

ぐんま数理データサイエンス教育プログラム

高橋 啓^{†1}

概要：群馬大学では、昨年4月より、ぐんまデータサイエンスプログラムという全学向けのデータサイエンス学習プログラムの提供を始めている。本稿は、そのプログラム及びそのプログラムを学内で中心となって推進している数理データ科学教育研究センターの紹介及び担当者としての苦労話をまとめたものである。後者については、著者の私見であるため、所属している組織等とは一切関係ない旨最初にお断りさせて頂く。これを読んで、私のように「よ～し、地方国立大学を変えてやるぜ！」と意気込むもよし、「やはり未開の地グンマーは大学までこんななのね。」と思うもよし、読者におまかせする。

キーワード：統計教育, e-learning, 合理的配慮

1. はじめに

昨年、未開の地グンマーから著者が客員教員用務で上京し、定宿としている荻窪から中央線にのり、未開の地へと帰ろうとした時の話である。いつもより早くホテルを出た著者は、運悪くラッシュにぶち当たってしまった。しかし、午後の会議には出なくては行けない。覚悟を決め、久しぶりの満員電車に乗った。案の定、乗車率180%くらいでほとんど身動きがとれなかった。生憎車両の中央に体が来てしまい、外も見えない。線路も混んでいるらしく、すぐに信号で電車も停車してしまう、いわばのこぎり運転である。隣の阿佐ヶ谷駅に着いても、乗ってくる人だけで降りる人は皆無である。そんなときにふと超幾何分布という文字とその確率質量関数が目に飛び込んできた。それは手書きのノートに書いてあったので、学生かなと思ふと脇を見ると確かに学生とおぼしき女性であった^a。この女性が熱心に手書きのノートを赤ペンと緑色のシートのチェックシートでその分布や母数を暗記していた。この光景を見たときは、超幾何分布の確率質量関数を自分も覚えているかな？と思い、感心、感心と思っていたが、新宿から埼京線に乗り換えるころには、その勉強方法に違和感を覚えてきた。

そこそこマニアックな分布について、その性質をよく理解せず、やみくもに統計量を覚えるのは、少なくともデータサイエンスの学習としては良くないのではないか。もしかすると、彼女は数学科かもしれない。当然そういった考えも頭をよぎったが、そのころ今回紹介する群馬大学のプログラムを具体的にどうしようか考えていた私の腹はこれで決まった。

「モデルではなく、データから話をしよう。」

私が以前勤務していた統計数理研究所では、その系が大きくモデリング研究系、データ科学研究系、数理・推論系と別れている。この中のデータ科学研究系は、いかにデ

ータをとるか、データに語らせるかということを中心として研究を行っている。よくいう「鳴かぬなら鳴かせてみようホトトギス」という秀吉の立場である。超幾何分布の確率質量関数を知っていても、データが上手くハンドリングできるとは限らない。ましてや学部入りたての学生に床関数等を理解してもらえるなんて思えない。データ科学研究系の考え方で、プログラム全体の話を進めよう

本稿は、昨年4月より行っているぐんま数理データサイエンスプログラム、及びそのプログラムを学内で中心となって推進している数理データ科学教育研究センターの紹介を行う。このプログラムを作成、実行する過程で、著者は地方国立大学あるあるかもしれない色々な組織や規則、やる気の壁にぶち当たった。それらの点を含め色々と紹介できればと思う。

2. 群馬大学数理データ科学教育研究センター

同センターは、2017年12月に学長直属部局として、群馬大学荒牧キャンパスに設置された。このようなセンターは、2016年12月の「数理及びデータサイエンスに係る教育強化」の拠点校の選定以降、全国の国立大学で雨後の竹の子のようにできている[1]。そのようなセンターの一つとして当センターも誕生しているが、2017年というのは(著者着任前であるが)地方国立大学としてはかなり早い方であったと考えられる。

