

全学共通教育

ビッグデータの時代
データを科学を学ぼう

国際高等教育院 附属
データ科学イノベーション教育研究センター
山本章博

2021年4月

お手元に届いていると思います

その裏側には、データサイエンス。

今話題のデータサイエンスは、京都大学全学共通教育で学ぶことができます

あの宅配の裏側にも

最高の買い物の裏側に

健康維持の裏側に、

ともだちの始まりの裏側に、

内閣府・文部科学省はデータ科学(データサイエンス)の教育強化を進めています

教育改革に向けた主な取り組み

デジタル社会の「**読み・書き・そろばん**」である「**数理・データサイエンス・AI**」の基礎などの必要な力を**全ての国民**が育み、あらゆる分野で人材が活躍

主な取組

エキスパート

先鋭的な人材を発掘・伸ばす環境整備

- 若手の自由な研究と海外挑戦の機会を拡充
- 実課題をAIで発見・解決する学習中心の課題解決型AI人材育成

応用基礎

AI応用力の習得

- AI×専門分野のダブルメジャーの促進
- AIで地域課題等の解決ができる人材育成（産学連携）

認定制度・資格の活用

- 大学等の優れた教育プログラムを政府が認定する制度構築
- 国家試験（ITパスポート）の見直し、高校等での活用促進

リテラシー

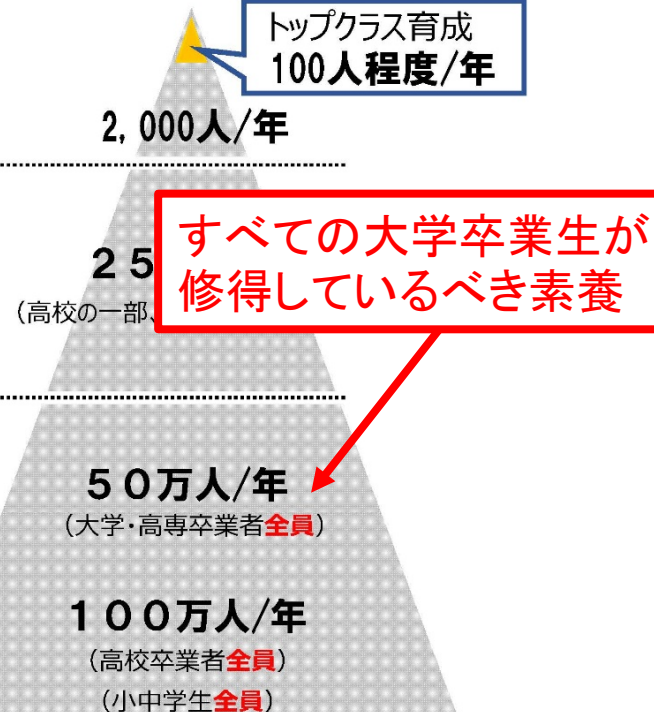
学習内容の強化

- 大学の標準カリキュラムの開発と展開（MOOC※活用等）
- 高校におけるAIの基礎となる実習授業の充実

小中高校における教育環境の整備

- 多様なICT人材の登用（高校は1校に1人以上、小中校は4校に1人以上）

育成目標【2025年】



数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム

京都大学は
近畿ブロック
拠点校

中国・四国ブロック

拠点校：大阪大学

協力校：高松大学
岡山大学
広島大学
愛媛大学

特定分野協力校：
広島大学（教育学・教員養成）

連携校：公立鳥取環境大学
島根県立大学
高知県立大学
岡山理科大学
広島工業大学
山口芸芸大学・山口芸術短期大学
四国大学

対象校：68校

近畿ブロック

拠点校：京都大学
大阪大学
滋賀大学

協力校：神戸大学

特定分野協力校：
神戸大学（社会科学）

連携校：福知山公立大学
大阪府立大学
兵庫県立大学
鈴鹿医療科学大学
京都産業大学
京都先端科学大学
京都橋大学
立命館大学
麗谷大学
大阪大谷大学
大阪経済大学
大阪電気通信大学
関西大学
大和大学
神戸学院大学
兵庫医科大学
高野山大学

対象校：155校

北海道・東北ブロック

拠点校：北海道大学

協力校：北見工業大学
東北大学

特定分野協力校：
小樽商科大学
（社会科学）
東北大学（工学）

連携校：公立ほこだて未来大学
公立千歳科学技術大学
札幌市立大学
札幌医科大学
岩手県立大学
札幌大学
天使大学
星槎道都大学
北海道科学大学
東北生活文化大学・短期大学部

対象校：89校

九州・沖縄ブロック

拠点校：九州大学

協力校：宮崎大学
琉球大学
長崎大学

連携校：福岡女子大学
九州産業大学
九州情報大学
久留米工業大学
西南学院大学
福岡工業大学
保健医療経営大学
長崎ウエスレヤン大学
熊本学園大学
日本文理大学
第一工業大学

