

授業実践報告：「プログラミング演習Ⅰ」

プログラミング教育の一例として

■ 森 雄一郎（理工学部情報科学科）

1. はじめに

理工学部情報科学科の森雄一郎と申します。この度、令和元年度教育奨励賞を頂きました。身に余る光栄であると同時に、受賞に際し推薦して頂いた諸先生方にこの場をお借りしてお礼申し上げます。

本受賞の対象となった授業は表題にもある「プログラミング演習Ⅰ」という理工学部情報科学科におけるプログラミング教育の一授業科目であります。本稿では当学科のプログラミング教育の概要にも触れつつ、本授業の紹介および実践報告をさせていただきます。

2. 「プログラミング演習Ⅰ」の概要

(1) 情報科学科におけるプログラミング教育

当学科はコンピュータの基礎的理論から専門的応用までを幅広く学び、高度情報化社会に活躍できる人材育成を目標に教育を進めている。その多くの基礎および専門の授業科目において必要とされるプログラミング能力は、専門科目の授業が本格化する3年次に向けて関連授業が配置されている。(図1参照)

初年次科目の「情報処理」から情報科学リテラシー教育は始まり、3年次の後期までプログラミング教育に特化した授業が配置されている。各授業の内容と役割については割愛するが、どの授業も各段階での重要な目的があり本授業だけが特別な位置付けではない

が、本授業は中でも本格的にプログラミング教育を扱う最初の授業であり、プログラミング初心者でも理解が及ぶよう授業内容や進行には細心の注意を払って進める必要があり、大変重要な所に位置する学科の最重要科目と言っても過言ではない。

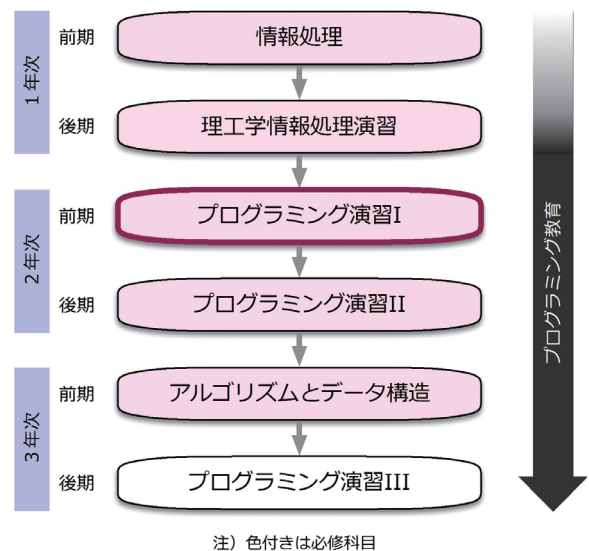


図1 学科におけるプログラミング教育の流れ

(2) 授業実施体制

本授業は当学科においての最初のプログラミングを専門に扱う授業であり、内容の解説と実際の作業（演習）時間を考慮し、2コマ連続の一般的な実験・実習系の授業形態としている。必修であるため学科の該当

学年の学生が全て受講する大人数（毎年おおよそ再履修者を含め40名弱）の授業科目であり、実施には学科にある計算機実習室を用いて一人一台のコンピュータ環境を用意し、TA/SAを3名配置した十分な指導体制を構築している。

(3) 計算機実習室（授業環境）

プログラミング教育の効率的・効果的な実施に必要な不可欠であり、情報科学科の多くの教育シーンにて重要に機能しているのが計算機実習室である。（図2）



図2 計算機実習室 授業風景

端末（iMac21インチ）が46席設置されており、実習室前方には教員用端末2台、100インチ相当のプロジェクタ投影が2画面可能であり同内容を後方学生のために天吊り50インチモニタ2台にて表示も行っている。更に、端末や表示装置を自在にスイッチャで切り替えることにより、教材提示はもとより教員や任意の学生端末画面をプロジェクタに提示することにより解説を行う事も可能である。（前方スクリーンは全面ホワイトボード型スクリーン）

