

日本教育心理学会第67回総会
会員企画シンポジウム

中学・高校・大学生の
データサイエンスリテラシーを育てる

大学生のデータサイエンスリテラシー育成

2025年10月13日 (月祝)

石井 秀宗
名古屋大学大学院教育発達科学研究科

データサイエンス教育の基本構造

4系
×
3能力

大学院レベル

課題解決力

システム系

- ・機械学習(中上級)
- ・ニューラルネットワーク、深層学習(中上級)
- ・プログラミング(上級)
- ・ベイズ統計(中上級)

理工系

- ・機械学習(中上級)
- ・ニューラルネットワーク、深層学習(中上級)
- ・数値解析、数理モデル(中上級)

生命系

- ・機械学習(中上級)
- ・ニューラルネットワーク、深層学習(中上級)
- ・データマイニング(中上級)
- ・多変量解析(中上級)
- ・ベイズ統計
- ・時系列解析(中上級)
- ・数理モデル(中上級)

社会・人文系

- ・統計的因果推論
- ・統計モデリング(一般化線形モデル、線形混合モデル、階層ベイズモデル)
- ・構造方程式モデル

各専門分野の研究に必要な高次の数理・データ科学の知識及びスキルを修得し、課題解決能力を養う。

学部専門レベル

データ活用力

- ・機械学習(初級)
- ・ニューラルネットワーク、深層学習(初級)
- ・プログラミング(中級)
- ・多変量解析
- ・ベイズ統計(初級)

- ・機械学習(初級)
- ・ニューラルネットワーク、深層学習(初級)
- ・多変量解析
- ・時系列解析
- ・ベイズ統計
- ・数値解析、数理モデル(初級)

- ・機械学習(初級)
- ・ニューラルネットワーク、深層学習(初級)
- ・データマイニング(初級)
- ・多変量解析(初級)
- ・統計・確率モデル
- ・時系列解析(初級)
- ・数理モデル(初級)

- ・データマイニング(初級)
- ・多変量解析
- ・共分散構造分析
- ・ベイズ統計(初級)
- ・実社会データの収集・解析

学部専門に応じて必要な数理・データ科学の知識及びスキルを修得し、データ活用力を養う。

教養教育レベル

数理思考・
情報処理基礎

数理・データ科学の素養を広範に学び、数理的思考及び情報処理の基礎力を養う。

- 情報
- ・情報のデジタル表現
 - ・コンピュータリテラシー
 - ・データ構造とアルゴリズム
 - ・プログラミング(初級)

- 統計
- ・データの記述と可視化
 - ・平均、分散・標準偏差、相関係数
 - ・母集団と標本
 - ・確率変数と確率分布
 - ・統計的推定と検定
 - ・線形回帰モデル、最小二乗法
 - ・統計のための数学基礎

※ 各レベルでポリシーを統一。必要に応じて系において扱う内容を考慮。

- 目的

- 社会の様々な場面で新しい価値を生み出す基盤となるデータ分析能力を身につけるために、基礎的知識と汎用的な分析技能を獲得する

- 講義 「データ科学基礎」

- 1年生全員必修 前期 1単位 (全8回)
- データ分析能力を身につける上で、最も重要な基礎的知識を習得する

- 演習 「データ科学基礎演習A/B」

- 多くの学部で1年生全員必修 後期 1単位 (全8回)
- 主にAは文系, Bは理系学部対象
- 講義において習得した知識を基に、受講生自身がプログラミングや計算機ツール等によるデータ分析の基礎的技能を習得する

「データ科学基礎」概要

- 1年生全員必修
- 共通教材
 - 文系学生も理系学生も同一の内容
 - なるべく数式は用いず概念を直感的に理解することを優先
- オンデマンド授業
 - スライドと動画を用いたe-learning
 - 基本的に質問もオンライン対応
 - 毎回の小テストの結果で可否を評価