対象校：79校

関東・首都圏ブロック

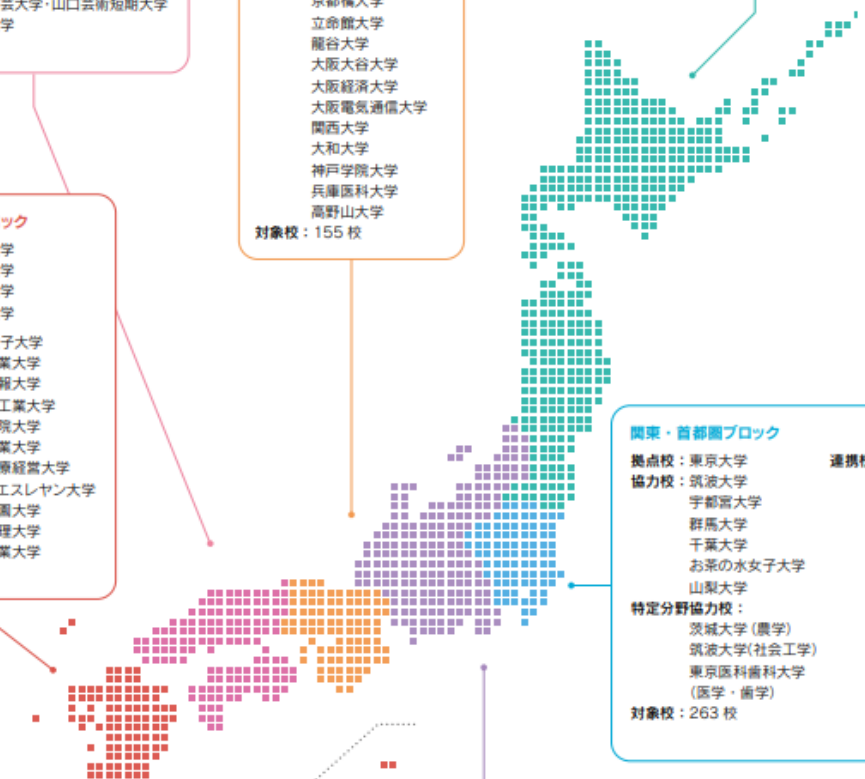
拠点校：東京大学

協力校：筑波大学
宇都宮大学
群馬大学
千葉大学
お茶の水女子大学
山梨大学

特定分野協力校：
茨城大学（農学）
筑波大学（社会工学）
東京医科歯科大学
（医学・歯学）

連携校：前橋工科大学
横浜市立大学
明海大学
江戸川大学
敬愛大学
慶応義塾大学
成蹊大学
創価大学
東京都市大学
東京理科大学
武蔵野大学
立教大学
早稲田大学
放送大学

対象校：263校



2020.10.31現在

コンソーシアムが公開したモデルカリキュラム

数理・データサイエンス・AI(リテラシーレベル)モデルカリキュラム ～データ思考の涵養～

- **背景**
政府の「AI戦略2019」(2019年6月策定)にて、リテラシー教育として、文理を問わず、全ての大学・高専生(約50万人卒/年)が、課程にて初級レベルの数理・データサイエンス・AIを習得する、とされたことを踏まえ、各大学・高専にて参照可能な「モデルカリキュラム」を数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムにおいて検討・策定。
- **学修目標・カリキュラム実施にあたっての基本的考え方**
今後のデジタル社会において、数理・データサイエンス・AIを**日常生活、仕事等の場で使いこなすことができる基礎的素養**を主体的に身に付けること。そして、学修した数理・データサイエンス・AIに関する知識・技能をもとに、これらを扱う際には、**人間中心の適切な判断**ができ、**不安なく自らの意志でAI等の恩恵を享受し、これらを説明し、活用できるように**なること。
 1. 数理・データサイエンス・AIを活用することの「**楽しさ**」や「**学ぶことの意義**」を重点的に教え、学生に好奇心や関心を高く持ってもらう魅力的かつ特色ある教育を行う。数理・データサイエンス・AIを活用することが「**好き**」な人材を育成し、それが自分・他人を含めて、次の学修への意欲、動機付けになるような「**学びの相乗効果**」を生み出すことを狙う。
 2. 各大学・高専においてカリキュラムを実施するにあたっては、各大学・高専の教育目的、分野の特性、個々の学生の学習歴や習熟度合い等に応じて、本モデルカリキュラムのなかから適切かつ柔軟に**選択・抽出し教育を行う**。
 3. **実データ、実課題を用いた演習**など、**社会での実例を題材**に数理・データサイエンス・AIを活用することを通じ、現実の課題と適切な活用法を学ぶことをカリキュラムに取り入れる。
 4. リテラシーレベルの教育では、統計数理を駆使した「**厳密さ**」を専ら追求するのではなく、むしろ「**分かりやすさ**」を重視する。