計算機実習室は、授業による利用時間以外は研究や課題作成などのために開放しており、授業時間内外にかかわらず、端末の利用状況把握は学生の練度を推し量る上でも非常に重要な情報である。図3に示すリアルタイムでの利用状況表示システム(Web)やそのログデータ蓄積・解析システムなどは、計算機実習室の管理者でもある筆者本人が構築し運用している。

なお、この計算機実習室は「教育用電子計算機システム」という4年毎に更新される情報科学科の教育・

研究を支える設備の一部であり、計算機実習室の他に各研究室に配備される端末やそれらを支えるサーバ群および棟内のネットワーク設備などで構成されるシステムである。

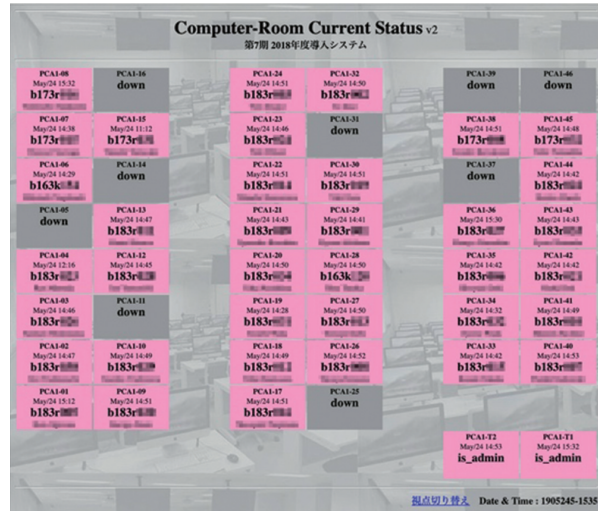


図3 端末利用状況表示システム

3. 教育内容

次の三つの観点で授業を紹介する。

(1) プログラミング言語教育

・授業内容

これは純粋に本授業科目において教育すべき内容である。私が本学に赴任して2年目、このプログラミングに関しての授業を塩田研一先生より引き継いだ。当時のプログラミング言語教育の主流であったPascalによって教育が行われており、以後9年間継続してPascalによる教育を行なった。2008年度よりC言語へと変更したがPascalとCは類似性が高く、それまで築き上げてきた教育内容やノウハウをほぼ損ねることなく新言語へと移行した。PascalとC言語の違いやその特性についての説明はここでは省略する。

現在、情報科学科において図1に示すプログラミング言語教育の「プログラミング演習I」及び「同II」、「アルゴリズムとデータ構造」はC言語を用いており、その中でも「プログラミング演習I」及び「同II」はC言語教育の内容を前半後半に2分割し行っている。前半はポイントの概念まで、後半はポイントを利用したデータの動的な管理としている。実際の授業HPを図4に示す。

■ 授業計画			
日付	内容	テキスト	課題提出状況
4/12	No.0 初回ログイン確認作業 オリエンテーション (概要説明、履修上の注意)		「到着について」 課題提出状況 (4/24現在)
4/19	No.1 ログイン確認、UNIX環境・操作の確認 No.2 コンパイラの使い方、プログラムの基本形		04/25 17:00現在 (主に課題1,2)
4/26	No.3 変数、データ型、式、演算子 (重要) No.4 基本計算プログラム		05/09 17:00現在 (主に課題3,4)
5/10	No.5 制御構造 (if文による条件分岐)		05/16 17:00現在 (主に課題5)
5/17	No.6 制御構造 その2 (switch文による条件分岐)		05/23 17:00現在 (主に課題6)
5/24	No.7 制御構造 その3 (for, while, do-whileによる繰り返し)		05/30 17:00現在 (主に課題7)
5/31	No.8 関数とプログラム構造 (重要)		06/06 17:00現在 (主に課題8)
6/07	Ex.1 練習課題 (前半の復習)		06/13 17:00現在 (主に課題ex.1)
6/14	Ex.2 特別課題 (前半の実力確認)		06/14 授業時間内提出 (課題 ex.2pre) 06/20 17:00現在 (主に課題ex.2)
6/21	No.9 ローカル変数とグローバル変数 (重要)		07/04 17:00現在 (主に課題9)
6/28	休講		
7/05	No.10 再帰呼び出し		07/11 17:00現在 (主に課題10)
7/12	No.11 変数の内部表現とビット演算子		07/18 17:00現在 (主に課題11)
7/19	No.12 ポインタの基礎 (重要) No.13 配列 (授業評価アンケート実施)		07/25 17:00現在 (主に課題12)
7/26	課題提出状況の確認 コンピュータ周り掃除・計算機実習室の掃除		08/01 17:00現在 (主に課題13)
8/02	【試験期間】 予備日		