データ科学への誘い

第1回	データ科学の役割
-----	----------

データの取得・管理

第2回	データの表現
-----	--------

第3回	人工知能
-----	------

第4回	情報倫理・セキュリティ
-----	-------------

データの解析・活用

第5回	記述統計
-----	------

第6回	確率
-----	----

第7回	統計的推定
-----	-------

第8回	統計的検定
-----	-------

「データ科学基礎」 授業計画

第1回 データ科学の役割

データ科学の役割

第2回 データの表現

コンピュータにおけるデータの表現と処理
さまざまなメディアの表現

第3回 人工知能

人工知能の歴史
機械学習の基礎と展望
深層学習の基礎と展望
生成AIの基礎と展望

第4回 情報倫理・セキュリティ

情報倫理と関連法規
個人のデータに関する法
倫理に配慮したデータ収集と利活用
データサイエンスに関する様々なバイアス
情報セキュリティ：歴史と変遷
データの匿名化

第5回 記述統計

データの種類
データの可視化
代表値・散布度
相関関係と因果関係
変数間の関係の可視化
実際のデータに発生する問題

第6回 確率

順列と組み合わせ
確率変数と確率分布
期待値・同時確率と条件付き確率
ベイズの定理と応用

第7回 統計的推定

統計的推測の前準備
統計的推測の考え方
点推定
区間推定

第8回 統計的検定

統計的検定の前準備
統計的検定の手続き
統計的有意性と実質的有意性
統計的検定の注意点

- 「データ科学基礎」の内容を参考にして
- 高校におけるデータサイエンス教育を展開する教材を
- 名古屋大学教育学部附属中学校・高等学校の
都丸希和先生・佐藤健太先生が開発
- 近いうちに書籍化

LET'S TRY

外れ値を調べるためには、どのグラフを作成すると良いだろうか。

ある学年の男子 60 人で 300mトラックを 5 周する 1500m 走を行った。平均タイムが 6 分 48 秒、標準偏差は 51 秒となった。しかし、体調不良で開始直後から歩いていた生徒が 2 名いた。

- タイム順に 20 名ずつ群分けしたときの、各群の平均タイムの棒グラフ
- 各生徒のタイムをデータとしたときの、タイムの箱ひげ図
- 各生徒のタイムをデータとしたときの、タイムのヒストグラム
- 平均±標準偏差でタイムを 3 群に分けたときの、各群の人数割合の帯グラフ

「データ科学基礎演習 A」 概要

- 主に文系学部対象
 - 理系学部の学生が履修することも可能
- 演習内容
 - Excel, Rの基本操作
 - 講義で扱った計算や分析手法をExcel, Rを用いて実行
 - Rによる初級プログラミング
- オンデマンド授業
 - スライドと動画を用いたe-learning
 - 基本的に質問もオンライン対応
 - 毎回の小テストの結果で可否を評価

データ科学基礎演習A	
第1回	コンピュータリテラシー・基本操作 Excel
第2回	データの可視化・要約 Excel
第3回	t検定・分散分析・回帰分析 Excel
第4回	基本操作 Google Colaboratory, R
第5回	データの可視化・要約 R, ggplot
第6回	t検定・分散分析・カイ2乗検定 R
第7回	回帰分析・クラスター分析 R
第8回	初級プログラミング R

「データ科学基礎演習 A」 授業計画

第 1 回	コンピュータリテラシー Excelの基本操作
・ 基本操作	
・ データファイルの保存・読み込み	
・ 表示の設定	
・ データの並べ替え・検索・置換	

第 2 回	Excelによるデータの 可視化・要約
・ 度数集計・クロス集計	
・ 円グラフ・帯グラフ	
・ 棒グラフ・折線グラフ	
・ 度数分布表・ヒストグラム	

第 3 回	Excelによるデータ分析
・ 対応のある t 検定	
・ 対応のない t 検定	
・ 1 被験者間要因分散分析	
・ 散布図・相関係数・単回帰分析	

第 4 回	Rの基本操作
・ 式の入力	
・ データのアップロード・読み込み	
・ データの抽出・保存	
・ ノートブックの保存・課題提出	

第 5 回	Rによるデータの可視化・要約
・ Google Colaboratoryの準備	
・ 度数集計・クロス集計	
・ 円グラフ・棒グラフ	
・ 度数分布表・ヒストグラム・箱ひげ図	
・ 基本統計量	
・ 棒グラフ・折れ線グラフ	