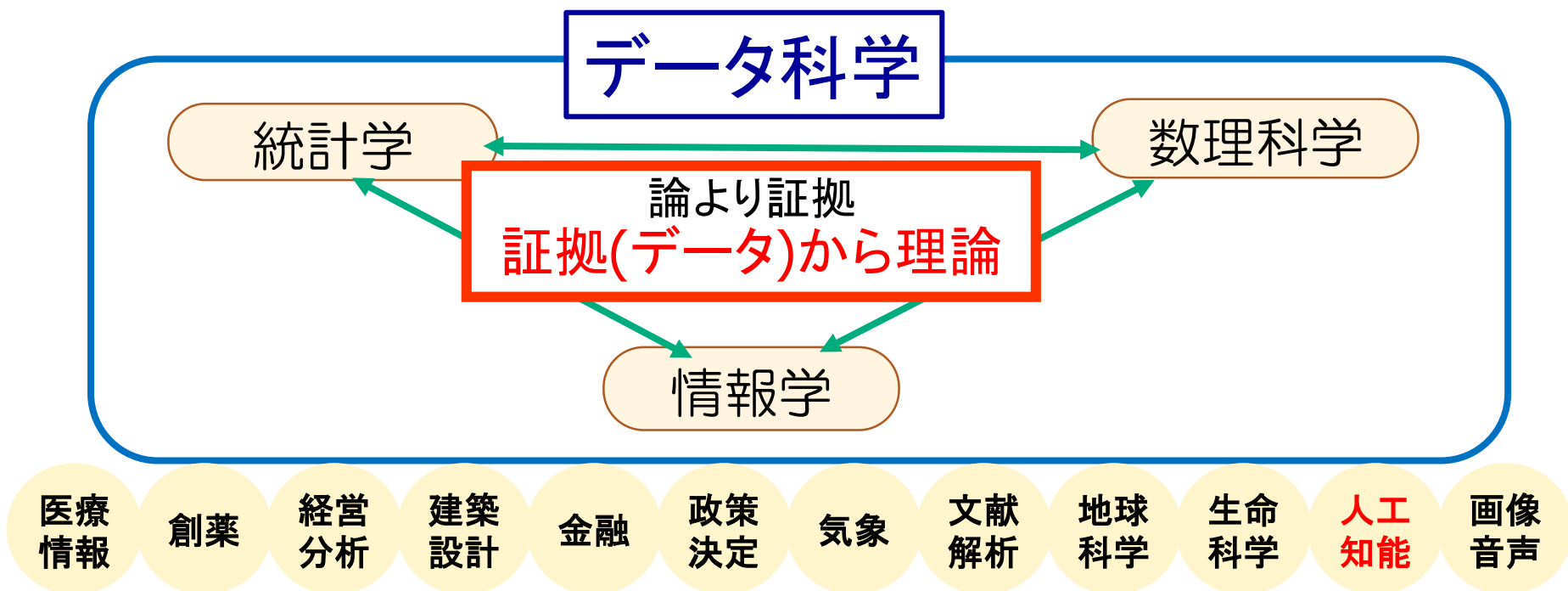
● モデルカリキュラムと教育方法

導入	1. 社会におけるデータ・AI活用 1-1. 社会で起きている変化 1-2. 社会で活用されているデータ 1-3. データ・AIの活用領域 1-4. データ・AI活用のための技術 1-5. データ・AI活用の現場 1-6. データ・AI活用の最新動向	<ul style="list-style-type: none"> ● データ・AI利活用事例を紹介した動画(MOOC等)を使った反転学習を取り入れ、講義ではデータ・AI活用領域の広がりや、技術概要の解説を行うことが望ましい。 ● 学生がデータ・AI利活用事例を調査し発表するグループワーク等を行い、一方通行で事例を話すだけの講義にしないことが望ましい。
基礎	2. データリテラシー 2-1. データを読む 2-2. データを説明する 2-3. データを扱う	<ul style="list-style-type: none"> ● 各大学・高専の特徴に応じて適切なテーマを設定し、実データ(あるいは模擬データ)を用いた講義を行うことが望ましい。 ● 実際に手を動かしてデータを可視化する等、学生自身がデータ利活用プロセスの一部を体験できることが望ましい。 ● 必要に応じて、フォローアップ講義(補講等)を準備することが望ましい。
心得	3. データ・AI利活用における留意事項 3-1. データ・AIを扱う上での留意事項 3-2. データを守る上での留意事項	<ul style="list-style-type: none"> ● データ駆動型社会のリスクを自分ごととして考えさせることが望ましい。 ● データ・AIが引き起こす課題についてグループディスカッション等を行い、一方通行で事例を話すだけの講義にしないことが望ましい。
選択	4. オプション 4-1. 統計および数理基礎 4-2. アルゴリズム基礎 4-3. データ構造とプログラミング基礎 4-4. 時系列データ解析 4-5. テキスト解析 4-6. データハンドリング 4-7. データ活用実践(教師あり学習) 4-7. データ活用実践(教師なし学習)	<ul style="list-style-type: none"> ● 本内容はオプション扱いとし、大学・高専の特徴に応じて学修内容を選択する。 ● 各大学・高専の特徴に応じて適切なテーマを設定し、実データ(あるいは模擬データ)を用いた講義を行うことが望ましい。 ● 学生が希望すれば本内容を受講できるようにしておくことが望ましい(大学間連携等)。

データ科学(データサイエンス)って何?