センターは、e-learning教材作成や評価を行う情報数理ユニット、データ解析やデータサイエンス教育を主に担うデータ科学ユニット、後に追加されたレギュラトリーサイエンスユニットの3つのユニットで構成されている。専任教員は、2020年3月末現在で専任5名、兼任13名である。4月には専任が2名ほど増員される予定である。専任の教員は、本部のある荒牧キャンパスと医学部のある昭和キャンパスに分散配置されているが、兼任教員は、医

^{†1} 群馬大学数理データ科学教育研究センター (連絡先: taka84@gunma-u.ac.jp)

^a 決して体が触れていたわけでも、わざわざ覗き込むようなことをしていたわけでもない。念のため。

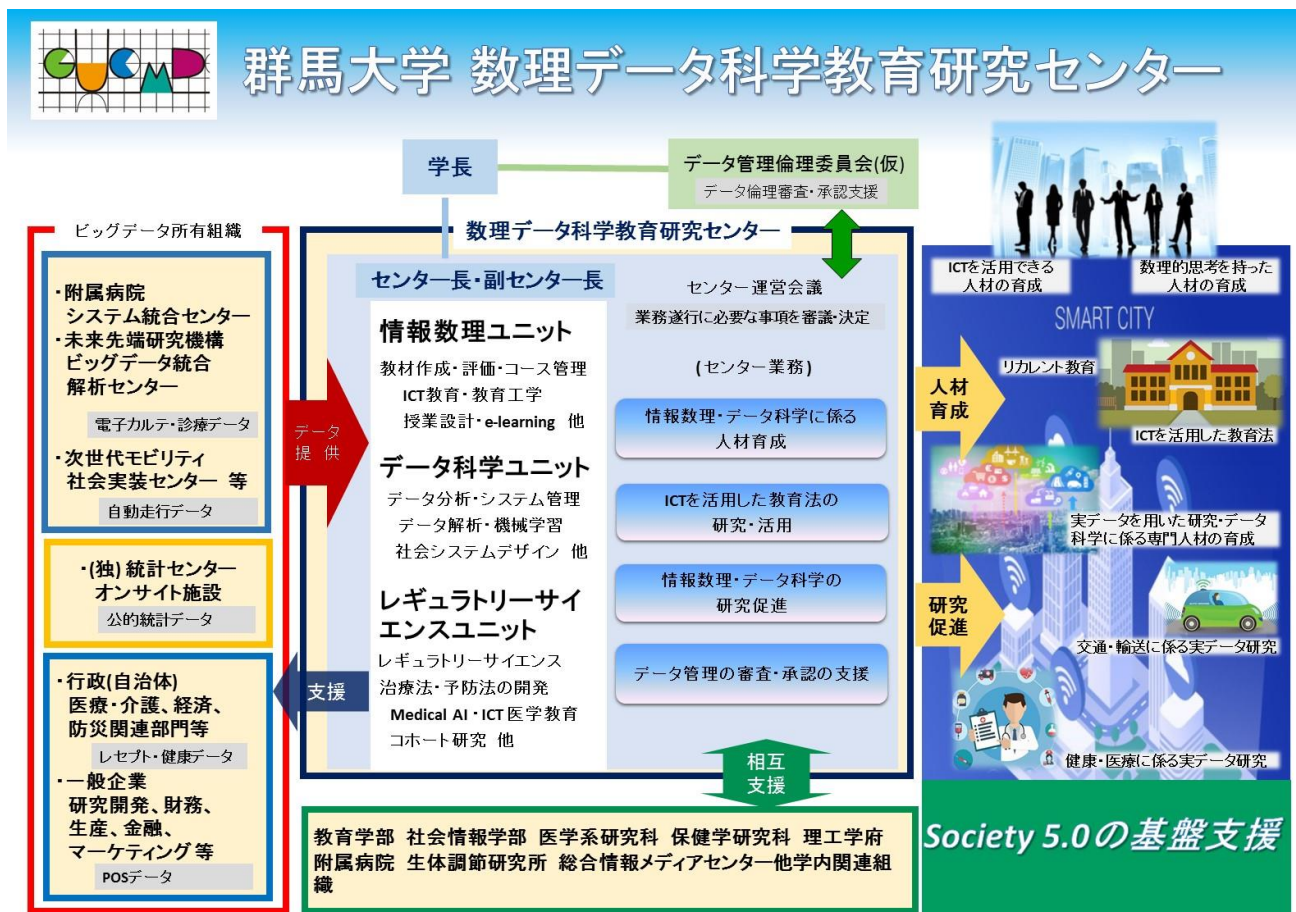


図1 群馬大学 数理データ科学教育研究センター

学部、社会情報学部、教育学部、理工学部の教員であるため、専任のいるキャンパス以外にも桐生、太田のキャンパスにも在室している。桐生や太田のキャンパスには車で1時間以上かかるため、センターにはテレビ会議システムポリコムが導入されているが、兼任の方の会議への参加率が低いといった問題の抜本的な解決には至っていない。このリソースの分散をいかに集約するかは今後のセンターの課題の一つである。

センターの設立は、国立大学法人運営費交付金の重点支援（国立大学第3期中期計画）において、当初群馬大学として目標に掲げられていた。しかし、この「センターの設立」という KPI は input 指標であり、それはバーチャルであってとにかく「設立した」と宣言しさえすれば容易に達成可能な目標であるため、実はあまり覚えめでたいものではなかった。そのため、昨年度中に output 指標である「数理情報及びデータ科学に関する教養教育科目の初年次学部学生の受講率」と変更している。これは後に説明する「ぐんま数理データサイエンスプログラム」へとつながる。この指標の精選および実施状況については、さ

ている[2]。