第 6 回	Rによる統計的推定・検定
・ 対応のある t 検定	
・ 対応のない t 検定	
・ 1 被験者間要因分散分析	
・ カイ 2 乗検定・無相関検定	

第 7 回	Rによる多変量データ解析
・ 単回帰分析	
・ 重回帰分析	
・ 階層的クラスター分析	
・ 非階層的クラスター分析	

第 8 回	Rによる初級プログラミング
・ 欠測値の処理	
・ 条件式・アルゴリズム・フローチャート	
・ 繰り返し処理	
・ 関数の作成	

「データ科学基礎演習 B」 概要

- 主に理系学部対象
 - 文系学部の学生が履修することも可能
- 演習内容
 - Pythonの基本操作
 - 講義で扱った計算や分析手法をPythonを用いて実行
 - Pythonを用いたデータ処理
- オンデマンド授業
 - スライドと動画を用いたe-learning
 - 基本的に質問もオンライン対応
 - 毎回の課題の達成度で可否を評価

データ科学基礎演習B	
第1回	Pythonの初歩 Python
第2回	繰り返し処理 Python
第3回	条件分岐 Python
第4回	関数 Python
第5回	モジュール numpy, matplotlib
第6回	機械学習の基礎1 pandas, scikit-learn
第7回	機械学習の基礎2 scikit-learn
第8回	画像認識 scikit-image, dlib

「データ科学基礎演習 B」 授業計画

第 1 回 Pythonの初歩

変数, 四則計算

第 2 回 繰り返し処理

for, while

第 3 回 条件分岐

if, elif, else

第 4 回 関数

自作関数

第 5 回 モジュール

数値計算

可視化

第 6 回 機械学習の基礎 1

データの入出力

回帰

第 7 回 機械学習の基礎 2

分類

K最近傍法

ニューラルネットワーク

モデルの評価

第 8 回 画像認識

画像の入出力

色空間の変換

画像への図形の描画

画像のリサイズ

顔検出

- 1年次の講義と演習科目（合計2単位）を履修すれば、数理・データサイエンス・AI教育プログラムの、リテラシーレベルと応用基礎レベルの両方が認定される
- リテラシーレベル
「データ科学基礎」を履修することにより認定
- 応用基礎レベル
「データ科学基礎」と
「データ科学基礎演習A」 or 「データ科学基礎演習B」
を履修することにより認定
- 全学生が応用基礎レベルまで認定される仕組み



- 情報や統計の基礎知識をコンパクトに学習できて良いという学生が多い
- 知っていることばかりで物足りないと感じる学生もいる
- 高校までの学びやPC操作の慣れの程度等により、授業の難しさが異なる
- オンデマンド授業で、自分のペースで受講できるのはよいが、サボり癖がつくと大変
- 授業内容を理解しないまま、(どこからか手に入れた) 解答だけを提出し単位を取る学生が存在する

- 教育学部における統計学・統計分析に関する2つの授業
 - 2年生 前期 専門基礎 選択必修
 - 3年生 後期 専門 選択
- 講義と自習課題で授業を構成
- 統計分析リテラシーの枠組み
 - 分析を実行するスキル
 - 結果を読み取り解釈する思考力
 - それらに通底する統計学・統計分析の知識

自習課題

講義

授業計画 2年生 前期

	内容	レポート課題
1	統計分析の必要性 データ収集法	データの読み込み・ソート
2	尺度水準 データの構造	群分け・基本統計量
3	代表値, 散布度, 相関係数 データの標準化	データの中心化・標準化
4	構成概念の測定 質問紙の作成	逆転項目のデータ処理・ 合計得点・平均得点
5	テスト理論 信頼性	アルファ係数
6	妥当性 項目分析	項目分析
7	母集団と標本 標本分布, 標準誤差	標本分布・標準誤差・ 中心極限定理