データを収集してコンピュータで管理し、数理的手法を用いて分析することにより結論を導き、将来の推測を行う学問

情報学・統計学・数学(数理学)の融合分野



データ科学イノベーション教育研究センターは全学共通教育での統計学を中心としたデータ科学科目を整備・設計・実施する組織です

データと物理法則

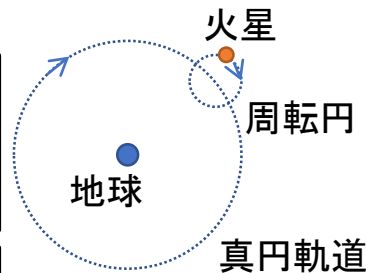
物理法則の源泉はデータである

16世紀頃まで惑星の運行は謎だった

- 恒星は一定の動き: 同じ時刻に観測すると位置が少しずつずれていく.
- 惑星はときどき逆行するなど単純ではない動きをする

天動説の場合は, 真円軌道に小さな周転円を追加するモデル

地動説の場合は, 真円軌道だと誤差が大きい



ティコ・ブラーエによる火星の運行に関する
高精度観測データ

ヨハネス・ケプラーの発想

“惑星の軌道は楕円ではないか?”



地動説の下で, 火星の軌道が楕円だと仮定するとデータが説明できることが分かった!

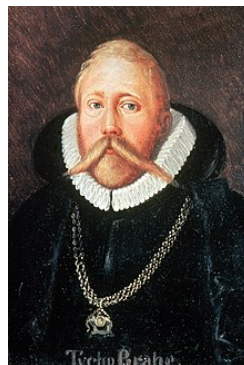


ケプラーの法則(第1法則)

惑星は軌道は楕円である!



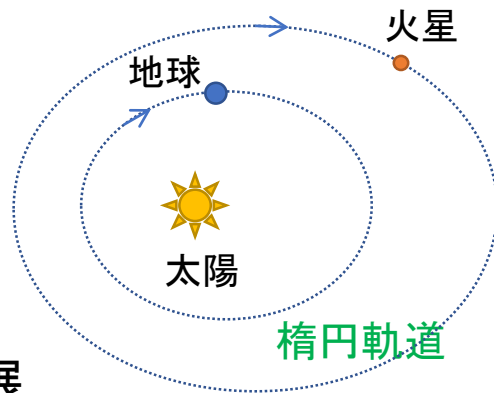
さらにニュートンの万有引力の法則へと発展



Tycho Brahe(1546-1601)



*2



*1

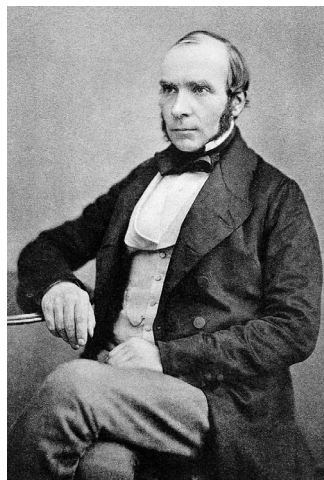
データ科学と医療・政策

1854年ロンドンにおいて
特定の井戸周辺にコレラ
多発

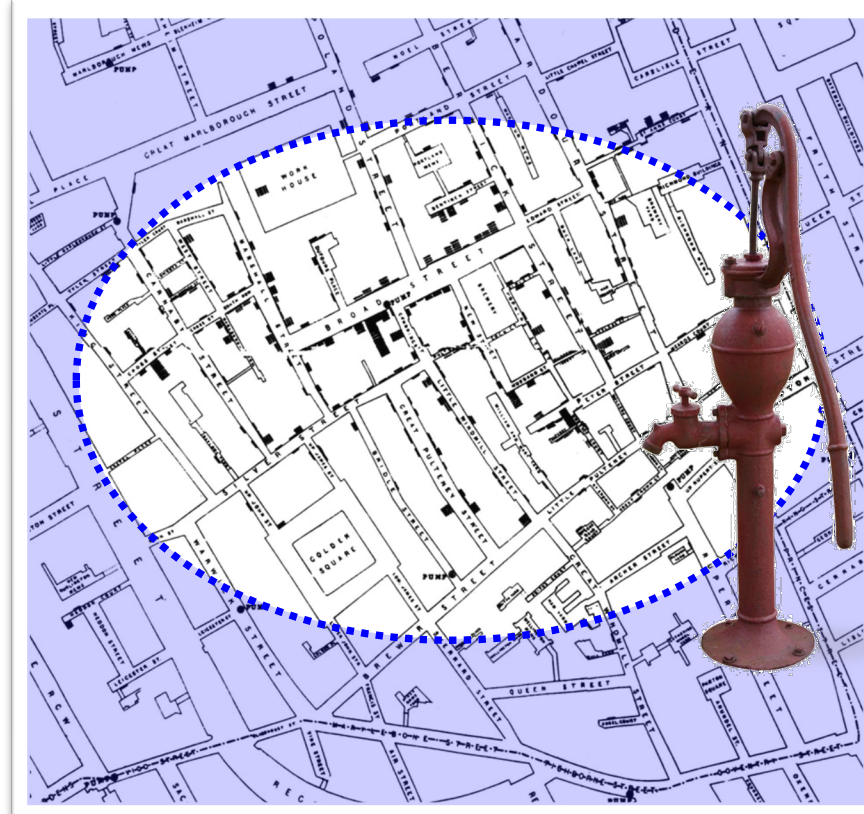
データを集めることにより
同一の区域でも、水道供
給会社によってコレラ発
生率に大きな違いがある
ことを発見