センターにはここで主として紹介するデータサイエンス教育以外にもミッションがある（図1）。具体的には、ICT を活用した教育の推進、個人情報保護に向けたデータ倫理審査等である。これらは、データサイエンス教育の実施にも密接に関わっている。「ICT を活用した教育の推進」を主に担当している数理情報ユニットには、データサイエンス教育における e-learning の実施において、その教材作成や評価の実施を支援して頂いている。また、教育に用いる実データについては、一部個人情報を含む形でデータを外部から頂くため、倫理審査を行う予定である。

3. ぐんま数理データサイエンスプログラム

ぐんま数理データサイエンスプログラムは、群馬大学が周辺各大学等と協力し、数理データサイエンスのリテラシーレベルを中心とした教育を行うプログラムである。このプログラムを掲げ、2018年11月に群馬大学は競争的運営費交付金である「大学における数理・データサイエンス教育の全国展開」の協力校に応募し、東京大学をはじめとする拠点校の協力校となっている。協力校の位置づけは、全国6ブロックごとに拠点校が設けられ、この拠点校



ぐんま数理データサイエンス教育プログラム



図2 応募時のぐんま数理データサイエンス教育プログラム (案)

の行う普及展開活動に協力し, 各ブロックでコンソーシアムを形成するとともに, 各協力校のある都道府県を中心とした地域にある国公立, 私立大学及び高等専門学校へ数理・データサイエンス教育の普及を図るというものである。

このプログラム応募の際, 群馬大学として提出したプログラムの概要が図2である。プログラムへの参加校として群馬大学以外に「めぶく。プラットフォーム前橋」という地域連携コンソーシアム参加各校, 単位互換校各校に参画を願い, 群馬大学が作成した教材の各校での普及を目指している。また, この普及にあたり, 実際に授業を担当頂く教員の能力向上等を目指し, FD活動を行っている (2019年度は既に3回実施, この号がでるころにもう1度実施予定)。

また, 前述の運営費交付金重点支援のKPIをうけ, 同様のKPIを図2右下のように約束している。2019年度は社会情報学部及び理工学部電子情報理工学科で実施, 2020年度は社会情報学部, 理工学部, 教育学部で実施, 2021年度は全学部で実施という予定であった (2019年度は実施済み)。