	内容	レポート課題
8	統計的検定の考え方 2群の平均値の検定	対応のある／対応のない 2群の平均値の検定
9	分散分析の考え方 1 B 要因分散分析・多重比較	1 B 要因分散分析・多重比較
10	2 B 要因分散分析 交互作用	2 B 要因分散分析
11	統計的検定の注意点 点推定, 区間推定	データの結合
12	非劣性・同等性の検証 ベイズ統計, 確信区間	非劣性・同等性の検証
13	独立と連関, 連関係数 独立性の検定	連関係数・カイ2乗検定
14	期末試験	

授業計画 3年生 後期

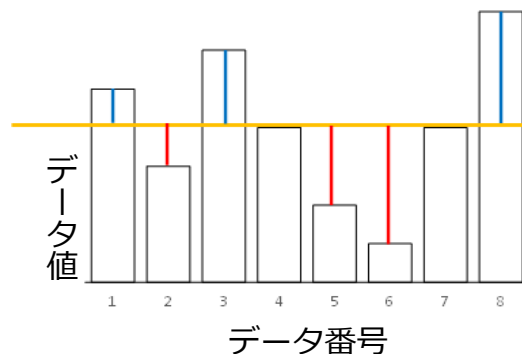
	内容	レポート課題
1	統計分析法の選択 ノンパラメトリック法	対応のある/対応のない2 群の分布位置の検定
2	標本誤差・測定誤差効 果量に関する議論	2群の平均値差の効果量
3	標本サイズの設計 自由度	標本サイズの設計
4	回帰モデル	重回帰分析
5	偏回帰係数の解釈 相関係数と回帰係数	SEMによる重回帰分析
6	説明変数の要件 2値変数	ロジスティック回帰分析
7	パス解析に関する議論 媒介, 調整, 統制	パス解析

	内容	レポート課題
8	構造方程式モデリングに関する議論	自由度の計算
9	多母集団分析に関する議論 確認的因子分析に関する議論	多母集団因子分析
10	探索的因子分析に関する議論	探索的因子分析
11	実験計画 1 B 1 W分散分析	1 B 1 W要因分散分析
12	分割表の分析に関する議論	残差分析
13	交互作用に関する議論	単純効果
14	分散説明率に関する議論	

平均値

平均値の性質の
理解を深める

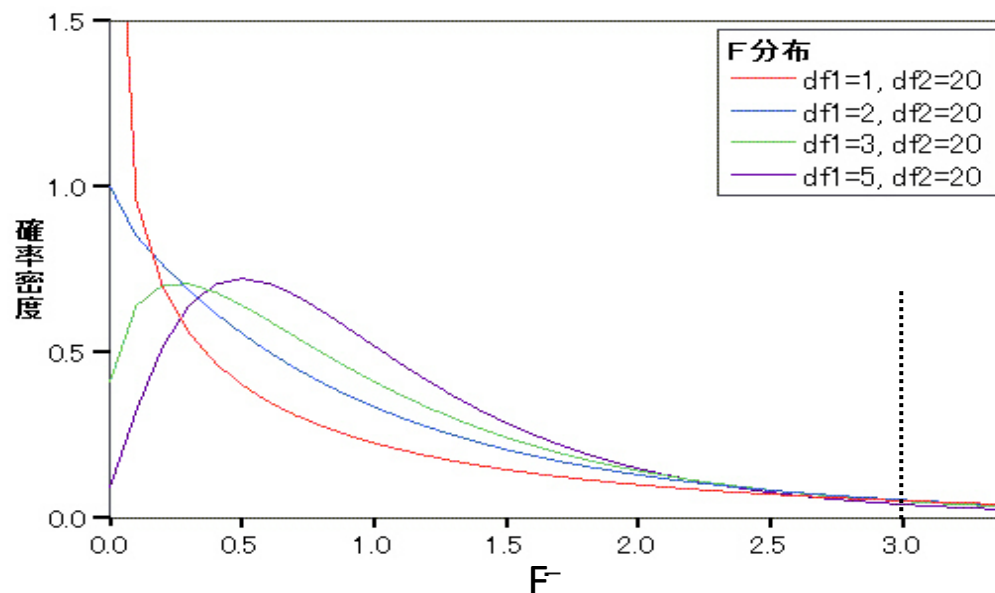
- 平均値 = $\frac{\text{データ値の合計}}{\text{データ数}}$ ということはよく知られているが、
どのような意味で中心的な位置を表す値なのか？
- 「データ - 平均値」を **偏差 (Deviation)** と言う
- 平均値は「偏差を合計すると **+ -** が相殺されてちょうど 0 になる」
という性質を持つという意味で中心的な位置を表す値
- 平均値はデータ分布の重心となる