図4 授業の内容構成 (R1年度授業 HP より)

各回に割り当てられた内容を HP のテキストをもとに解説を行い、その後各回に設定された課題に着手する。解説はその回の内容量にもよるがおよそ1時間前後であり、残りはプログラミングの時間となる。ついつい解説に熱が入り長くなりがちであるがそこは簡潔に纏め、学生のプログラミング時間を確保したほうがより多く指導が行えるので、テキストの公開は授業1週間前には行い、予習をして予め理解を進めるよう学生には促した。

・レポート課題と成績

レポート課題は各回に付ききたい3, 4題を設定、次回授業日前日を提出期限としている。そして本授業最大の難関と言える点は、その課題をもれなく全提出し受理してもらう事が成績評価のための前提条件としていることである。この課題は単にプログラムを作成し提出してもらうのではなく、図5に示す通りリストや実行結果のみならず、課題の目的を明記しその上で考察を充分に行い、課題を通して何が理解できたのかを明確に意識してもらう事に重点を置いている。また、後述するが出典情報の記載にも力点を置いている。

基本項目 (必須)	<ul style="list-style-type: none"> 課題番号 修正箇所 ●再提出の場合、どこを直したか明記して下さい 氏名 ID 課題の目的 プログラムリスト 実行結果
重要項目 (必須)	<ul style="list-style-type: none"> 考察 ●客観的に分析した点 <ul style="list-style-type: none"> 理解できた点 工夫した点 疑問点、問題点とそれが解決に至るプロセス ●具体的に詳しく <ul style="list-style-type: none"> ●xx君からxxxを教えてください、xxxが理解出来た ●友人の名前やIDを明記 ●xxxという資料から、xxxに関する知識を得た 出典・参考情報源 ●利用の事実があれば箇条書きで列挙 <ul style="list-style-type: none"> ●教員、TA、友人、先輩などから教わった場合 ●書籍 (書名、出版社、参照ページ番号) ●Webページ (URL、ページタイトル、参考箇所) 感想 ●ここは個人的な感想で良いです。(主観的感想)

図5 課題提出要領 抜粋 (R1年度授業 HP より)

このように一般のレポート作成の要領で作成する必要があり、更に図6に示す TA・教員による項目の事前チェックが行われ、要件を満たさないと受理・評価へは進まない仕組みとしている。