この時点では, 群馬大学が自校で提供する予定科目は, 全学必修のデータ・サイエンス及び選択となる6つの科目となっていた。全て学部1年生で取り終わる形となっているのは, キャンパスがタコ足となっており, 2年生以降は各学部のキャンパスのみにしか登校しなくなるためである。選択科目については, 2018年度から一部導入が始まり, 当時新学部といわれていた現在設置準備中の情報学部の科目を全学向けに開放する予定であった。また, 必修のデータ・サイエンスについては, 独立した科目群として2単位 (15回の講義) で開講する予定であった。また, この必修科目は科目の性質上コンピュータの利用が必要となる。また, 荒牧キャンパスには社会情報学部と教育学部という文系の学部しかなく, ほとんど大学院の学生がいないため, TAの確保が困難である。そのため, できる学生は授業に来なくてもよくするため, e-learningの導入を予定していた。しかし, いつでもコンピュータの利用ができる部屋が3部屋140台程度しか荒牧キャンパスにないため, 2020年度からのパソコン必携化と教養教育棟のWi-Fi強化を教員の増員 (このとき1人については公募中) と併せ理事にお願いし, 了承された。また, この

学年の情報の掲載。演習		講義		演習		講義/演習		常設		非常設		理工学部										教育学部										医学部医学科										医学部保健学科			
学部	クラス	A	B	A	B	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	A	B	A	B	A	B	C	D															
時間	月5	月7	火5	火5	火5	火5	金12	金12	金12	金12	金12	金12	金12	金12	金12	金12	金12	金12	金12	金12	金12	金12	金12	金12	金12	金12	金12	金12	金12																
講義室	杜情	杜情	GB203	GB203	GB203	GB203	GB203	GB203	GB203	GB203	GB203	GB203	GB203	GB203	GB203	GB203	GB203	GA302	GA302	GA302	GA302	GA302	GA302	GA302	GA302	GA302	GA302	GA302	GA302																
演習室	杜情	杜情	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201	GB201																
時間割コード	LB1143	LB1156	LB1246	LB1246	LB1246	LB1246	LB1503	LB1503	LB1503	LB1526	LB1526	LB1526	LB1526	LB1526	LB1526	LB1526	LB1303	LB1303	LB1303	LB1303	LB1303	LB1303	LB1303	LB1303	LB1303	LB1303	LB1303	LB1303	LB1303																
1	A,B,C	A,B,C	a	b,D	c,E	a	b,D	c,E	F	d,D	c,E	F	d,D	c,E	I	d,D	c,E	d,D	c,E	a,E	D	D	D	D	D	D	D	D	D																
2	A,B,C	A,B,C	b,D	c,E	a	b,D	c,E	d,D	c,E	F	d,D	c,E	d,D	c,E	I	d,D	c,E	d,D	c,E	a,E	D	D	D	D	D	D	D	D	D																
