるようになった」が7名、「変わらない」が1名であった。

図16に「最後に、このコースの目標に掲げた教科書や専門書の数式の計算を追うことができるようになるという点について、できるようになったと思いますか？」という問いの結果を示す。「できるようになったと思う」が6名、「あまり変わらない」が2名であった。

いずれも大半の学生が肯定的な答えをした。

自由記述の感想（原文ママ）では

- 知識の整理に役に立った。
- 基礎数学でやっていなかった部分も受けることができたので前よりも理解できた。
- 今までの学習内容を大まかに復習出来てよかった。
- 数学が苦手でしたが 解説が丁寧でわかりやすかったので 授業についていくことができました。そして復習がしっかりできました。
- とても良いと思います。
- しっかりと理解できるようになったのでよかった。
- たいへんだった

という意見があった。大部分が良いとする意見であった。

6. まとめ

2010年度から引き続き数学補習用のeLearningシステムの構築と補習用教材開発を試みている。2012年度は3年目である。

過去2年間の成果と課題を踏まえ、講義の内容に即

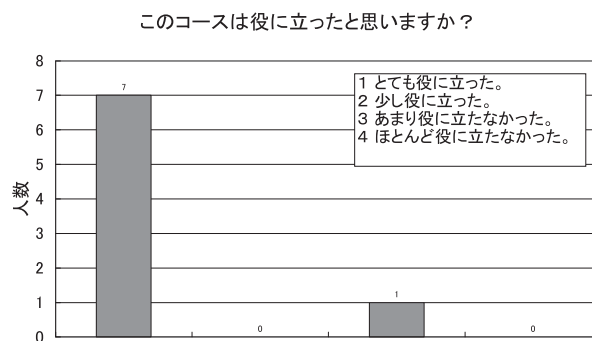


図14 全体アンケート結果 「このコースは役に立ったと思いますか？」（最終回のみ）

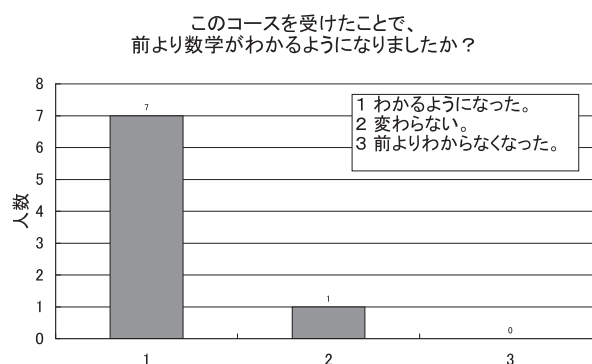


図15 全体アンケート結果 「このコースを受けたことで、前より数学がわかるようになりましたか？」（最終回のみ）

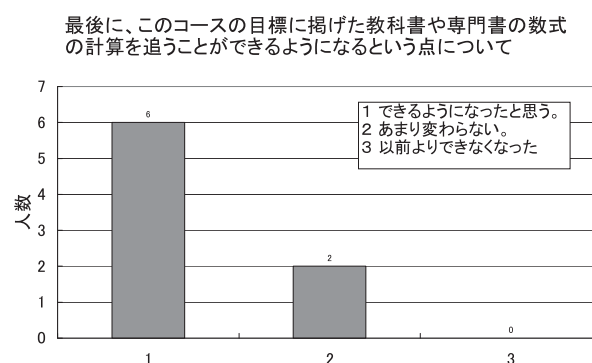


図16 全体アンケート結果 「最後に、このコースの目標に掲げた教科書や専門書の数式の計算を追うことができるようになるという点について、できるようになったと思いますか？」（最終回のみ）

した補習用教材（コンテンツ）を試作・改良し、補習の eLearning を行った。過去 2 年間の試行により見出された、参加方法や教材の更新時期などの運用上の課題点、数式などの表示、小テストの設問方法などコンテンツの課題点について改善に取り組んだ。

さらに、2012 年度は新たに「小テスト」より少し難易度の高い問題を「挑戦してみよう」と題して 8 題、コースに追加した。

アンケートなどから補習の eLearning は参加学生には概ね好評であった。2012 年度に追加した少し難易度の高い「挑戦してみよう」も好評であった。

7. 謝辞

本取り組みは平成 22 年度～24 年度石川県立大学教育改善プロジェクトの援助を受けたものである。また、プレースメントテストは石川県立大学生物資源環境学部教養教育センターの援助を受けたものである。

（注）

新入生の学習歴から、高校文系（数学の基礎力、数Ⅰ、数Ⅱ）の内容のプレースメントテストを利用している。このプレースメントテストには、学生の成績に中学・高校の学年レベルのどこに相当するかの参考表記がある。

参考文献

- 稲葉宏和・桶 敏. 2011. 数学補習用 e-Learning システム構築の試み. *平成 22 年度石川県立大学年報* 28-32.
- 稲葉宏和・桶 敏. 2012. 数学補習用 eLearning システム構築の試み（2）. *平成 23 年度石川県立大学年報* 36-39.
- 井上雅樹・奥村晴彦・中田平. 2006. *Moodle 入門*. 海文堂.
- 中村泰之. 2010. *数学 e ラーニング*. 東京電機大学出版局.