

大学学部学生対象のオンライン授業で実施した コンピュータサイエンスアンプラグドと オンラインに対応した試験問題の工夫

和田 勉¹

概要：コンピュータサイエンスアンプラグドは対面で実施することを前提にデザインされており，筆者は以前から大学の授業で用いている．2020 年 4 月からは初めて当該授業をオンラインリアルタイムで実施したが，CS アンプラグドをウェブサイトで実行するサイトの利用や，二人対戦ゲームをブレイクアウトセッションで実行させるなどで，対面での実施した場合に近い教育効果を得るように工夫した．また当該授業の試験も従来は教室でのペーパーテストで行なっていたが，それもオンラインでのペーパーテスト形式で行ない，その際不正行為をできるだけ防ぐために学生により正解が異なるような工夫もして実施した．

キーワード：コンピュータサイエンスアンプラグド，オンライン授業，オンライン試験

Teaching Computer Science Unplugged in an Online Class for Undergraduate College Students and Examination adapted for Online Classes

Ben Tsutom WADA^{†1}

Abstract: Computer Science Unplugged is designed for teaching in face-to-face environment. For many years I have been using it in teaching in a class of our university. Although in April, 2020 and later, all classes are forced to teach in online (remote) environment, I taught it with effort so as to make similar effect as far as possible. And while in past I did its examination in paper-based, in 2020 I did "online paper-based" examination. I made some effort so that the correct answer will differ student by student for avoiding fraud.

Keywords: Computer Science Unplugged, Online Class, Online Examination

1. はじめに

筆者は所属大学での担当授業「アルゴリズムとデータ構造」(週 1 回 180 分, 15 週、企業情報学部 2 年生以上対象の選択科目)において，コンピューティング科学の理解を助けるため，コンピュータサイエンスアンプラグド[1] (以下 CS アンプラグド)を実施する回をかなりの回設けており，10 年以上前から対面授業で毎年実施している[2][3]．2020 年度前期も同様に実施する予定であり，表 1 に示す授業予定を用意していた．表 1 の中で U と記している回が CS アンプラグドを用いる回である．しかしその後新型コロナウイルス禍が起り，授業は当面すべて「オンライン」で行うことが大学から指示された．

2. 授業のオンライン化

すべての授業は，以下の 3 つの中から担当教員が選択し

た形態で行うこととなった．

- 予定していた時間帯でのオンラインリアルタイム授業
- オンデマンド映像を用意し受講生が視聴
- 資料を提示し受講生が読んで自習

いずれの形態であっても各回で課題を出題して提出させ出席確認を兼ねること，となった．筆者は，対面授業でこれまで積み上げてきた教育手法をできるだけ生かすため，オンラインリアルタイム授業を選択した．

大学の担当部局ではオンラインリアルタイム授業のためのツールとして GoogleMeet のライセンスを用意し，希望する教員に対して担当の技術職員が講習会を (講習会自体も GoogleMeet で) 行なっていた．他のツール (Zoom, WebEX など) が禁止されていたわけではないが，統一したほうが学生側が操作の違いで混乱することが少ないだろう，との意見もあり，筆者も GoogleMeet で行うことにした．なお各回の授業終了後に，大学が GoogleDrive 上に用意した，学生と教職員のみアクセス可能な「講義資料庫」に録画ファ