3	A,B,C	A,B,C	a	b,D	c,E	a	b,D	c,E	d,D	c,E	F	d,D	c,E	I	d,D	c,E	d,D	c,E	a,E	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D																
4	A,B,C	A,B,C	b,c	a	b,c	b,c	a	d,c	d,c	G	d,c	d,c	G	d,c	d,c	G	d,c	d,c	e	d,c	D	D	D	D	D	D	D	D	D																
5	A,B,C	A,B,C	a	b,c	a	b,c	a	d,c	d,c	G	d,c	d,c	G	d,c	d,c	G	d,c	d,c	e	d,c	D	D	D	D	D	D	D	D	D																
6	A,B,C	A,B,C	b,c	a	b,c	a	b,c	d,c	d,c	H	d,c	d,c	H	d,c	d,c	H	d,c	d,c	e	d,c	D	D	D	D	D	D	D	D	D																
7	A,B,C	A,B,C	a	b,c	a	b,c	a	d,c	d,c	H	d,c	d,c	H	d,c	d,c	H	d,c	d,c	e	d,c	D	D	D	D	D	D	D	D	D																
8	A,B,C	A,B,C	a	b,c	a	b,c	a	d,c	d,c	H	d,c	d,c	H	d,c	d,c	H	d,c	d,c	e	d,c	D	D	D	D	D	D	D	D	D																
9	A,B,C	A,B,C	a	b,c	a	b,c	a	d,c	d,c	F	d,c	d,c	F	d,c	d,c	I	d,c	d,c	e	d,c	D	D	D	D	D	D	D	D	D																
10	A,B,C	A,B,C	b,c	a	b,c	a	b,c	d,c	d,c	F	d,c	d,c	F	d,c	d,c	I	d,c	d,c	e	d,c	D	D	D	D	D	D	D	D	D																
11	A,B,C	A,B,C	a	b,c	a	b,c	a	d,c	d,c	F	d,c	d,c	F	d,c	d,c	I	d,c	d,c	e	d,c	D	D	D	D	D	D	D	D	D																
12	A,B,C	A,B,C	b,c	a	b,c	a	b,c	d,c	d,c	F	d,c	d,c	F	d,c	d,c	I	d,c	d,c	e	d,c	D	D	D	D	D	D	D	D	D																
13	A,B,C	A,B,C	a	b,c	a	b,c	a	d,c	d,c	F	d,c	d,c	F	d,c	d,c	J	d,c	d,c	e	d,c	M	M	M	M	M	M	M	M	M																
14	A,B,C	A,B,C	b,c	a	b,c	a	b,c	d,c	d,c	F	d,c	d,c	F	d,c	d,c	J	d,c	d,c	e	d,c	M	M	M	M	M	M	M	M	M																
15	A,B,C	A,B,C	a	b,c	a	b,c	a	d,c	d,c	J	d,c	d,c	J	d,c	d,c	J	d,c	d,c	e	d,c	M	M	M	M	M	M	M	M	M																
16 (テスト)		テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト	テスト																
※ テスト クラス入替		GB201後半	N様後半	GB201前半	N様前半	GB201後半	N様後半	GB201前半	N様前半	GB201後半	N様後半	GB201前半	N様前半	GB201後半	N様後半	GB201前半	N様前半	C105後半	GB201前半	N様前半	C105前半	入替なし	入替なし	テストなし																					