コレラ対策という政策が進む



John Snow
(1813-1858)*6



*7*8

流行ピーク、8割がインフルエンザの外来

検査	インフルエンザ		計	
	あり	なし		
陽性	1440	8	1448	陽性的中率 99.4%
陰性	160	392	552	陰性的中率 71.0%
計	1600	400	2000	
	感度 90%	特異度 98%		

偽陽性

偽陰性

検査結果が陰性でも感染
している確率は、全体の感
染率と感度から計算される

数学

$$P_B(A) = \frac{P_A(B) P(A)}{P(B)}$$

データ科学と人の行動・心理

効果の高い学習法を分析する際に学習データを用いて**全体の傾向**と**個人差**の両方を探ることが行われている

全体の傾向: 学習データ(勉強時間、テストの成績 など)を測定し、
グループの平均値を比較

学習法Aを
試したグループ



>

学習法Bを
試したグループ



学習法Aのグループは学習法Bのグループよりも勉強時間や
テストの成績の平均値が高い

個人差: 個人の属性データ(性格、学習内容への関心 など)を活用

- まじめな性格の人は学習法Aの効果が特に大きい
- 学習内容に関心の低い人はむしろ学習法Bの方が効果が大きい

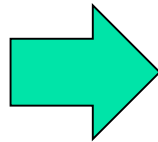
データ科学と人工知能(AI)

2011年 衆議院会議録作成システムに
京都大学で開発された音声認識技術が採用

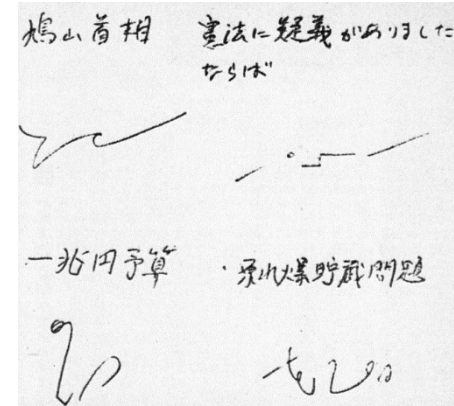


*3

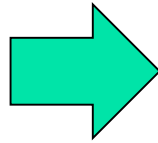
従来



*4



*5



新システム



事務事業の仕分けを
はじめとしたご提案を
いただきました。

情報学

膨大な量の国会質疑
音声記録と国会議事
録のデータベース

統計学

音声記録と議
事録の違いを
数式化

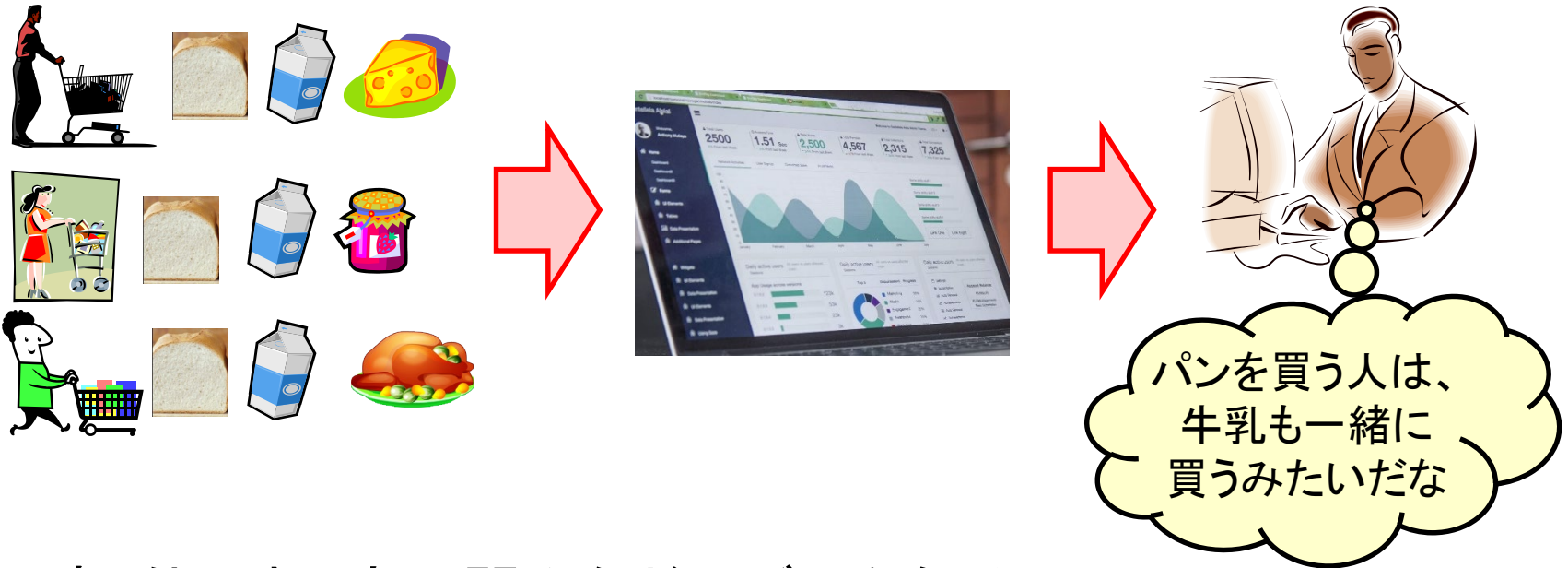
数学

$$P_B(A) = \frac{P_A(B) P(A)}{P(B)}$$

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(t) \cos nt dt, (n = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