平均値 = $\left| \right|$ の合計と $\left| \right|$ の合計が 同じ長さになる値

分散分析のF検定は両側検定か片側検定か？

- F 値は0以上の値になる
- F 値が 0 = 分子が 0 = 群間平方和が 0 = 群間の平均値が等しい
- F 値が大 = 分子が大 = 群間平方和が大 = 群間の平均値に差がある
- 分散分析の F 検定は片側検定



帰無仮説や検定統計量の構成についての理解を深める

分析を実行するスキルの育成

- 卒論で, 自力で統計分析できる程度のスキルを習得する
- 教養教育 (1年生) の「データ科学基礎演習A」で, ある程度のスクリプトは書けるようになっている
- 学部の2つの講義で, 毎回Rの自習課題に取り組む
 - 心理学の研究でよく用いられる分析法をひと通り扱う
 - 文法等について授業で若干の説明はするが, 演習の時間は設けない
- 参考資料として「Rのスクリプト集」を配布
 - 研究室Webサイトからダウンロードできる
 - <https://www.educa.nagoya-u.ac.jp/~ishii-h/>



- 講義内容に関連する統計分析をRを用いて実行し, 結果を読み取り, 解釈する
- 授業内に課題提示 → 次の授業の2日前までに提出 → 締切後直ちに評価して結果を開示
- 課題未達成の場合は何ができていないかを個別に指摘し, 再提出を求める
- 重要と思われることは, 次の授業やLMSで受講生全体にフィードバックする
- このルーチンを繰り返す
 - それまでに学んだことを理解し, 結果の解釈に生かすことに受講生の意識が向くことを期待

- (1) 1つの量的変数について, 対応のない3群以上のグループで測定されたデータをRで読み込んでください。
- (2) 当該変数の, 各群および全体における記述統計量を算出してください。
- (3) 1被験者間要因分散分析を, aov関数を使って実行してください。
- (4) テューキー法とボンフェロニ法による多重比較をそれぞれ実行してください。(余力のある人は, シェッフエ法 `scheffe.test` でも実行してください。)

実行結果や解釈の例
とともにPDFで配布

- (5) 例を参考に, 結果の読み取りを行ってください。

R実行結果の例示

```
> rm(list=ls())  
> setwd("d:YYRreportYY")
```

```
> d1 <- read.table("1B平均値データ.csv", header=TRUE, sep=";", fileEncoding="shift-jis")  
> head(d1)
```

```
  番号 group utsu  
1     1    40   29  
2     2    40   32  
3     3    40   22  
4     4    40   28  
5     5    40   27  
6     6    40   20
```

1	番号	group	utsu
2	1	40	29
3	2	40	32
4	3	40	22
5	4	40	28
6	5	40	27
7	6	40	20
8	7	50	
9	8	50	
10	9	50	
11	10	50	
12	11	50	36
13	12	50	33
14	13	50	25
15	14	60	23
16	15	60	36
17	16	60	36
18	17	60	28
19	18	60	27
20	19	60	27
21	20	60	44

「Rのスクリプト集」も
このような感じ

```
> # 記述統計量  
> # pschパッケージの読み込み  
> library(psych)
```

各群の記述統計量

```
> describeBy(d1$utsu, d1$group, mat=TRUE, digits=2)  
  item group1 vars  n mean  sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis  se  
X11   1    40    1 73 26.56 5.71    26  26.59 5.93  14  41    27 0.08   -0.38 0.67  
X12   2    50    1 81 29.26 7.09    29  29.25 7.41  13  47    34 0.03   -0.30 0.79  
X13   3    60    1 84 27.51 6.69    27  27.43 7.41  11  44    33 0.10   -0.53 0.73
```

```
> # 全体の記述統計量
```

```
> describe(d1$utsu)  
  vars  n mean  sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis  se  
X1    1 238 27.82 6.62    27  27.74 7.41  11  47    36 0.14   -0.27 0.43
```