¹ 長野大学
Nagano University

イルを提示し、同時に YouTube にも限定公開でアップロードした。

表 1 各回授業の内容

回	内容
第 1 回	授業の概要案内・注意点
第 2 回	「点を数える」－数の符号化（2 進法カード） U
第 3 回	「色を数で表す」－画像のランレングス符号化（FAX ゲーム） U
第 4 回	アルゴリズム 2－プログラミングの原理
第 5 回	アルゴリズムとは、符号化の原理と自然数の符号化、16 進法、バイト、K,M,G,T,P,E
第 6 回	数値の符号化－2 の補数表現、数値の符号化－浮動小数点表現 「秘密のメッセージを送ろう」－文字の符号化 U ASCII 符号、CJKV 文字の現状、文字コードの相違による文字化けの原理
第 7 回	音の符号化－音の原理、標本化と量子化、標本化定理
第 8 回	画像の符号化－2 値画像、グレースケール画像、カラー画像 動画の符号化
第 9 回	第一回試験
第 10 回	可逆圧縮と非可逆圧縮 「それ、さっきも言った！」-文字列の圧縮 文字列を重ねない例「Pitter Patter」 U 文字列が重なる例「banana」「おいしいしいたけ」 U
第 11 回	アルゴリズム・プログラムとは、3 要素のうち「連続」 アルゴリズムの段階的詳細化
第 12 回	アルゴリズムの 3 要素のうち「選択」- else なしの if, else 付きの if アルゴリズムの 3 要素のうち「選択」- if のネスト
第 13 回	アルゴリズムの 3 要素のうち「繰り返し」- repeat-until 型 repeat-until 型繰り返しの C や Java での書き方
第 14 回	バグとしての無限ループ、無限反復、既定回反復 アルゴリズムのゲーム－アルゴリズム 2－繰り返し のゲーム 繰り返しの入れ子（ネスト）
第 15 回	アルゴリズムの 3 要素のうち「繰り返し」－while 型 while 型繰り返しの C や Java での書き方
第 16 回	「戦艦」－線形探索法 U 「戦艦」－二分探索法：値の偏りが小さい場合 U
第 17 回	「戦艦」－二分探索法：値の偏りが大きい場合 U 二分探索法のアルゴリズム、二分探索の最大回数
第 18 回	「戦艦」－ハッシュ法、ハッシュ表ゲーム、ハッシュ法のアルゴリズム U
第 19 回	「いちばん軽いといちばん重い」－天秤ゲーム（トランプによる変形版） U 選択ソートとその比較回数
第 20 回	バブルソートとその比較回数 各アルゴリズムによる整列のようすの観察
第 21 回	挿入ソートとその比較回数※ U
第 22 回	クイックソートとその比較回数※ U
第 23 回	挿入ソートとその比較回数 U クイックソートとその比較回数 U
第 24 回	各アルゴリズムによる整列のようすの観察（再度） 計算量のオーダー $\log n$, n , $n \log n$, n^2 対数の概念
第 25 回	第二回試験
第 26 回	マージソート 光の速度と 1 台のコンピュータの速度の限界 タートルグラフィックス－モジュール性 ハノイの塔
第 27 回	階乗とその再帰によるアルゴリズム、そのトレース
第 28 回	再帰によるハノイの塔のアルゴリズムとそのトレース ハノイの塔のアルゴリズムのプログラムによる実行 ハノイの塔の枚数と移動回数の関係・べき乗での増加
第 29 回	希望者への補習
第 30 回	希望者への補習

※はネットワークのトラブルにより音声が生徒に伝わらず映像のみとなった。このため当該回の内容は
その次の回に再度短く解説した。

なお当初は授業は2020年4月13日(月)を初回とする予定であったが、大学全体として4月20日に遅らせ、また前述の3形態のいずれを選んだ授業も、最初の2週間(表1の第1回～第4回に相当)は資料を提示して受講生が読んで自習する形態とすることに大学全体として決められた。

受講者は全体の一部分だけ受講した者を含め13人だった。なお第3週からのオンラインリアルタイム授業開始にあたり、インターネット接続が原因でリアルタイム受講が困難な者は申し出るように周知しておいたが、特に申し出はなかった。

3. CS アンプラグドの各「学習」のオンライン実施

上記のように、第1週および第2週(第1回～第4回)は資料提示により、第3週(第5回～)以降はすべてGoogleMeetを用いたオンラインリアルタイム授業で行った。授業は、大学内の自室から行なうことも認められていたが、筆者はすべて自宅から行なった。PC内蔵のカメラのほかにドキュメントカメラを用意し、前年までは板書していたことは、主にドキュメントカメラの下で白紙に書き込んで示すことで代わりとした(図1)。また終了後に録画をアップロードし、ネットワーク接続に問題があったなどの者はその視聴で代えることも認めた。

オリジナルのCSアンプラグドの内容や筆者が前年までの対面授業で積み重ねてきた方法や教材がそのまま使える場面も多かったが、以下のようにオンラインリアルタイム授業にあわせた工夫も行なった。

授業中の演習時間をどの程度とるかべきかなどは、これまでの対面授業の経験があったため、およそ見当はついた。これまでの経験の中でも、学生によりとりくむ意欲や進度の差が大きく、ある程度はまだ演習をやっている様子の学生は切り上げさせて次に進まざるを得なかった。これらの積み重ねがあったためか、以前の対面授業の時に比べてオ

ンライン授業なので学生の進度が把握できず困ったという感覚は特に持たなかった。また、各回に演習を行なった結果をメールで提出させたことで、各回の授業内容の理解度はある程度は把握できた。

3.1 数の符号化(2進法)

図2に示すカードをそれぞれ表あるいは裏にすることで2進法を学ぶゲームである。第2回(第1週)のため資料提示のみで実施した。そのため、[1]の当該部分のページと、2進法カード(図2)を資料として提示し、各学生に自習させた²。なお出席の確認を兼ねて、2進法に関する簡単な問題を出題してメールで解答を教員に送付させた。