データ科学とビジネス

お店の販売データ(POSデータ)分析



販売・仕入れ・商品開発などにデータを活用

- 一緒に売れる商品の組み合わせは？
- 最近よく売れている/売れ残りがちな商品は？
- これから売れそうな商品は？

データ科学の学び方

- 現代の「読み・書き・算盤」
 - ➡ 誰でも将来必要となるときが来ます。
- 各学部・学科の履修方針に従って情報学・統計学・数学(数理科学)をバランスよく学んでください
 - 全学共通教育で学習しなければならない内容は、学部・学科によって異なります。

全学共通教育での統計学関連科目についての詳細は

- データ科学イノベーション教育センターが提供する科目一覧をご覧ください

データサイエンスを学ぶためのガイダンス

<https://ds.k.kyoto-u.ac.jp/guidance/>



データ科学分野・情報群科目の例

	データ科学分野 (自然群)	情報群
リテラシーレベル (全回生向け) 情報・統計に関する 一般常識・基本知識	<ul style="list-style-type: none">• 数理・データ科学のための数学入門 I・II• 統計入門• 数理統計	<ul style="list-style-type: none">• 情報基礎• 情報基礎演習• 情報と社会• 情報基礎実践• プログラミング演習 (Pythonなど)
専門基礎レベル (主に2回生以上向け) データから分布などの情報を抽出する力	<ul style="list-style-type: none">• 統計と人工知能• データ分析演習 I・II• データ分析基礎	<ul style="list-style-type: none">• 情報企業論• 情報ネットワーク

データサイエンススクール(課外)

モデルカリキュラムと全学共通科目との対応

● モデルカリキュラムと教育方法

導入	1. 社会におけるデータ・AI利活用	
	1-1. 社会で起きている変化	1-2. 社会で活用されているデータ
	1-3. データ・AIの活用領域	1-4. データ・AI利活用のための技術
	1-5. データ・AI利活用の現場	1-6. データ・AI利活用の最新動向
	}	
	一部の「情報基礎」で扱う	
基礎	2. データリテラシー	
	2-1. データを読む	2-2. データを説明する
	2-3. データを扱う	
	}	
「統計入門」「数理統計」で扱う		
心得	3. データ・AI利活用における留意事項	
	3-1. データ・AIを扱う上での留意事項	3-2. データを守る上での留意事項
	}	
動画教材*		
選択	4. オプション	
	4-1. 統計および数理基礎	4-2. アルゴリズム基礎
	4-3. データ構造とプログラミング基礎	4-4. 時系列データ解析
	4-5. テキスト解析	4-6. 画像解析
	4-7. データハンドリング	4-8. データ活用実践（教師あり学習）
	4-9. データ活用実践（教師なし学習）	
	}	
	「データ分析基礎」「データ分析演習I・II」「情報基礎」などで扱う	

*動画教材「情報倫理デジタルビデオ小品集」はKubarで閲覧できます。
大学生協で購入されたノートパソコンにはプレインストールされているものがあります。

<https://kubar.rd.iimc.kyoto-u.ac.jp/rinri7/>

データ分析基礎 + データ分析演習I,II

データ分析基礎

- 大規模データ解析を行うための基礎的な技術を習得
- 既存のソフトウェアを用いて簡潔に実行できない場合のために、どのように計算されているのかについても触れる

例 ガウスの消去法, QR分解
固有値分解・特異値分解

- 厳密な数学的証明は必要最小限、直感的な理解を深める
- 回帰分析, 主成分分析, Excelと統計ソフトRを使った実習

データ分析演習I, II

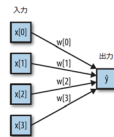
- 大規模なデータ分析の演習を通じてデータ分析の基礎の体得を目標
- データ分析手法や統計解析ソフトは、履修者が今後専門とする分野や興味に合わせて幅広い選択ができるように、異なる内容の演習科目を揃える

例1 気象データとPython言語を用いた回帰分析, 機械学習, クラスタリング

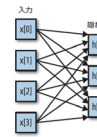
例2 医学・医療データとExcel, R言語を用いた統計処理(統計検定2~3級レベル)

多層パーセプトロン(MLP)

- MLP: MultiLayer Perceptron
- フィードフォワードニューラルネットワーク (FFNN)
- 最近では、畳み込みニューラルネットワークや大規模な注目を集めている
- 人口ニューロンを要素として持つ
- 入力層, 中間層(隠れ層), 出力層 (input layer, hidden layer, output layer) からなる



2層からなる単純パーセプトロン
出力 $\hat{y} = \sum_i w_i x_i$



3層からなる多層パーセプトロン
出力 $\hat{y} = f(\sum_i w_i \sigma(\sum_j w_{ij} x_j))$

エクセルへの分析ツールの追加

1. Solver Add-in checkbox
2. Solver Add-in button
3. Solver Add-in button
4. Solver Add-in button
5. Solver Add-in button