■ 課題の提出, 受理, 評価の流れ

再提出の要求がない状態で初めて課題の提出完了となる。

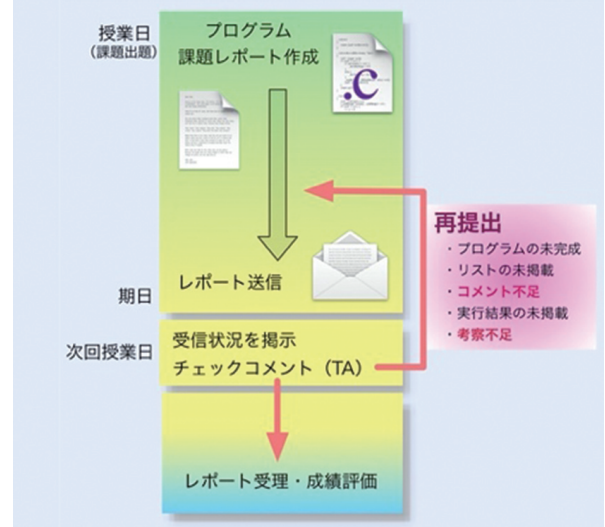


図6 課題受理・評価要領 (R1年度授業 HP より)

この様にレポート課題が全日程において出題され総課題本数は40本にも登り、計画的な予習、復習、課題作成で望まないと破綻するのは想像に難くない。

一見非常に厳しく見えるが、プログラミングが出来なければ情報科学科の生徒として今後の殆どの専門科目に影響する事を冒頭で強く説明することにより、学生の自覚が芽生え、毎年多くの学生が良い成績でこの

授業単位を取得している。(図7参照) 当然ではあるが毎年何名かの学生は何らかの理由により単位を落としている。先述の通り重要な位置付けの科目なので、この部分は極力なくしていきたい。

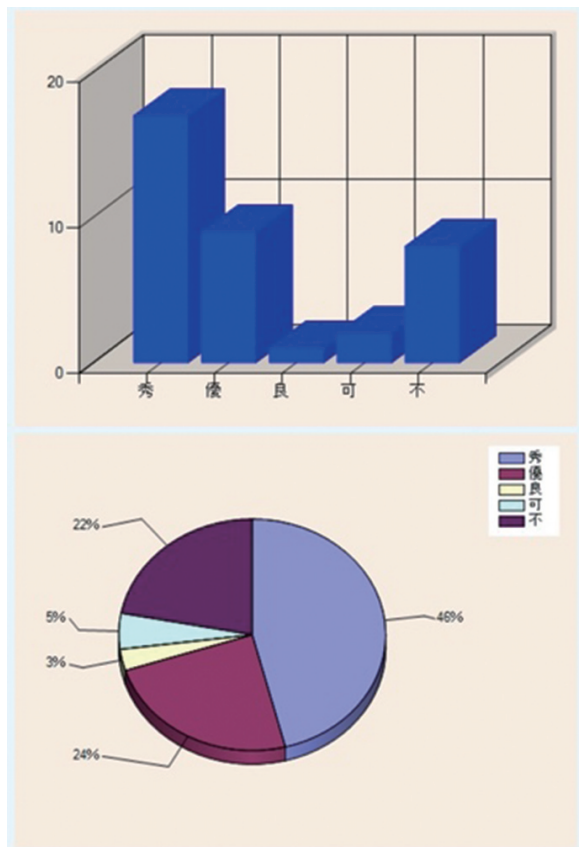


図7 成績分布 (R1年度成績より)

(2) TA/SA

本授業はTA/SAの力を借りなくては成立しない。まず、授業時において解説の部分は教員が行うが、その後のプログラム作成をする演習時間はTA/SAが机間巡視を行い学生の進行具合や理解度を確認しながら質問対応を行う。教員も机間巡視を行うが質問対応の頻度は圧倒的にTA/SAの方が高い。従って、同じ様な箇所でも多くの学生が理解できずに止まっているような時は、その状況をTA/SAが即座に察知し教員に追加解説の必要性を報告する。教員一人ではすぐそのような事に気付くのは難しく、臨機応変に授業を進めることが出来る。

もう一つの大きな役割はレポート課題のチェックである。チェックと言ってもここでは下処理であり、受

理の要件を備えているかの項目チェック(図6中のピンク色の枠内)である。内容の評価等の採点に関わることは、受理後教員が行なう。毎週100本程度の課題(@3本×33名として)を教員一人で前処理していくのは至難の業である。毎週の再提出依頼が遅れる事は許されない。TA/SAのサポートなくしては成り立たない仕組みである。