3.2 FAX ゲーム(ランレングス符号化)

第3回(第2週)に行ない、この回以降はGoogleMeetによるリアルタイム遠隔授業で行なった。ランレングス符号化された2値画像を符号化・復号するパズルである。

「FAXゲーム[1]」の図(図3)とその解説、および与えられた数の列から元の絵を復元する演習問題を提示した。[1]ではそのあと、二人組になりそれぞれが描いた2値画像を符号化したあとと交換し復号するゲームがそのあとに続くが、今回はこれの実施はあきらめ、CSアンプラグドをコンピュータ上で実行できるサイト「海の近くの情報教室」[4]を使い、このFAXゲームでの符号化を自動的に行う頁(図4)で、各自が描いた絵を符号化しそれが正しかったかを確認するよう指示した。

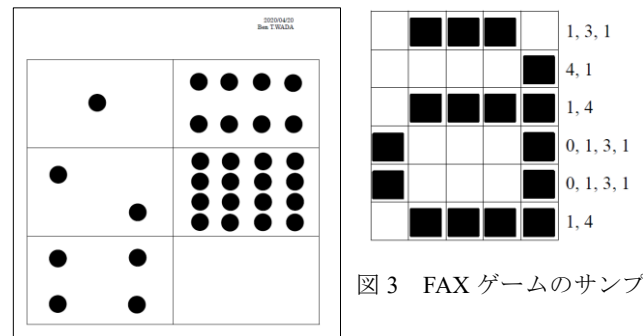


図3 FAXゲームのサンプル[1]

図2 資料として提示した2進法カード
(実際は各カードが名刺大)

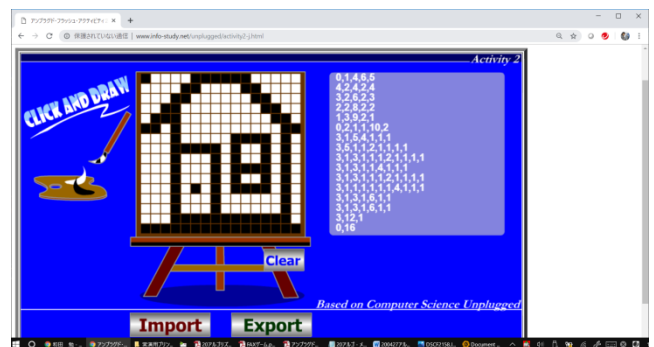


図4 海の近くの情報教室-FAXゲーム[4]

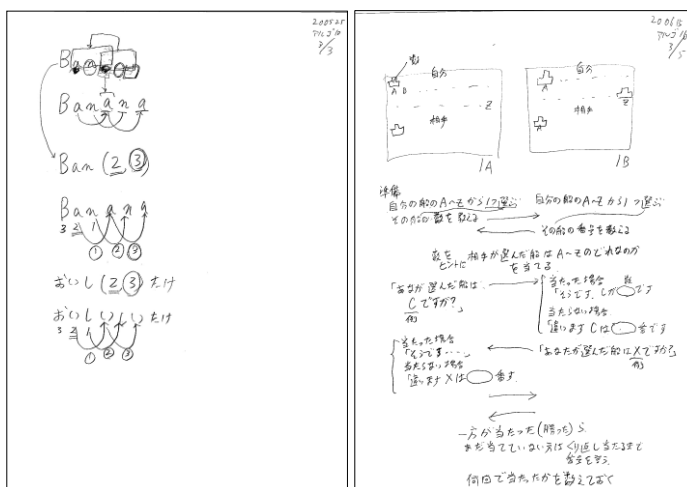


図1 授業中ドキュメントカメラの下で白紙に書いた「板書」の例

2 著作権法35条の改正により授業目的公衆送信補償金等管理協会(SARTRAS)への機関からの届け出とおよび保証金の支払い(2020年度は特例として無償)により個別許諾が無くても可能となった。

与えられた数の列から復元した元の絵、および自分が描いた絵の符号化したもの、の2つの演習問題の答えをカメラまたはスキャナで撮りメールで提出させた。

3.3 「秘密のメッセージを送ろう」—文字の符号化

第3週後半の第6回に、「秘密のメッセージを送ろう」—文字の符号化[1]（閉じ込められた子供が、5つの明かりをつけたり消したりすることで独自の文字コードを示して外の人に助けを求めるメッセージを送る）の例題をもとに、内容を変更自作した図5を提示し、文字の復号の実習をさせることで文字コードの概念の理解を促した。さらにこの演習の答えをメールで提出させた。

