

オリエンテーション

新学習指導要領とSTEAM教育が創り出す
「社会に活かす統計の考え方」シンポジウム

情報・システム研究機構

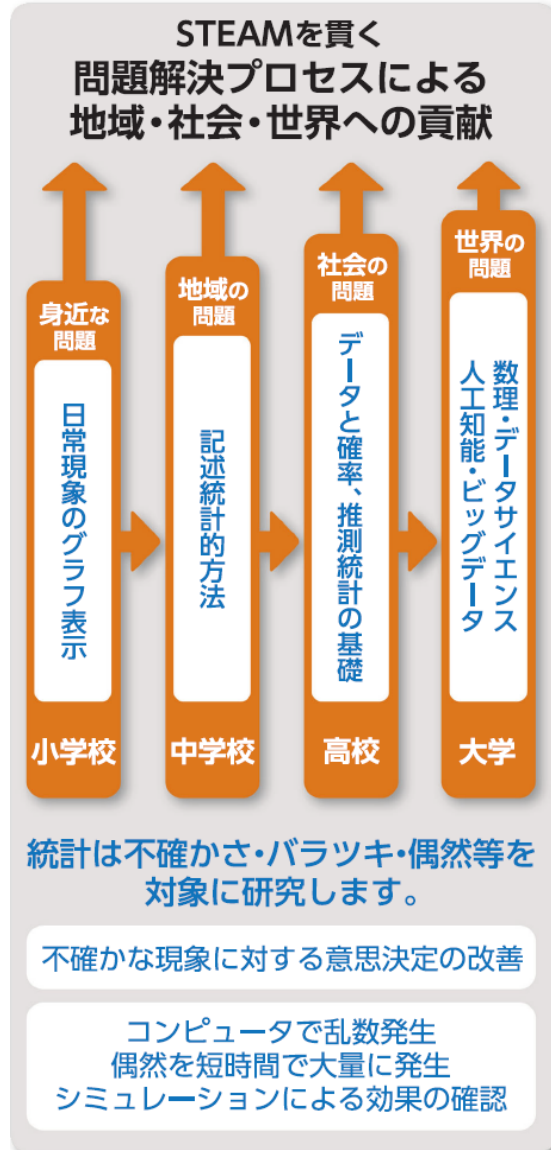
統計数理研究所長 椿 広計

2022/06/16

社会に活かす統計の考え方

デジタル社会に求められる
データへのリテラシー(素養)