R実行結果の例示

```
> #分散分析
> #aovを使う方法
> dl$group <- as.factor(dl$group)
> result.aov <- aov(utsu ~ group, data=dl)
> summary(result.aov)
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
group	2	291	145.67	3.392	0.0353 *
Residuals	235	10093	42.95		

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> #多重比較
> #チューキー法
> (mc.tukey <- TukeyHSD(result.aov))
```

Tukey multiple comparisons of means
95% family-wise confidence level

```
Fit: aov(formula = utsu ~ group, data = dl)
Ggroup
```

	diff	lwr	upr	p adj
50-40	2.6976154	0.2030911	5.1921398	0.0304917
60-40	0.9502609	-1.5230578	3.4235796	0.6369201
60-50	-1.7473545	-4.1544379	0.6597289	0.2027422

```
> #ボンフェロニ法
> (mc.bon <- pairwise.t.test(dl$utsu, dl$group, p.adjust.method="bonferroni"))
```

Pairwise comparisons using t tests with pooled SD
data: dl\$utsu and dl\$group

	40	50
50	<u>0.034</u>	-
60	<u>1.000</u>	<u>0.265</u>

P value adjustment method: bonferroni

プリント通りにやれば、
課題は実行できる

データは配布していな
いので、結果はプリン
トとは異なる

結果の読み取りの例示

結果の読み取り（レポートでは下線部を適当な言葉や数値に変えてください。）

従属変数はうつ得点，独立変数は年代（40代，50代，60代）である。

各群の平均（SD）は，40代 26.56（5.71），50代 29.26（7.09），60代 27.51（6.69）である。

年代の主効果のp値は.04 なので F値 3.392 は統計的に有意である。

よって，帰無仮説を棄却，対立仮説を採択し，母集団において，各年代におけるうつ得点の平均値の間に差があると言える と判断する。

多重比較の結果，調整後のp値は次の通り。

	平均値差	Tukey	Bon
40-50	2.70	<u>0.030</u>	<u>0.034</u>
40-60	0.95	0.637	1.000
50-60	-1.75	0.203	0.265

母集団において，40代と50代のうつ得点の平均値の間に差があると言える と判断する。

統計的有意性の主語は検定統計量であること，
解釈は母集団についての言明になることを毎回
示している
それでも学生は「有意な平均値差」などと書いてくる

理解している学生のレポート

従属変数はうつ得点，独立変数は年代（40代，50代，60代）である。

各群の平均（SD）は，40代 35.84 (10.72)，50代 39.25 (11.57)，60代 40.25 (10.81)，である。

年代の主効果の p 値は.04 なので，F 値は統計的に有意である。

よって，帰無仮説を棄却，対立仮説を採択し，母集団において，各年代におけるうつ得点の平均値の間に差があるといえると判断する。

多重比較の結果，調整後の p 値は次の通り。

平均値差	Tukey	Bon	
40-50	3.41	0.137	0.17
40-60	4.42	0.036	0.04
50-60	2.09	0.829	1.00