TA/SAに負担をかけてばかりのように見えるが、TA/SAにとっても非常に重要なトレーニングの場となっている。一般的にプログラムをある程度書けるようなレベル(一般的なTA/SAレベル)になったとしても、他人の書いたプログラムを即座に理解しその特徴や欠点を発見し指摘することは、プログラムを書くことより何倍も難しい。机間巡視時の質問や課題の前処理において多くのプログラムに触れ、プログラムに対する読解力を養う絶好の場なのである。半期この授業のTA/SAを経験した学生の能力は確実に向上する。

(3) 剽窃

現在の高校生は高校時代に教科「情報」にて著作権についての教育を受けており、高知大学入学後も初年次科目の「情報処理」において、大学生として論文やレポート作成時における著作権の考え方について説明を受けている。このプログラミングの授業においても著作権については多くの時間を割いて説明し、特に他人のプログラムの流用に関してはレポートの剽窃と同等の意味を持つと説明し、最悪の場合、履修案内に明記されている対応となる事を伝えている。(図8参照)

■ 出典・参考情報源について

『課題プログラムの流用はレポートの剽窃です』

期末試験のない科目ではレポートが試験と同等の意味を持ちます。従って悪質な剽窃が確認された時点でカンニング行為と同等の対応とします。

自分一人では解決できない部分を、友人と相談してやったり、友人に教えてもらう事も、レポートを完成させる一つの手段です。そのような手段をとった場合は、自分がどの部分を理解出来なくて、誰にどの部分を教えてもらう事により、どのような知識を得ることが出来たのかを、レポートに必ず明記すること。

また、外部サイトや書籍などを参考にした場合も出典を明らかにし、同様に明記すること。

図8 出典・参考情報源について

(R1年度授業HPより)

プログラム作成をする場合、最初からすらすら書ける人などいない。最初は人の作ったプログラムをわけもわからず入力して動かしてみる。少しずつ書き換えて変化を確認し、これを繰り返して理解を深めていく。この繰り返しである。学習の過程において他人のプログラムを参考にすることは絶対必要なプロセスであり、また友人などと相談し知識や情報を共有することによって理解を深めていくことも必要である。課題レポート作成においてはそのような行為は禁止する物ではなく、むしろ有効に行って欲しい。ただ、そのような事をして理解を深めた場合は図8に示すように、出典や参考情報源について明記するとともに、考察にはどのような知識が不足していたか、それによって何が理解できたのかを明記してもらう事としている。このように自分以外の知識や情報を利用した場合のルールを決めておかないと、コンピュータという簡単にコピーや情報共有、情報検索ができてしまう環境なので、十分に説明や指導を繰り返すとともに注意を払っている。このように周知徹底していても、数年に一度は不可にせざるを得ない学生が出てしまうのも事実である。

4. 授業評価アンケートによる自己分析

本授業に対し授業評価アンケートを行った。その結果より行った自己分析を紹介する。表1に対象年度に行われたアンケートの質問内容とその結果を示す。

なおQ13の自由筆記回答については末尾に掲載する。

自己分析は表1に示すアンケート質問を次の5つに分類し考察を行った。受講登録者数37名中アンケートに回答した数は32名であった。以下の分析において記載されている割合(パーセンテージ)は、「はい」と「どちらかというとはい」の肯定的回答数を足し合わせたものの割合とする。