データに基づき
社会問題を解決するプロセス



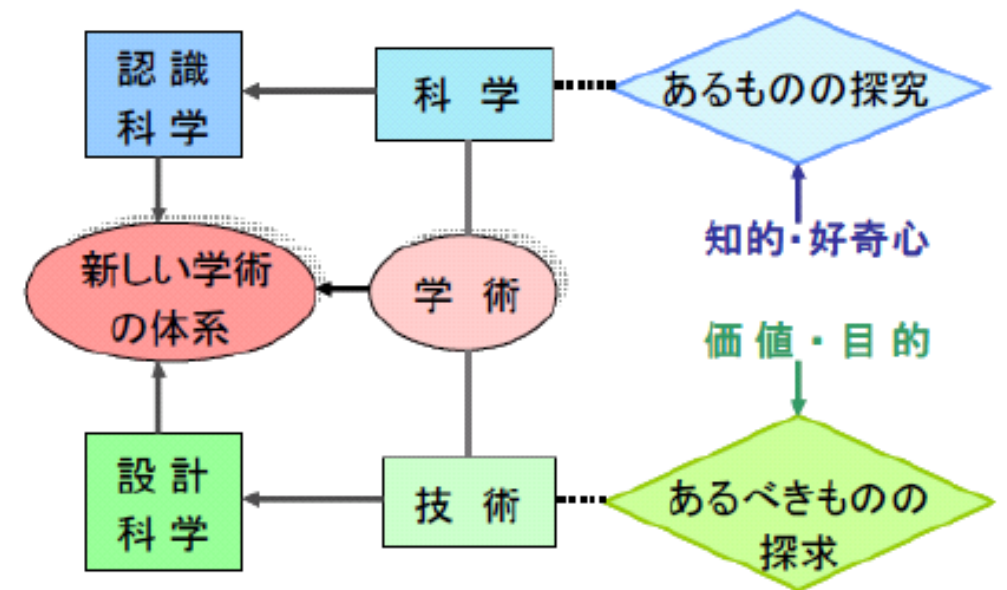
生きる力としての 自立的問題解決プロセス教育

問題解決プロセス教育：STEAMを貫くべきこと

認識科学と**設計科学**：

- 日本学術会議（吉田民人氏が主導）
 - 社会のための学術：H15
 - <http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/18pdf/1829.pdf>
- 知の営みとしての科学→認識科学
 - 価値・目的に依存しない
 - あるものの**探究**
 - **Science**
- 社会のための科学→設計科学
 - 価値・目的に依存
 - あるべきものの**探求**：
 - **Technology, Engineering & Art**
- 方法としての「情報循環」プロセス
 - **Mathematics & Statistics**
 - 数学が言語
 - 科学的プロセスの学が文法

「新しい学術の体系」
日本学術会議第19期
日本学術会議学術の在り方常置委員会
新しい学術の体系と横幹科学分科会

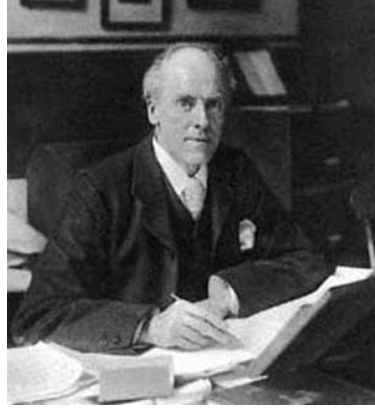


<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-18-t995-60-2.pdf>

K. Pearson, 1891/02~1893/11 ロンドン大衆に向けた講義

Pearson(1892) *The Grammar of Science*.

何でも科学になる：プロセスに基づく科学の定義と
同時に**Exact**ではない 現実に基づく**Sciences**のプロセスを創成



https://en.wikipedia.org/wiki/Karl_Pearson

- 科学の適用範囲 (Scope)
 - 科学を特徴づけるのは対象ではなく、その**プロセス**である。
 - あらゆる知的方法を用いて真実を確かめること
- **科学的プロセス：知識マネジメントプロセス：認識の進化**
 - **分解：Analysis**; 事実の周到な分類と事実間の関連性と順序の観察
 - **総合：Synthesis**; 創造的想像に支援された科学的法則の付与
 - **妥当性検証：Validation**; “自己批判と全ての人が等しく妥当性を認めるか否かを検証
- 科学的プロセス支援技法：ピアソンの記述統計的方法開発
 - 1891/11/18 保険数理（確率論）の利用
 - 1891/11/20 ばらつきを視覚に訴える：ヒストグラムの誕生日
 - 1893/ 1/31 指標化：標準偏差の誕生日
 - 偏相関論(Graphical Modelの基盤)の研究、妥当性検証：1901 モデルの適合度検定
- 現代数理統計学・計量諸科学発展を起動
- 1911 University College Londonに世界初の応用統計学科設立

マネジメントを科学に:Shewhart(1891~1967)の品質管理学創生
Shewhart(1939) *Statistical Method from Viewpoint of Quality Control*, Graduate School of the Department of Agriculture(Deming. Ed.).

- 「科学の文法」から派生した「実証科学のプロセス」
 - 仮説提示⇒データの採取（実験、調査）⇒仮説検定
 - **一般化されたShewhartの管理の3成分：設計科学の文法とも考えられる**
 - Plan: 達成されるべき目標を規定する行為←仕様
 - Do: 規定された目標を達成しようとする行為←生産
 - See: 目標が達成されたかどうかを判断する行為←検査
 - **Shewhart流品質管理：CAPD_o：**
 - Cは検査ではなく：工程改善のトリガーの発見
 - データに基づく問題（価値）の発見は「外れ値の探索(異常検知)」から
 - **問題点（価値）の抽出技法：仮説成長モデル**
 - 期待と実際の乖離（残差）を改善のチャンスと考える
 - **米国Shewhart:管理図法の提唱⇒工程管理・改善重視の世界観⇒日本が引き継ぐ**
 - 検査を無くすことが品質管理の目的：西堀栄三郎
- 2022/06/16 • 検査のような合格が目的ではない⇒Out of Controlが出たら改善のチャンス

ポリアの数学的問題解決プロセス教育

Polya, G. (1945) *How to Solve it, A New Aspect of Mathematical Method*, Princeton Univ. Press