3.4 「それ、さっきも言った!」-LZ法

第10回（第5週）には、LZ法を解説した。「文字列の先頭から見ていって既出の文字列が出現したら既出部分へのポインタで置き換える」という演習、さらにその最初の文字列と2回目の文字列の一部が重なっている場合への応用について扱い（図1左側）、自作した演習問題（図6）の実習を行わせた。さらにこの演習の答えをメールで提出させた。

3.5 戦艦ゲーム-表探索

第16回（第8週）と第17回（第9週）にわたって、表探索の原理（線形探索、探索、ハッシュ法）を学ぶ「戦艦」を実施した。これは、手元のA～Zまでの26個の「戦艦」に数値が書いてあるので、そのうち1つをあらかじめ選び、その数値のみをお互いに相手に伝える（A～Zのうちのどれなのかは伝えない）、相手はその数値をもとにそれがA～Z

「秘密のメッセージを送ろう」—文字の符号化

U君はビルの部屋にとじこめられて、外に助けを求めたいのだが、連絡手段がない。向側のビルには人影が見えるが、声は届きそうにない。唯一、天井のライトが5個あって、個別につけたり消したりすることができる。そこでこれを使ってなんとかメッセージを送ることにした。

そこでU君は文を作って、それをビルの中の人が理解してくれそうな、簡単な2進法の符号に換えて以下のように送ったのだが、U君が送った文はなんだろうか？ 解説してみよう。

0	1	2	3	4
あ	い	う	え	
5	6	7	8	9
お	か	き	く	け
10	11	12	13	14
こ	さ	し	す	せ
15	16	17	18	19
そ	た	ち	つ	て
20	21	22	23	24
と	な	に	ぬ	ね
25	26	27	28	29
の	ら	り	る	れ
30	31			
ろ	わ			

図5 文字の符号化の演習

のどれなのかをあてる、というのを二人がお互いに行なうというゲームである（図1右側）。数値の並び順が、バラバラ（教えられた数値は何も役に立たない—線形探索を想定）、昇順（教えられた数値が探索範囲を限定する役に立つ—二分探索を想定）、数値から計算されたハッシュ値により0～9に分類されたハッシュ表になっている、の3つが用意されている。もともと[1]では二人が用紙を持ち対面で対戦する方式でデザインされているが、今回はこれをオンラインで行なうことを試みた。まず図1右側のようにやり方を説明したあと、二人づつで対戦させた。Zoomであればブレイクアウトルームの機能があるが、GoogleMeetを使っていたので、[5]を参考に必要数の「会議室」を用意し、誰がどの「会議室」に入るかはその場で口頭で指示することで二人づつ対戦させた。このゲームは二人のそれぞれが異なる数値が描かれた用紙を持つが、両方ともをあらかじめGoogleDocumentsに掲載しておき、その場でどの受講者がどちらを使うかを口頭で指示しダウンロードさせた。なおプリンタが手元に無い学生もいたが、その場合は、画面にその用紙を表示し手元の紙に手書きでゲームの進行をメモしていくなどで代用させた。

第16回は出席者が8人だったので4つの、第17回は9人だったので5つの「会議室」を立ち上げ、後者では受講者が奇数のため筆者もゲームに加わった。筆者は、（自分がゲームに加わっている以外の時間は）すべての「会議室」の音声を同時に聞いていた。必要に応じてすべての「会議室」に対して同時に話をすることで説明の補足も行なった。

学習3 それ、さっきも言った! 日本語例

ぞうさん ぞうさん
おはなが ながいのね
そうよ かあさんも ながいのよ

学習3 それ、さっきも言った! 中国語例

请让我来帮助你
就像帮助我们自己
请让我来关心你
就像关心我们自己

日本語例
ねにあなたをたすけてね
れようが私たち自身をたすけるように
あなたを心配にひきさせてね
ちようが私たち自身を心配にひきけるように
（中国語例）（パズルの王様）より

文字列が重なる例 演習問題
(例) B a n a n a ↔ B a n (2,3)

(1) うきうきうきうき (「うきうき雨季うきうき」のつもり。)

(2) うちわ(3,4)る

(3) しかいしかいしかない (「歯科医師会しか無い」のつもり。)

(4) なか(2,5)い

(5) きるときるときだ (「キルト着る時だ」のつもり。)