図3 2019年の「情報」科目の教員配置

とき医学部や教育学部といった実技系養成課程が多く、必修かつ実習を要する単位が多い学部を抱える群馬大学で空きコマをCAP制のもとで確保できるのかについても執行部に尋ね、可能であるという旨の回答があった。ここまでの話について過去形で記述しているのは、その後色々と変化があったためである。

その後の紆余曲折は次に示すとおりである。このプログラムが採択されたのが 2019 年 1 月だったのだが、3 月になり突然執行部から空きコマを確保するのがやはり難しいため、コンピュータ演習室を使用している既存の「情報」という科目（群）を「データサイエンス」と変更し、15 コマのうち後半 9 コマをデータサイエンス関連の内容とし、前半 6 コマをそのまま情報の部分（群馬大学におけるメールの使い方等）として残置するという連絡があった。また、新学部の設定が 1 年延期され、パソコン必修化についても 1 年延期となった。さらに、最後（2021 年度）に必修科目が入る予定であった医学部についても改組に併せ 2020 年度より実施することとなった。

そうはいつても、2019 年度からデータサイエンスの試行が始まるため、全学必修の「情報」の実情を把握しようとした。基本的に 1 年生前期に配置される 2 単位のどの大学でもある科目である。しかし、図 3 にあるとおり、コマ単位で学部ごとに内容が異なり、モザイクになっていることが分かった。図 3 において肌色の箇所が演習のみを行うコマ、白が講義のみを行うコマ、グラデーションになっている箇所が講義と演習を行うコマを意味する。通常は何らかの単元の講義を受け、その演習を行うというのが、このような初年次向け情報科目のやり方である（著者が学生のときの大学でもそうだった）が、群馬大学では、理工学部と教育学部、医学部医学科ではこれが演習と講義に分かれており、さらに理工学部と教育学部の半分では 2 単元分の演習をやり、その分の講義を翌週聞くという、あべこべなことが行われていた。これは、1 度に利用できる端末室の容量に限界があるためである。通常の大学だと、必修科目とまた別の必修科目をペアとし、そ

れを前後のコマで入れ替えることにより、資源の効率的活用を目指す、既に科目があり、さらに学部の方が強い群馬大学では実現不可能な方策であったのかもしれない。そのため、講義を2,3クラス合同で行い、クラスごとに演習を行うという方法が取られてきた。このクラスが別々の授業コードならば理解できるのだが、授業コードは講義の単位となっているため、シラバスではこのようなトリッキーなことが行われていることは全くもって確認できない状態であった。テストについても端末室を利用したものであるため、同じコマを前/後半に分け、入替え制で行っている状況であった。つまりところデータサイエンスは、「情報」という建て増しを重ね、構造がわからない家の一部に突然放り込まれたような状況であった。

さらに内容についても各学部等の専任教員(A~O)や非常勤講師(a~c)に任されているため、学部間で内容が異なるのはもちろん、学科内でも内容に差がある状態であった。同じ科目名なのに中身が異なることは教養科目では往々にして起こりがちであるが、同じ時間割コードで内容や習う順番が異なるというのは他学では聞いたことがない。また、医学部保健学科だけ、専門の必修の授業の関係で「情報」の講義が後期に入っており、テストも行っていないことが分かった。ここではさらりと書いているが、これを全て把握している人が学内にもいなかったため、把握し、理解するのに2,3ヶ月を要した。

以上のような状況であるため、この 15 コマの後半の部分を単純に切り取るということができないことが分かった。ここから先はプランを提示し、それに対しご意見を頂くという形で何度も修正が入った。ときには、「何でこんな面倒なことをやるんだ、そのままにしておけ」、「9 コマ分のコンテンツをつくるのなら、残りの 6 コマ分もつくれ」、「こんなのどうでもいいから教科書を書け」、「全部そちらのセンターがやるのではないのか」「統計的検定を教えて欲しい」等という叱咤激励があったが、何とか後半 9 コマ部分については共通の内容のものを入れることができた。

表1 データサイエンスの各コマの内容

7	Excel の使い方 データの型 関数 絶対参照, 相対参照
8	データサイエンスの概略 データサイエンスとは? データの種類 データ解析の概略
9	グラフによる可視化 さまざまなグラフ表現 時系列データ 度数分布とヒストグラム 駄目なグラフ
10	分布の位置を表す代表値 平均値 中央値, 最頻値
11	分布の散らばりを表す代表値 分散 四分位範囲と多様性指数
12	複数の系列間の関係性 クロス集計と散布図 共分散と相関係数
13	分析用データの処理 データベースのさわり: テーブルの結合 外れ値の除去, 標準化
14	最終演習の準備 班分け, ルールの説明 データの配布
15	最終演習発表

4. 必修科目: データサイエンス

こうして導入することとなったデータサイエンスであるが、内容については、基本的に統計検定3級程度の記述統計に加え、データ解析の概略と触り程度のデータベースの基礎が入っている。いわば、データサイエンスのリテラシーレベルというものである。分布等も教えたほうがいいが、データをいじることは楽しいと思ってもらえることや、間違った分析(偽相関等)をするととても困ったことになるということを理解してもらうことを優先している。推測統計や確率をいれるにはコマ数が少なすぎるため、そこは大胆にカットした。医学部等では1年生からやり方として統計の検定を教えている場合も多いようだが、背景やその限界を知らないととにかく検定すればいいと覚えてしまうため、かえって危険である。