表1 授業評価アンケート 質問・結果

アンケート名		【理工学課】授業評価アンケート(プログラミング演習I)										
実施期間	2019/07/26~2019/08/01											
時期別番号	72102											
科目名	プログラミング演習I											
担当教員	森 雄一郎											
受講者数	37											
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13
毎回授業の目的や課題は、明確にされて いましたか?	教員の声のきさや話し方は、聞き取り やすかったですか?	教員の授業内容の説明は、分かりやす かったですか?	授業の進みや内容量は、あなたにと って適切でしたか? (解答欄: 速-適切-遅)	配布資料・視聴覚教材・テキストなど は適切に利用されていましたか?	教員は、受講者が質問や意見を述 べる機会をつくり、それらに答えて いましたか?	授業に対する教員の熱意を感じまし たか?	あなたは、この授業に意欲的に取り組 んでいましたか?	あなたは、この授業の予習や復習をし ていましたか?	あなたは、この授業によってこの分野 への学問的興味・関心が、められた と思いますか?	あなたは、この授業を通じて新たな知 識や考えを身につけることができました か?	全体としてこの授業にあなたは満 ちていますか?	この授業に関して、あなたが感じた ことを自由に記述してください。
はい	どちらかというとはい	どちらとも、えない	どちらかというとい	いいえ								
28	4	0	0	0								
29	3	0	0	0								
25	6	1	0	0								
4		28		0								
26	5	1	0	0								
17	12	1	2	0								
23	8	1	0	0								
21	6	4	1	0								
17	8	5	2	0								
23	6	3	0	0								
28	4	0	0	0								
25	4	1	2	0								

(1) 内容

Q1 目的や課題 (100%)

Q3 授業内容の説明 (96.9%)

Q4 進み方や内容量 (87.5%)

学習内容の進め方(構成)は一般的な学習手順を倣っており、市販の教科書を利用しやすい形としているが、本授業で用いる Web テキストは20年以上をかけ改定を繰り返し、内容を洗練させてきたものであり、基本的には外部の資料がなくともこれのみで完結できるよう細かいところまで内容を整えている。また、毎回の課題も充実させ、総数約40本の課題レポート(プログラム)を課し、更に全てのレポートの受理を単位取得の要件としている。そのレポートは毎週チェックし要件を満たさなければ再提出を求めることを繰り返し、学期末にはのべレポートメール総数は1,500通を上回る。もちろん教員のみでなく TA/SA を十二分に活用

し、TA/SA が質問対応や課題の下チェック等を行うことにより彼ら自身もその能力を更に高める事につながっている。

(2) 実施方法

Q 2 声の大きさや話し方 (100%)

Q 5 資料・教材 (96.9%)

Q 6 質問や意見 (90.6%)

声の大きさや話し方は聞き取りやすいだけでなく、印象に残り理解しやすいようなスピードや声の大きさを常に工夫している。Web教材は各学生が端末で閲覧するのはもとより、前面の大型スクリーン（壁全面がスクリーン兼WB）にも高精度に表示（HD解像度プロジェクタ2機）させ、プログラムなどに教員が直接指示を加え解説を行っている。これは情報科学科が持つ教育用設備（教育用電子計算機システム）を有効かつ効果的に利用しているものである。

Q6の結果は90%を超えるが、学生から教員への直接の質問はTA/SAへの質問に比べると多くない。教員へより質問しやすい環境作りを模索する必要がある。

(3) 受講態度

Q 8 意欲的に取り組む (84.4%)

Q 9 予習や復習 (78.1%)

予習復習が若干低い、自由筆記の回答にも示されているように私が肌で感じる感覚としては、学生はこの授業を非常に意欲的に取り組んでいると理解している。学科で最重要な必修のプログラミング授業の最初の科目であり、これをマスターしなければ情報科学分野の専門的内容は始まらないことは十分に説明し学生も理解しているはずである。予習が少ないのは課題の提出に労力が割かれているためだと思われる。予習が必ずしも必要な授業展開ではなく、課題を復習と位置付ければこの数値は上がるものと思われる。

(4) 受講結果

Q 10 学問的興味・関心 (90.6%)

Q 11 新たな知識や考え方 (100%)