(6) かし(2,4)ない

図6 LZ法の演習

が、それはわずかな量ですんだ。以前に対面で行なった際は机間巡視して各対戦に対しそのつどアドバイスするが、オンラインではそこまで細かくはできないのもっと混乱するかと始める前は予想していたが、思いのほかうまくいき、「戦艦ゲーム」はオンライン上でも十分実施可能であることを確認できた。

3.6 天秤ゲーム（整列アルゴリズム）

第19回から第23回にかけて整列アルゴリズムの学習を行なった。[1]で整列アルゴリズムを扱っている学習7は、見かけは同じで重さが違うおもりを、天秤を用いて重さの比較だけで整列するゲームである。このゲームには「人がおもりを手に持つことが避けられず、それにより天秤を使わなくてもおおよその重さがわかってしまう」という問題点があり、実在の天秤の代わりにそれを模したものをコンピュータ上で仮想的に実現することで解決する研究[6][7]もあるが、筆者は数年前から、より簡便な方法として、トランプカードを用いる以下の方法を対面授業で実施していた。

- 裏向けにしてカードを切り並べる。
- 整列アルゴリズムに従い、2枚を比較するときにその2枚だけ表向きにして大小を調べ、またすぐに裏向きにする。
- アルゴリズムによりカードの位置の移動を行なう時は裏向きのまま行なう。

今回のオンライン授業においては、あらかじめ受講生に手元にトランプカードを用意させ、アルゴリズムに従ったやり方をドキュメントカメラ下で筆者が示した（図7）あと、各整列アルゴリズムに従った整列を受講生各自実行させた。

なおこの回にトランプカードを用いることはあらかじめ予告し、手持ちのものがある学生はそれを用意しておくように、持っていない学生にはフリーの画像素材サイトでトランプカードセットが含まれているものを示しそれをプリントしておくように指示した。使えるプリンタも手元に無い学生に関しては特に指示内では特に言及しなかったが、特に問い合わせは無かった。

3.7 ハノイの塔（再帰）

CSアンプラグドではないが、この授業では再帰（再帰呼び出し）についてかなり丁寧に解説している。対面授業で



図7 トランプカードを用いた整列アルゴリズムの解説場面

は再帰手続きを何枚も大判プリントし、それを順次壁に貼って再帰呼び出しのようすを書き込んでいくことで解説していた[2]。オンライン授業においても同様のことをカメラ下で行なった。図8は、ハノイの塔のアルゴリズムに関し、実物も提示しつつ再帰呼び出しの様子を解説している場面である。

4. オンラインでの「ペーパーテスト」

以前の対面授業のときは、この授業では2～3回のペーパーテスト（紙資料はすべて持ち込み可）を行ない成績評価を決めていた。コロナ禍により、対面での試験は大学全体として行なわないこと、評価はレポートで行なうことが学内方針として指示された。これはもちろん、オンラインで試験（ペーパーテスト）をそのまま行なうと不正が行われていないことの確認がきわめて困難であることによる措置であり、特に旧来からの暗記主体で資料等持ち込み不可（クローズドブック）においてはそうである。

しかし本授業のような数理系の授業においては、授業で教えた内容を本人が身につけたかどうかの判断は、レポート提出では困難であると考え、「オンラインでのペーパーテスト」を行なうことにした。

対面・オンラインを含め、ペーパーテストにおける不正はおおよそ以下の3種類に分類できる。

- 参照が認められていない資料等を不正に見る。
- 同時に同じ試験を受けている者同士で答えを見せ合う、あるいは一方的に他の受験者の解答の「のぞき見」をする。
- 当該試験の受験者以外の者の力を借りる。特に、当該分野に関して学生本人より高い能力を持つ者と試験中に不正に相談や通信をして問題を提示し解答を教えてもらうか、あるいは試験そのものを外部の者が代わりに受験をするいわゆる「替え玉」。

前述のように、本授業ではずっと「紙資料はすべて持ち込み可」の試験を行なってきた。よって上のうち(a)の問題は生じない。

(c)の防止は最も困難である。たとえ解答しているところをカメラで映させ試験時間じゅうそれを監督していたとしても、例えばカメラの裏側に専門家が立って答えを教えているかもしれない。また自宅でオンライン授業を受講して