科目を履修できない場合のために

履修計画は必ず各学部・学科の履修方針に従って立ててください。

- 単位数や時間割などの制約によって、データ科学に関する科目を希望通りに履修できない可能性があります。



データ科学センターではデータ科学に関する自習用の教材や企画を用意しています。

- 協力: 高等教育研究開発推進センター, 京大オリジナル(株)
- MOOC(e-learning)
- プログラミング自習キット
- データサイエンス入門講座
- データサイエンス・スクール

MOOC「統計の入門」

学内e-learningプラットフォーム **KoALA**で公開

協力：高等教育研究開発推進センター

<https://koala.highedu.kyoto-u.ac.jp/>



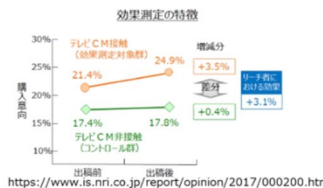
- 全学共通科目「統計入門」の要点を習得できます
- 「統計入門」の予習に利用することもできます

差の差の分析法

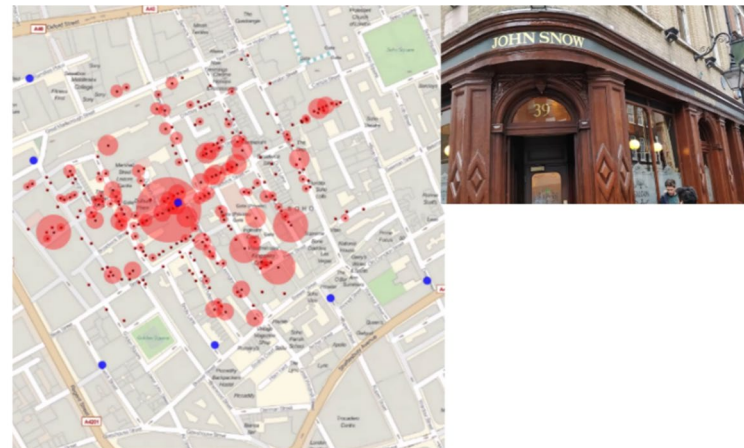
「商品購入増へのテレビCMの効果測定する」

- CMが無くても増えたのではないのか？
- CMを「見た」から「購入意向が高くなった」のか？
- もとから「購入意向が高い」からCMを「見た（覚えやすい）」のか？

CMの効果については、CMに触れることで高まった購入意向から、CMに触れなくても高まった購入意向を引いた値で評価




- 因果関係を説明するための手法として「差の差の分析法」も有効な手法の一つ



Pythonプログラミング 自習キット

https://kubar.rd.iimc.kyoto-u.ac.jp/intro_python/

- データ科学で注目されている**プログラミング言語Python**の初歩を習得するためのキットです
- **Internet環境とWebブラウザ**だけ用いて学習できます。
 - Google社が提供するプログラミング環境Google Colaboratoryを利用しますので、Googleの個人アカウントが必要です



The screenshot shows a web browser window displaying a Google Colaboratory notebook. The address bar shows the URL <https://colab.research.google.com/drive/1MJOSU2ApbDLOZ1u8ZtV8S...>. The notebook title is "Python演習_統計処理基礎編_問題.ipynb". The interface includes a toolbar with options like "接続" (Connect), "編集" (Edit), and "共有" (Share). The main content area shows a code cell with the following Python code:

```
[ ] a = [4, 6, 1]

for number in a:
    print(number)
```

Below the code cell, the output is displayed as text:

演習問題2 for文

配列により、多くのデータを扱えるようになりました。
多くのデータを処理できるようになると、次は配列の要素に対して、順番に繰り返し処理を行いたくなります。
そこで登場するのがfor文です。for文を使うと繰り返しの処理を行うことができます。

まずは動かしてみるのが早いので、以下のプログラムを動かしてみてください。
変数aの要素を順に表示するプログラムになります。

配列aの中の要素が順番に表示されました。

データサイエンススクール(随時開催)

詳細はデータ科学イノベーション教育研究センターホームページ
<http://ds.k.kyoto-u.ac.jp/> で確認してください。

- 開講科目だけではカバーできない内容を補う
 - 実践的(演習的)内容
 - 先端的内容(機械学習など)
- 春期休業, 夏期休業, 週末などを利用
 - 1日~4日間の集中講義
- 学内の研究科・研究所・附属病院所属, 他大学, および企業から講師を招聘
 - 先端研究で用いられる手法を計算機演習を通じて体得



2019

於 京都大学 吉田キャンパス 吉田南構内

School 25

8.6 (火) 10:30 - 18:00

School 26・27

8.29・30 (木・金) 10:30 - 18:00

データ科学は科学研究の基本の一つであり、本学における数多くの研究活動において活用されています。このデータサイエンススクールは「数理及びデータサイエンスに係る教育強化」拠点大学の活動として、多くの学生がデータ科学の最前線について知ることができ、さらにデータ科学の手法について、その利用法を体験しながら実践的に学ぶことができる機会を提供するように企画いたしました。

2018 年より、データ科学教育研究センターでは各種スクールの開催し、多くの方に好評いただきました。今回の Data Science School 2019 - August - においても、講師の先生方をお招きし、データ科学手法についてご教授いただけます。演習の時間では受講生が講義で学んだ手法を実データとコンピュータを用いて実践するようになっています。