結果より多くの学生が興味関心を高め、新しい知識や考え方がついたと言うことがわかる。教員はプログラミングや情報科学分野を興味深く洞察し、新しい技術や様々な観点の考え方など、時代に即した内容も織り交ぜる工夫を常に心掛けておりその結果と思われる。

(5) 総評

Q 7 教員の熱意 (96.9%)

Q 12 授業に満足 (90.6%)

自由筆記の回答にも示されているように総評として概ね良い結果を出すことができた。一人でも教員の熱意を受け取ってくれる学生がいることは大変嬉しい。100%にならない理由を考え、今後は別の方法で授業評価を試みる必要がある。

5. おわりに

この原稿を執筆している令和2年度は、本報告にある授業形態とは似ても似つかぬ物となった。コロナ禍におけるオンライン授業である。今まで積み上げてきたノウハウは振り出しに戻され、ネット越しに実施せざるを得ない状況となった。幸いプログラミングという題材がコンピュータベースである事と、情報科学科の学生はネット Only の環境に親和性や耐性が高いことも幸いして別世界の授業が展開できた。良い点もあり悪い点もあるが、プログラミング教育はオンライン環境でも充分実施可能である。むしろオンライン環境の方が良いかも知れないと思う事も多々あった。まだ半期しか経験してないので、今後合わせて検証し新しい授業形態を模索していきたい。

大学に赴任して以来、続けてきたプログラミング教育であり、学科での最重要科目と認識し改善を重ね、年齢のせいカ力むことなく少しは思い通りの授業が出来る様になり、概ね良い結果を出すことが出来る様になった。プログラミング教育は時代とともに進化し、高校での必修化に止まらず、小学生でもプログラミング教育が始まるなど取り巻く環境は大きく変化してい

る。大学での教育もより進化した内容に変わる必要があり、今後も休むことなく精力的に取り組む必要がある。

【Q13 自由筆記回答】

- C 言語のプロになります。
- この授業で行ったことはあくまで基礎知識、これからさらに力をつけていきたいと思います。
- プログラムがまだまだ考えてもすぐにはできなくてもっと練習したいとおもった。
- それぞれの設問で覚えるべきところを的確な課題で復讐することが出来たと思われるので非常に楽しく学習することが出来た。
- 演習形式の授業であったので、C 言語の書式や自身のプログラムの間違い方を理解できた。ウェブテキストが充実しており、課題の範囲内だとほぼウェブテキストのみで進めることができた。
- 実際に自分でプログラムを作って動かして、うまくいかなければ直したりと、とても有意義な授業だった。
- 授業の説明がとても丁寧で難しいところもすんなりと理解することができた。
- 私にとってはレベルの高い内容であった。しかし、プログラミングの世界を学べて良い経験となった。
- 今まで本格的にプログラミングをしたことがなかったが、なんとか授業についていけてよかったです。
- プログラミングに対する興味・関心が高まった。より、専門的な部分も学びたいと思った。
- プログラミングの基礎の部分の授業で、ここで躓いたらどうしようなどの不安が大きかったが授業はわかりやすく、適切な課題や質問の場がありすごく力がつく講義だったと感じた。
- 課題によって全然わからない部分があったりした。
- TA の人が授業中に一部の生徒と楽しそうに話していたので、人見知りをする自分は質問したくてもしづらい雰囲気を感じた。もっとちゃんと質問するべきだったと反省している。
- この授業で自分の C 言語の能力がかなり上がりました。TA さんのアドバイスも分かりやすかったです。
- ラフな感じの講義スタイルでとても楽しかった。
- 授業の資料がとてもわかりやすいです。課題をクリアしていくことで自分の力が身についていることを実感できました。
- 言語によって当たり前だが書き方が全然違うので覚えるかその都度調べて思い出す必要があるのかなとは思ったが、根本的な考えは使いまわせると思うので、そういう思考能力の向上や、経験をさせてもらったこの授業はすごくためになった
- C 言語について結構理解できた。
- とても楽しく講義を受けることができました。