演習は、全てExcelでできるようにしてある。RやPythonの利用も考えたが、そもそもコンピュータ言語に触れたことのない学生にこれらの言語の利用は困難であると考え、必修科目であることから、誰でも利用可能で大学から無料で提供されているExcelを用いることとした。Pythonについては選択科目として来年度から3つの科目で試行される予定である。データサイエンスの詳細な内容については表1のとおりである。これらのうち、対面で行った方がよい部分は対面で行い、そうではない部分(肌色部分のコマ)についてはe-learningを取り入れている。内容については繰り返しになるが「データ」が主役である。そのため、最初にデータの尺度の話をし、それに応じた記述統計量の話をする。最後に、実際のある程度(といってもExcelで解析できる程度だが)大きなデータで自由に演習を行い、発表してもらう。来年度は、荒牧キャンパスにある大学生協食堂のPOSデータ(1ヶ月程度)を対象に予定している。ゴールデンウィーク前後の売上を比較し、売上が減っていないので今年の1年生はまじめですといった学生視点での分析や、生協の混雑解消や廃棄ロス削減といった視点で解析に取り組んでもらいたい。

周辺大学での利用や社会人リメディアル教育のことも考え、各単元は2~4の講義動画とそれに対応した演習問題で構成されている。より基本的なことを含め学びたい場合には、群馬大学の1コマ分を2コマで行うということも容易な構成となっており、来年度周辺校での利用では、そういう利用の仕方をする予定であると聞いている。

e-learningについては、動画配信については自前でサーバを構築し、その中にMediasiteの動画配信用ソフトを導入している。ただし、そのサーバを直接見に行くわけではなく、Learning Management SystemであるmoodleからLinkしており、moodleへのLogin情報から誰がいつ、どの動画のどの部分を見たかという受講確認がMediasite側で可能となっている。学生はmoodleの画面とは別に立ち上がるプレイヤー上で講義動画の視聴を行うこととなる。また、演習部分については、moodleの小テスト機能により、moodle上で自動採点されている。この演習部分については何度でも受講することができるため、正解の表示はあえて行っていない(教師からは見える)。家で学生が学習を行う際には、スマートフォンで講義動画を見ながら、演習問題を解くことも可能な設計となっている。

このe-learningの教材は必修単位を想定しているため、初期の段階から合理的配慮を考えて構築している。具体的には、合成音声+字幕表示機能を追加することで、聴覚障害に完全に対応している。また、一部については視覚障害についても対応しているが、グラフ等の視覚表現の箇所については対応が難しく、今後の課題である。また、障害ではないが、色覚異常についても対応している。色覚異

【色覚異常への対応】

日本では、成人男性の5%、女性の0.2%程度が先天性色覚異常（ただし、障害とはされていない）⇒必修化においては必ず対応が必要！
色覚異常のうち99%は、赤や緑が正常に認識できない1型色覚と2型色覚であり、これらの色覚へ講義資料や演習問題では、