母集団において，40代と60代のうつ得点の平均値の間に差があるといえると判断する。

分散分析の結果を正しく読み取っている
例とは異なる多重比較の結果を正しく読み取っている

オプション課題にも取り組んでいる 学生のレポート

従属変数は学習意欲、独立変数は学年（1年生，2年生，3年生）である。

各群の平均（SD）は，1年生 31.78 (8.45)，2年生 29.50 (11.12)，3年生 36.55 (7.65) である。

学年の主効果の p 値は.22 なので F 値 1.622 は統計的に有意でない。

よって，帰無仮説を受容，対立仮説を棄却し，母集団において，各学年における学習意欲の平均値の間に差があるとは言えないと判断する。

多重比較の結果，調整後の p 値は次の通り。

	平均値差	Tukey	Bon
1-2	-2.28	0.85	1.00
1-3	4.77	0.49	0.77
2-3	7.05	0.20	0.27

例とは異なる結果を正しく
解釈している
オプション課題にも取り組
んでいる

また，シェッフェ法の検定結果も，母集団において，学年間の学習意欲の平均値に有意な差はないと示している。

母集団において，各学年における学習意欲の平均値の間に差があるとは言えないと判断する。

再提出が必要な学生のレポート

結果の読み取り

従属変数はうつ得点, 独立変数は年代 (40 代, 50 代, 60 代) である。

各群の平均 (SD) は, 40 代 26.33 (4.50) , 50 代 27.29 (5.35) , 60 代 31.57 (7.32) である。

年代の主効果の p 値は .12 なので F 値 1.495 は統計的に有意である。

よって, 帰無仮説を棄却, 対立仮説を採択し, 母集団において, 各年代におけるうつ得点の平均値の間に差があると言えると判断する。

多重比較の結果, 調整後の p 値は次の通り。

	平均値差	Tukey	Bon
40-50	0.95	0.955	1.00
40-60	5.24	0.276	0.39
50-60	4.29	0.385	0.58

p値の解釈を誤っている
結果の読み取りを誤っている

母集団において, 40 代と 60 代, 50 代と 60 代のうつ得点の平均値の間に差があると言えると判断する

個別フィードバックコメントの例

- 結果の読み取りの記述が不適切です。とくに以下の部分：
 - 母集団において、各年代におけるうつ得点の平均値に差がないと判断される。
 - 統計的に有意な群間差は認められなかった。
- 統計的検定の結果の判断に誤りがあります。
- 主効果の解釈が適切ではありません。
- 多重比較の結果の読み取りに誤りがあります。
- 修正して再提出してください。

締切は1週間後

- 分布が歪んでいるかは, skewness (歪度) の値を見ることにより確認できます。裾の重さが均等なら0, 右が重ければ (右に裾が長ければ) 正, 左が重ければ (左に裾が長ければ) 負の値になります。
- p値が例えば $5.26e-08$ のように書かれていた場合, これは 5.26×10^{-8} のマイナス8乗を意味し, 値は 0.00000000526 となります。
- 連関係数0.1程度を, 弱い関連ありとは解釈しません。ほぼ関連なしと解釈します。

- 期限内提出

課題を達成 → A+~A-

課題を未達成 → D → 修正の上再提出

→ F (課題に取り組んでいないもの等)