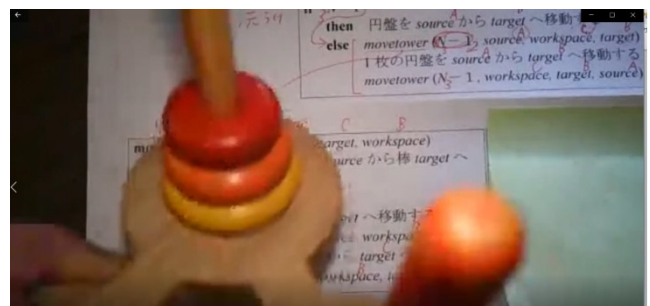


図8 ハノイの塔のアルゴリズムの解説場面

いる者にその部屋のカメラ撮り映像の提供を強制するのは住環境によってはプライバシーの問題もある。また本授業においては、受講生は受講中にまったく顔映像を送ってこなかった。「ネットワーク通信環境が不十分な学生のための情報保障に配慮せよ」との指示が大学としてあり、いっぽうモバイルルータの大学からの貸し出しなどは一切行なわれなかった。そのため、学生の自己負担によるネットワーク接続が従量制料金である場合もあることなどを考え、リアルタイム授業受講時に各自の映像を送るよう指示することはためられ行なわなかった。なお6月下旬からは大教室の一部を限定的に開放し、学生は入室のうえそこから大学のネットワークに接続することも認められた。

なお手書きしたものをカメラで静止画撮影させそれを提出させた回はあり、それは送られてきた。

(c)を行なうのはあらかじめ専門家を雇うなどかなり「計画的」に行なう必要があり、対面試験で他の受験生の解答を盗み見するなどのこととはかなり性質が違う。もちろん可能性を完全に否定することはできないが、受講生が少数であることなどからその可能性には目をつぶることにした。

今回は(b)をある程度防止するために「正解が受験者ごとに異なる」ようにした。付録 A.1 に、この授業で3回行ったうちの第2回の試験問題を示す。

学んだことの一つにハッシュ法があることを利用し、1.において、各自の学籍番号に「4桁の数に対し各桁の数字4つを合計しその10の剰余をとる」というハッシュ関数[1]を用いてハッシュ値を答えさせ、それを用いてそれ以降の問題が受講生ごとに正解が異なるようにした。

ただしそれだけだと、この問題に解答できない者は以後のすべての問題が解答不能になってしまう。これを避けるため、「もし1の問題（ハッシュ値）がわからない場合は、学籍番号の下1桁を...「自分の数」として解答しなさい」とした。これを答えた場合は当該問題のみ不正解として扱うことにすることで以後の問題は正解できる余地を残した。

ハッシュ値がたまたま複数の学生間で一致する場合もあり、また例えばあらかじめ「1は0と答えることにして他の問題の答えを見せ合おう」などと学生同士で不正行為をすることは可能である。しかし、今回はこの方式を使うこと自体が初めてのため学生が事前に知らないこと、その

方法を使うと100点満点中の5点を失うとしたことなどから、その防止は追及しなかった（あきらめた）。いずれにせよこの不正防止策は限度があり、あくまで、たいした計画的悪意は無い学生が、簡単に不正行為ができるならばと試験時間中に答えを見せ合う、といった単純な不正行為の防止策にとどまる。

試験時間は通常の対面試験と同様の80分とし、試験開始と同時に、「講義資料庫」として用いているGoogleDriveに試験問題をアップロードし、試験時間終了と同時に削除した。解答はメールに解答書式を貼り付け書き込んだものを提出させた。なお第3回試験においては申し出により1名に対し追試を行なったが、他の学生等からの試験問題の事前入手は禁止であると告げ、追試時間開始時に同一の問題を再度アップロードした。

なおこの試験には受講生10名が受験し、100点満点で採点して、最高点は100点、最低点は35点、平均点は71点であり、80点以上の得点者は10名中4名だった。受講者によるが、オンライン授業であってもよく理解できた者もいることが確認できた。

5. 受講生へのアンケート結果

第17回（第9週）に受講生へのアンケートを行なった。例年前期授業の終わりに大学全体で統一して行なっているが、今年はオンライン授業下での学生のようなすを早期に調べるべきだとの担当委員会の判断から、その時期に行なうことになった。設問項目は全授業で統一されているが、筆者は本授業に即した独自の設問を加えた。独自設問とそれへの解答を表2に、共通設問とそれへの回答を表3に示す。

6. おわりに

コロナ禍以前は大学の授業は対面で行なうものでありオンライン授業はあまり行われていなかった。筆者もオンラインでの情報処理学会委員会などへの参加はかなり行なってきたが、自らMeetやZoomにユーザ登録して場を用意しそこに学生を迎え入れて教えるのは初めての経験であった。しかし可能な工夫を半年間行なって上で報告したように行なえたし、録画が得やすい・出張先からでも授業ができるようになった、などのメリットもある。コロナ禍が去ったあとも時代はもはや逆行しないものと考えたい。