- ・色の使い分けをチェック、修正
- ・赤字の強調等はアンダーラインを引く

等で対応済み

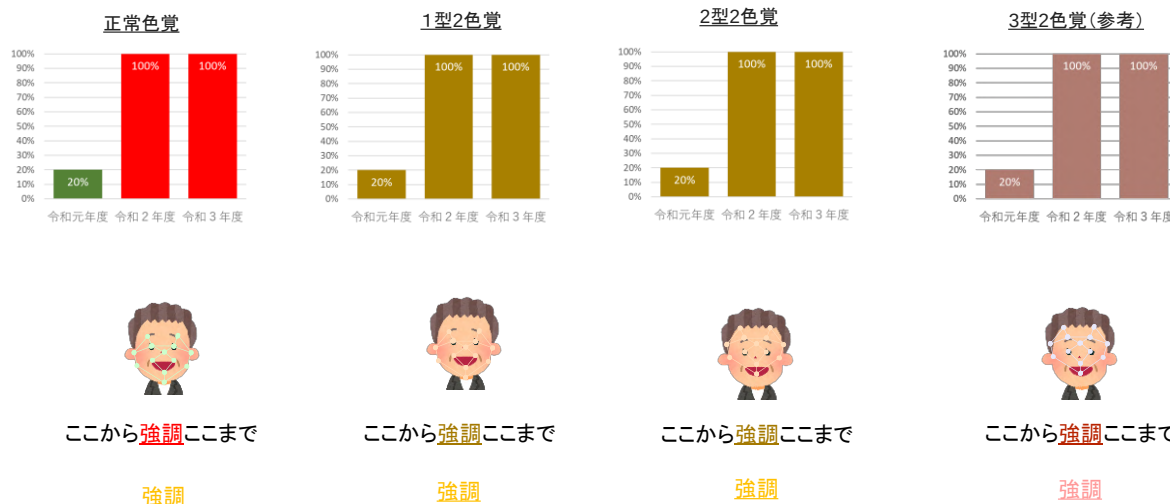


図4 色覚異常とその見え方

常とは、網膜の細胞が特定の波長の光線に反応しなくなったり、その割合が下がることにより起き、その細胞の種類により3種類に分けられる（図4）。正常な色覚の人には一番左端のように見えるものが、それぞれの色覚異常の人にはその右側のように見えてしまう。そのため、色のシミュレータというその色覚を再現可能なソフトを用いて資料を見て、見えにくい、区別がつきにくい箇所の修正を行い、強調箇所は赤字にするだけでなく、太字とアンダーラインを組み合わせた強調としている。それ以外にも実際の色と異なる色に変更し、識別性を高めている。

5. 今後の展望

来年度の本格実施に向け準備は整ったものの、モザイクとなっている箇所についてはあまり大きく動かしていない。再来年度の導入がようやく決まったパソコン必携化と併せ、わかりにくい構成となっている授業を通常の講義、演習を繰り返すスタイルに取り戻すという改革がまだ残されている。また、既に導入されている科目以外についても今後3,4科目程度導入を考えている。とてもそのリソースから主幹校の提供している科目の量、質にはなりそうもないが、それでもコツコツと進めていかないと小さい国立大学はよくて吸収、最悪潰れてしまう。本来はデータサイエンス教育のみを考えればいいのだが、どうしても旧態然とした大学だと、システムを含めた全学の教養教育改革を行うことになってしまう。

最後に宣伝を兼ねてということになるが、e-learning教

材は無料で他の高等教育機関に提供している。Moodleが入っていればすぐにでも講義、演習に活用できるため、是非活用頂ければと思う。この原稿の執筆はまさに新型コロナ渦の最中であり、FDの開催や来年度の講義がいつ始まるかとても著者は心配している。やはりコロナのバカ一っ！である。

謝辞 色覚異常や各種障害への対応策をご教授頂いた筑波科学技術大学の飯塚教授に深く感謝します。交通事故のように突然この改革期に情報委員長を務めることとなり、データサイエンスの全学導入においてご尽力頂いた理工学府電子情報コースの高橋俊樹准教授にも感謝します。この科目のために何度も桐生と荒牧を往復、また非常勤講師の紹介までして頂き有難うございました。新規教員の採用等で強力で執行部と掛け合っていたいただいた浅尾センター長、演習問題の作成、e-learning環境構築にご尽力頂いた井上仁准教授にも大変お世話になりました。最後に非常勤講師手配や理解不能だった情報の講義の構造の理解につきあって頂いた教養教育係の山内裕美さんにも厚く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムホームページ: <http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/>, (2020年3月5日確認)
- [2] 文部科学省ホームページ 令和元年度国立大学法人運営費交付金の重点支援の評価結果について: https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/houjin/1417263.htm (2020年3月6日確認)