柿内訳(1954)いかにして問題をとくか、丸善

教師の役割（生徒の支援）としての質問

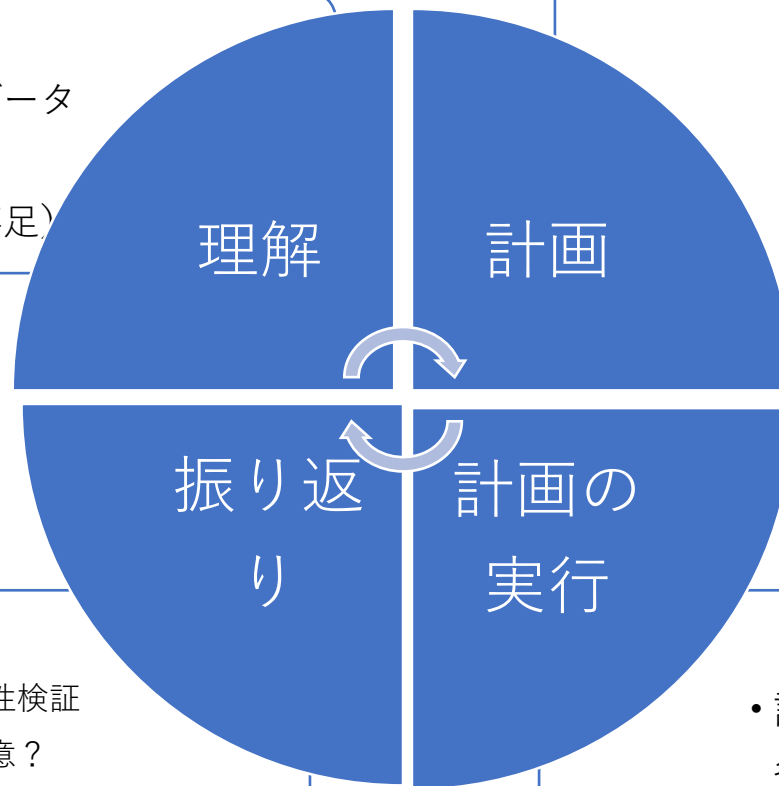
前に見たことない？

未知なモノを
よく観察したら？
データが
役に立たない？

- 未知なモノの特定
- 与えられているデータ（与件）
- 条件（矛盾、過不足）

結果を確かめられる？
結果を利用できない？

- 結果や議論の妥当性検証
- 結果の導き方は一意？
- 他の問題への展開可能性



- 類似問題の探索とその解の利用可能性
- 役に立つ定理（法則）
- データ（与件）と未知なモノとの関連性発見
- 関連問題の解の探査
- データや条件をすべて使えているかの検証

条件が満足している？
データをすべて使った？
問題を言い換えると？

- 計画の実施プロセス各段階の妥当性

Smith, M. (1945) Hypothesis vs. Problem in Scientific Investigation, *Philosophy of Science*, 12(4), 296-301

- PPDACサイクル
- 全ての科学的研究の5段階
 - Problem: 問題や疑問の認識
 - Plan: 問題の解決や疑問に対する答えを得るために必要なデータの種類、収集方法、分析方法法についての認識
 - Data: データの収集
 - Analysis: データの分析
 - Conclusion: 暫定的あるいは現実的なレベルで問題を解決する。または、質問に答える結論を導く

海外学校教育は1990年代以降統計強化に何故変わったのか？

U.S. Department of Labor (1991) “What Work Requires of Schools” A SCANS Report for AMERICA 2000,
<https://wdr.doleta.gov/SCANS/whatwork/whatwork.pdf>