表2 アンケート結果—授業独自の質問への回答

	5	4	3	2	1	未習	
数の符号化（2進法）	1	1	6	0	0	0	
FAX ゲーム（ランレングス符号化）	2	1	4	1	0	0	
アルゴリズム 2	2	1	7	0	0	0	
文字の符号化	3	1	4	0	0	0	
LZ 法—文字列が重ならない例	3	1	2	1	0	1	
LZ 法—文字列が重なる例	4	0	2	1	1	0	
戦艦ゲーム	1	3	2	2	0	0	

表3 アンケート結果ー共通設問への回答

設問1 この授業であなたが主に学んだこと・理解したことは何か、自由に挙げてください。
色々な情報やデータの根幹をなすアルゴリズム、及びそれらを使った情報表現。 コンピュータの内部に潜んでいる様々な内容を理解しやすいように視覚的に学ぶことができた。 様々なプログラムの元となるアルゴリズムについて。 コンピュータ上における情報の表現方法や、プログラムへの命令方法など。 プログラム言語構造の原理がわかりました アルゴリズムがやってて得に面白かった アルゴリズムの具体例、その構成
設問2 この授業であなたが自ら進んで調べたこと・考えたこと、今後積極的に学びたいと思ったことがあれば挙げてください。
二進法における負の数の表記は意識して調べた。 数え方が逆になったり、自然数における同じ表記の数の対応など ややこしい部分には特に注意した。 計算機科学入門の内容について欠席していたのであまり理解が進んでいないのでそれについてまた学びなおしてみたい。 二進法における負の数の表現は注意して学んだ。 数え方が逆になったり、同じ表記が正の数の表現において 何に該当するかなど、ややこしい問題が多かった。 Java 言語、python などのプログラム言語はこれから学びたいと思っています。 言葉による説明ではなくアルゴリズムをかけるようにしたい 探索のためのアルゴリズム
設問3 この授業運営について、意見や要望等があれば自由に挙げてください。
はじめてのオンライン授業だったのでわかりづらい箇所が何回か在りましたが授業を動画サイトに上げてもらえたので理解できるかもしも（原文ママ） 特になし。オンライン授業も良かった。 今のところ問題はないように感じます。これからも積極的に学んでいきたいです 特になし。オンライン授業も良かったです ないです なし

参考文献

- [1] 兼宗進監訳, “コンピュータを使わない情報教育 アンブラグドコンピュータサイエンス,” イーテキスト研究所.
- [2] 和田勉, “アンブラグドコンピュータサイエンスと板書講義を併用した大学でのアルゴリズムの授業,” 情報処理学会研究報告コンピュータと教育研究会, 2009-CE-100(5), pp.1-7 (2009).
- [3] 和田勉, “コンピュータサイエンスアンブラグドと板書講義を併用した大学でのアルゴリズムの授業ーその後の改良と学生からの評価”. 情報処理学会研究報告コンピュータと教育研究会, Vol.2013-CE-121, No.2 (7 ページ) .
- [4] 間辺広樹, “海の近くの情報教室”, <http://www.info-study.net/>.
- [5] 安藤昇, “オンライン授業でグループに分けて通話させたい！さらに先生が全グループ巡回したい！”, <https://www.youtube.com/watch?v=2S5AXzNASBs&feature=youtu.be>.
- [6] 土田和人, 島袋舞子, 間辺広樹, 兼宗進, “AR を利用した CS アンブラグドの研究” 情報処理学会研究報告コンピュータと教育研究会, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育研究会, 情報教育シンポジウム SSS2014, pp.253-259, (2014 年 8 月)
- [7] 島袋舞子, 林康平, 兼宗進, “拡張現実感を用いたソーティング学習教材の提案”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.22, No.2, 2017, pp.199-208.

付録 A.1 この授業の試験問題（3回実施したうちの2回目の試験）

1. あなたの学籍番号の下4桁（例：J12345なら2345）から、アンブラグド本の学習6「戦艦」のうち「ハッシュ法を使ったゲーム」（シート3A3Bを使うゲーム）で使っているハッシュ関数（4桁の数から1桁の数を求める方法）により1桁の数を計算し、解答欄に書きなさい。