データ科学を学習・体験できるまたよい機会ですのでふるってご参加ください。

School 25 8/6 10:30-18:00 学術情報メディアセンター南館 203 号室 定員 50 名

「文系のための SPSS によるデータ分析入門」

京都大学教育学研究科准教授 岡邊 健

本セミナーは、統計解析ソフト SPSS を用いたデータ分析の入門講座です。SPSS の使用経験がない方に向けて、操作手法の基本を介紹します。論文(卒論など)の執筆に向けてデータ分析にチャレンジしてみたい文系学生が主たる対象です。統計学の基礎的知識の有無は問いません。

対象: 本学学部学生・大学院生・研究者 * *本スクールは SPSS のライセンスが本学職員宛のため本学からの参加は控えておきましょう。

School 26・27 8/29・30 10:30-18:00 学術情報メディアセンター南館 301 号室 定員 50 名

「Python によるデータ分析: 農業データの活用の実例」

株式会社セラク DX 本部データサイエンス事業部 主査 金井伸也, 島崎信二

日本における農業は生産人口の減少や高齢者の低下などの問題を抱えており、ICT 技術による生産の効率化が求められている。そのためには、日々の生産環境の分析をすることで、適切な経営管理を行うことが重要である。本講義では、プログラミング言語 Python を用いて、圃場 (ほじょう) の時系列データの分析手法を介紹する。講義はハンズオン形式で、実際に手を動かすことに重きを置き、得られた結果に対する議論も行う。

準備: Python 実行環境として Web ブラウザから Google Collaboratory を利用する。

事前に Google のアカウント作成と、Collaboratory の使用方法の確認をしておくこととスムーズである。

対象: 本学学部学生・大学院生・研究者、数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム、データ関連人材育成関西地区コンソーシアム、HeKKSaGOn 参加の大学の学生・研究者

アクセスマップ:

京都大学吉田南構内
学術情報メディア
センター南館!



お申し込み方法:

ホームページの専用フォームからのお申し込みとなります。順次情報をアップいたします。ぜひ参加登録ください。



参加費: 無料

<http://ds.k.kyoto-u.ac.jp/school/m201908/>

*定員: 必ず先着順です。

*キャンセル: 申し込み後、お申し込みをキャンセルする場合は、お申し込み後 2 週間前までにキャンセルしてください。

*SCHOOL 26 は SPSS のライセンスが本学職員宛のため本学からの参加は控えておきましょう。

*SCHOOL 27 は Python のライセンスが本学職員宛のため本学からの参加は控えておきましょう。

お問い合わせ先: 学術情報メディアセンター 学術情報課 075-753-5111

お問い合わせ先: 学術情報メディアセンター 学術情報課 075-753-5111

お問い合わせ先: 学術情報メディアセンター 学術情報課 075-753-5111

お問い合わせ先: 学術情報メディアセンター 学術情報課 075-753-5111

主催 京都大学国際高等教育院 附属データ科学イノベーション教育研究センター

contact@ds.k.kyoto-u.ac.jp

データサイエンス入門講座(有料)

主催:京大オリジナル(株)

共催:京都大学データ科学イノベーション教育研究センター

- 講義動画(15分程度×18回)
+1回のライブ配信(質疑応答
と「統計検定」の模擬試験)
- 「統計検定」を実施する一般
財団法人統計質保証推進協
会との連携セミナー
 - 「統計検定」の過去問を利用し
ます
- レベルに合わせて学習可能
 - 3級, 文系学生向3級(準備中),
2級(計画中)



詳細は京大オリジナル(株)ホーム
ページ, データ科学イノベーション教
育研究センターで確認してください。

おわりに

- データ科学は現代の「読み・書き・算盤」です
 - 誰でも必要となるときが来ます
- データ科学を学ぶには、各学部・学科の履修方針に従って情報学・統計学・数学(数理科学)をバランスよく学んでください
 - 各学部・学科で学ばなければならない基礎科目や専門科目をおろそかにするのは間違いです.
- データ科学イノベーション教育研究センターは、皆さんのデータ科学学習をサポートします
 - 全学共通教育の科目を担当しています
 - MOOC, 自習キット, データサイエンススクール, データサイエンス入門講座を提供しています
 - データ科学科目が履修できない場合に活用してください

図版等出典(最終確認日:2020年3月25日)

- *1 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tycho_Brahe.JPG
- *2 <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kepler.png>
- *3 [http://www.shugiin.go.jp/internet/index.nsf/html/images/gijidou002.jpg/\\$File/gijidou002.jpg](http://www.shugiin.go.jp/internet/index.nsf/html/images/gijidou002.jpg/$File/gijidou002.jpg)
- *4 猿谷 豊, 衆議院における音声認識を利用した会議録作成業務, 情報管理 Journal of Information Processing and Management : Vol. 55 (2012) No.6 p.392-399 (<https://doi.org/10.1241/johokanri.55.E1>)
- *5 衆議院式速記の一例
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Shugiin-system_Shorthand_01.jpg
- *6 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:John_Snow.jpg
- *7 http://matrix.msu.edu/~johnsnow/images/online_companion/chapter_images/fig12-5.jpg
- *8 Adobe stockより購入 (AdobeStock_5473397.jpeg)