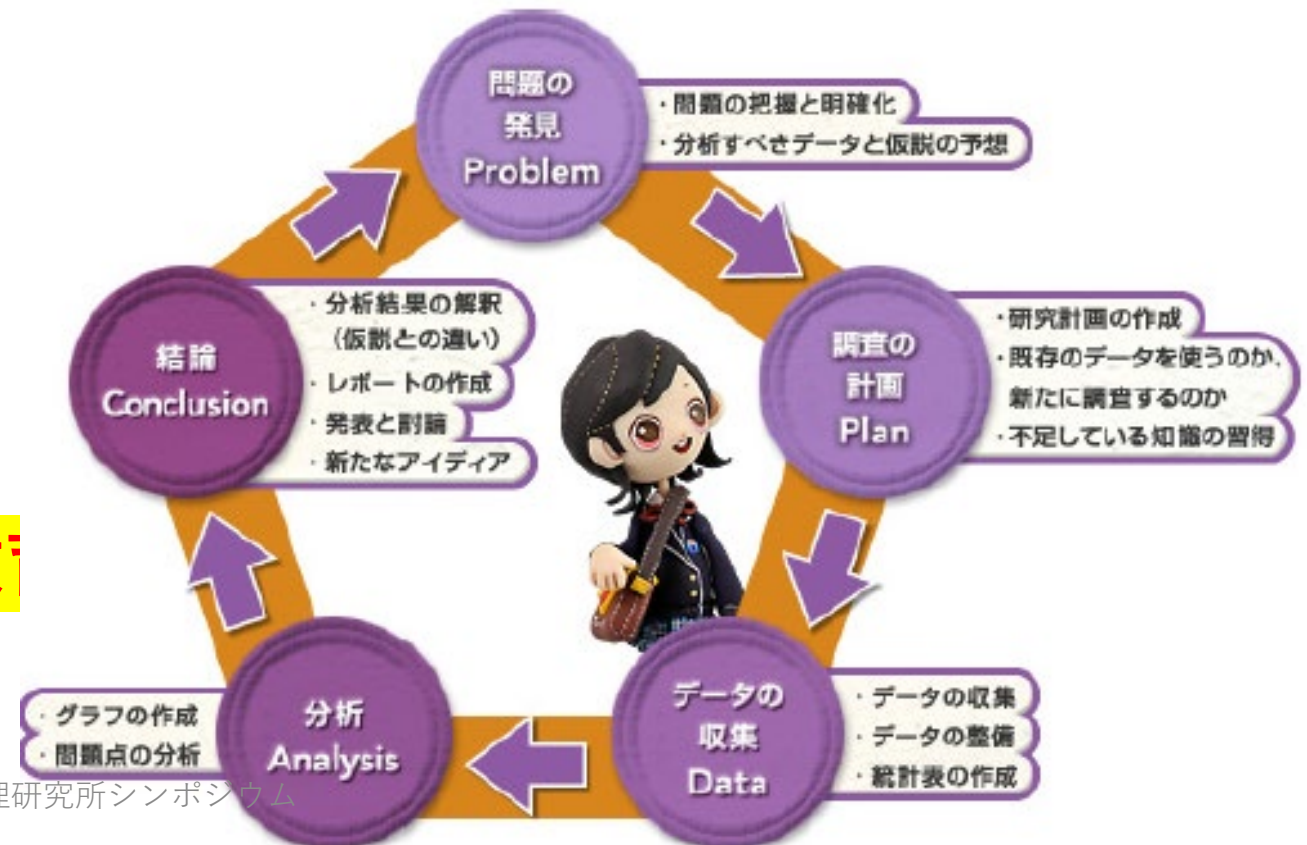
欧米初中等高等統計教育の転換点

- 米国労働省レポート
 - 21世紀スキル
 - 日本の労働者が90%持つスキル
 - **自立的問題解決能力**
 - 米国労働者60%保有せず
 - 手直し、品質劣化、納期遅延
- **学校教育の転換**
 - **PPDACサイクル**に基づく問題解決教育数学教育に
- **日本では実は産業界内教育**
 - **品質管理教育の学校教育化**