上で求めた1桁の数を以下の設問で「自分の数」と呼びます。

もし1の問題がわからない場合は、学籍番号の下1桁を1.の解答欄に書き、以後の問題はそれを「自分の数」として解答しなさい。

2. 以下の問いの答えを解答欄に書きなさい。

- (1) 以下のアルゴリズムで数 n を求め十進法で答えなさい。

if 「自分の数」 ≥ 7

then 「自分の数 - 3」を計算し n とする

else if 「自分の数」 ≤ 3

then 「自分の数 + 3」を計算し n とする

else 「自分の数 - 1」を計算し n とする

- (2) (1)で求めた n を4桁の2進法で書きなさい

- (3) $-n$ （マイナス n ）の数を2の補数表現による4ビット（符号ビット + 3ビット）で書きなさい

- (4) (1)で求めた n を使って、以下の (a)・(b)・(d)・(e) にそれぞれあてはまる正（プラス）の数を、(c) にあてはまる負（マイナス）の数を書きなさい。

ビットは0と1の2種類の値をとるため1ビットでは2種類のものが区別でき、 n ビットでは (a) 種類のものが区別できる。 n ビットで自然数を表すと0から (b) までの値が表せる。

n ビットで数を2の補数の方式で表わすと、(c) から (d) までの値が表せる。

$8 \times n$ ビットは16進法 (e) 桁でちょうど表わせる。

3. 以下の「自分の数」で指定された問題について、文字列を、アンブラグド本の学習3の「応用問題」の方式で、例えば「B a n a n a」なら「B a n (2,3)」のように、できるだけ短く表現したものを解答欄に書きなさい。（ ）内は問題には無関係です。

解答するのは「自分の数」で指定された1問だけです。2問以上解答した場合でも「自分の数」に対応する問題だけ採点します。

「自分の数」が0,1,2の人への問題「おそろおそろおそば」（恐る恐るお蕎麦）

「自分の数」が3,4,5の人への問題「えこだえこだえらい」（江古田エコだ偉い）

「自分の数」が6,7,8,9の人への問題「かふかふかふかふかしぎ」（カフカふかふか不思議）

4. 以下の記入をし、問いに答えなさい。

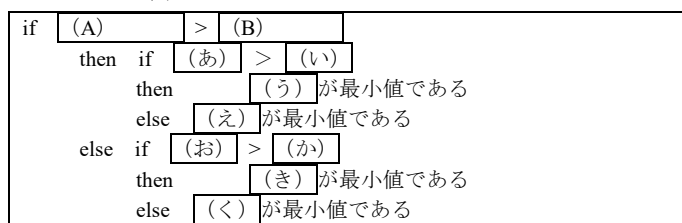
- (1) 図1と解答欄の両方の (A) 欄と (B) 欄に、以下で指定する記号を書きなさい。

「自分の数」が0,1,2,3の人は x と、4,5,6の人は y と、7,8,9の人は z と、両方の (A) 欄に書きなさい。

「自分の数」が4,5,7の人は x と、0,1,8,9の人は y と、2,3,6の人は z と、両方の (B) 欄に書きなさい。

- (2) 図1の (あ) ~ (く) 欄に x, y, z のうちの適切なものを入れて、 x, y, z の3つの中の最小値を求めるアルゴリズムを完成させなさい。(あ) ~ (く) の答えを解答欄に書きなさい。同じものを何度書いてもかまいません。答えは何種類かあり、最小値を求めるアルゴリズムになっていれば正解とします。(x, y, z の値はそれぞれ異なっているとします。)

図1



5. 以下の記入をし、問いに答えなさい。

- (1) (2)の問題文と解答欄の両方の (C) 欄と (D) 欄に、以下で指定する記号を書きなさい。

「自分の数」が奇数の人はそれぞれの (C) 欄に16000と書き、それぞれの (D) 欄に32と書きなさい。

「自分の数」が偶数(0を含む)の人はそれぞれの (C) 欄に32000と書き、それぞれの (D) 欄に16と書きなさい。

- (2)以下の (f) ~ (j) にあてはまる数値を選択肢から選んで書きなさい。同じものを何度選んでもかまいません。

(C) 個の名前が並んだ列の中に指定された名前があるかどうかを調べるアルゴリズムについて考える。線形探索法 (Linear Search, 線形探索) では、探す名前が列にあれば、平均して約 (f) 回、最大で (g) 回の探索で見つかる。一方、二分探索法 (Binary Search, 対分探索) では、最大で (h) 回かそれより1回多い探索で見つかる。(列の中の名前は整列されているものとする。)

・(D) 個の名前が並んだ列を選択ソート (Selection Sort, 選択排序) で整列する場合、名前の比較を (i) 回行なう必要がある。同じく (D) 個の名前が並んだ列をクイックソート (Quick Sort, 快速排序) で整列する場合、最も少なくても済む場合は名前の比較を (j) 回行なえば整列できる。

選択肢

1	3	14	28	38	103	120
496	8000	12850	16000	32000	64000	128000