提出していない → F

- 再提出

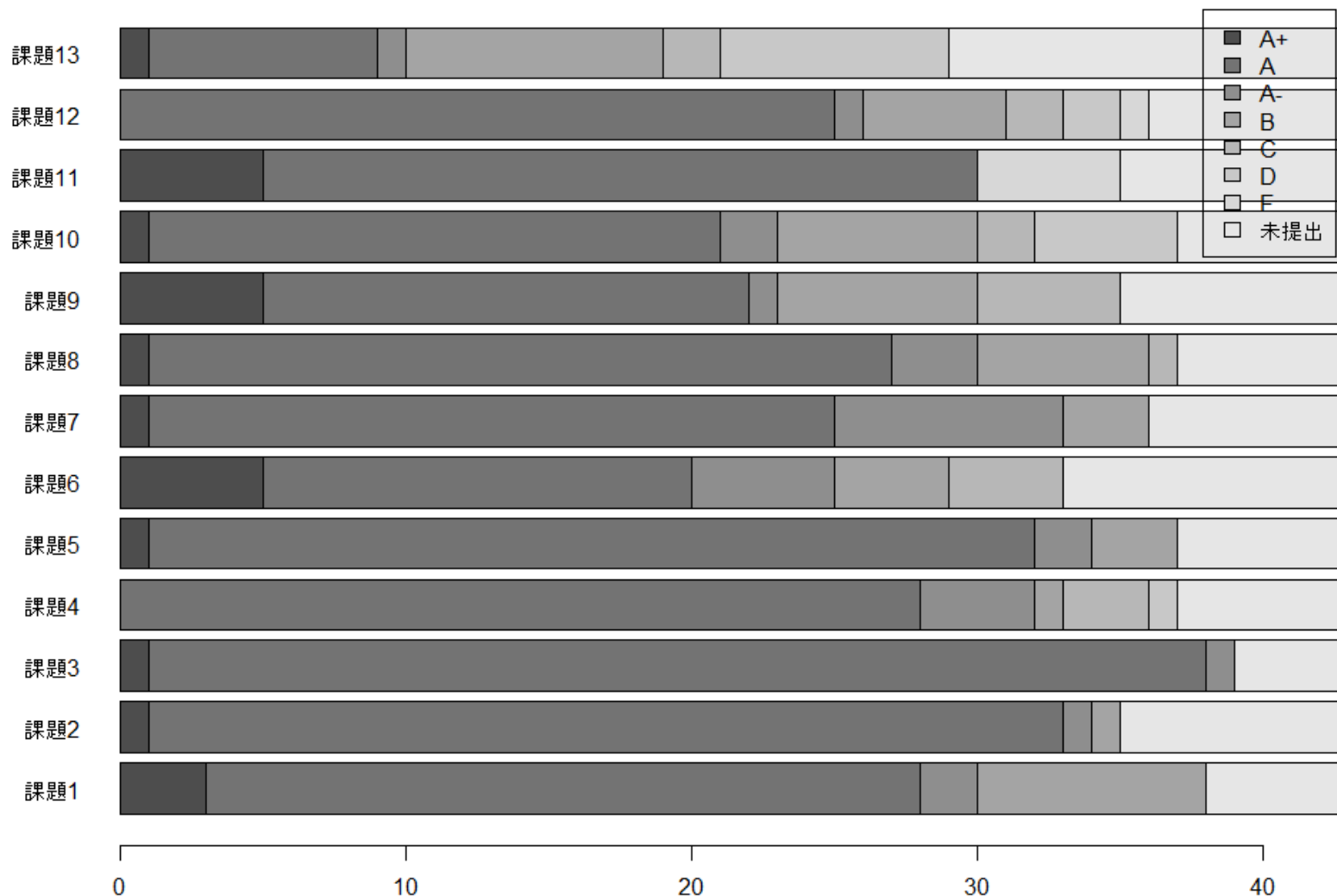
課題を達成 → B

課題を未達成 → C

再提出していない → D

レポートの評定結果

課題による変動はあるが、成績の散らばりが拡大する傾向あり



- 授業での発問の例
 - 要因・水準・群の具体例
 - 想起法によるデータ収集の問題点
 - 統制群をつくれない研究の例
- 期末試験
 - 統計分析の考え方や問題点等を踏まえながら，この授業で学習した内容について，できるだけ深く，なるべく多く，その内容を論述しなさい。
 - A4用紙両面に自由記述
 - 重要なことを論述する
 - 些末なことを羅列しても高得点にならない

- 分析を実行するスキル
 - **ほぼ全ての学生がRを実行できている** (自力かはともかく)
 - プリントにない関数やパッケージを使ってくる学生もいる
 - 課題を超えた分析を行ってくる学生もいる
- 結果を読み取り解釈する思考力
 - 例と異なる結果でも適切に解釈
 - **例と同様の結果であれば正しく解釈** (多くの学生はこの段階)
 - 読み取りはできているが、解釈を誤っている
 - 読み取りが不適切
- 統計学・統計分析の知識
 - 深く理解している学生はごく一部 (授業での発問への回答から)
 - **消化不良気味**なのは否めない
 - 手続きはよく覚える (試験答案から)

- 結果の読み取りで例と同じ結果を書いてきたとき, 理解しているのか, 写しただけなのか, 分からない場合がある
- フィードバックしても, 同じ誤りを繰り返す学生がいる
- 教育の効果を考えれば, 成績は高い方に収束するのがよいが, そうなっていない
- 量的研究はしないからと, 最初から履修しな学生が以前より増えている
- 内容が盛り沢山で, 精選する必要がある
- 評価指標を構築し, 実践を検討する必要がある