PPDACサイクル：教育社会学系問題解決プロセス

総務省統計局：なるほど統計学園高等部

<https://www.stat.go.jp/koukou/howto/process/index.html>

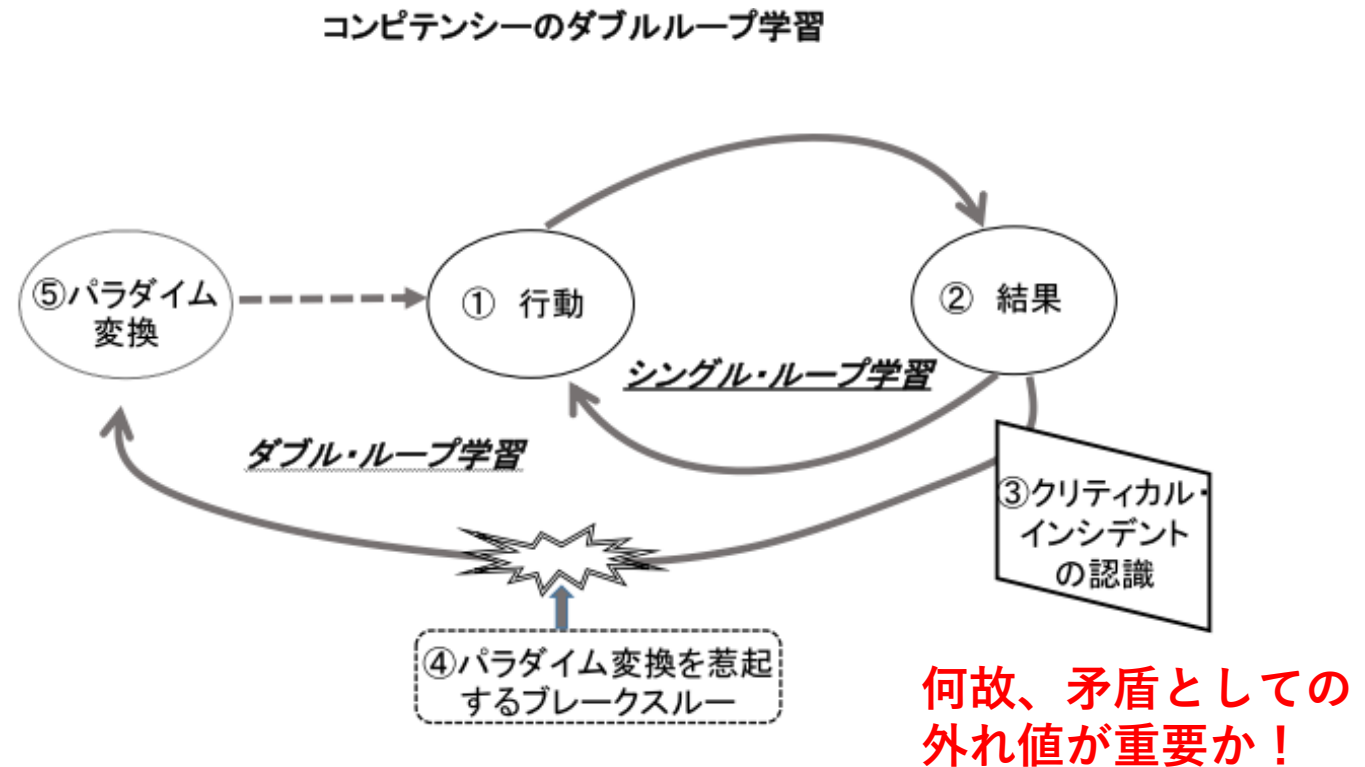


組織と人の自立的成長に 必要なインシデントとしての 「問題」の発見と追求の開始

シングルループからダブルループへ

クリティカルインシデントによる成長 人間と組織の成長のダブルループモデル

- Agryris and Shoen (1978)
 - *Organizational Learning; A Theory of Action Perspective*, Addison Wesley.
- Benton, Nagai, Tsubaki and Kino (2015) *An Exploratory Study on the Learning Mechanism of Global Leadership*, 横幹, 9(1), 5-13.
 - Benton 教授（筑波大）
横幹連合木村賞受賞記念論文



科学的ビジネスの文法：認識科学の文法から設計科学の文法への発展

Deming・石川のマネジメント・プロセスモデル＋支援技法の習熟

Japanese PDCA：日常管理(Control)と問題解決行動(Improvement)の合体

Nair, 2015 ISI会長講演「統計学の産業界への最大の貢献はDeming石川の統計哲学」

今、自分はどこに立っているかを知る

検査 & 統計的意思決定
統計的プロセス管理

Do

Planの

着実な実施

Shewhart(1939)

PDSサイクル

Deming + 石川の

PDC(S)Aサイクル, 1951

Plan

人・設備・

予算・情報

提供

マネジメントサイエンス技法

Check

あるべき姿と
実際とのずれ

What, Who,

When, Where,

How

GAP (異常検知)分析、Shewhart管理図

問題提起

解くべき

価値ある

問題・課題の

発見

仮説提示

どう解くか何を

どう調べるか

特性要因図

連関図

要求品質展開

質的調査計画

量的調査計画

実験計画

問題解決型QCストーリー

改善の標準シナリオ

小松製作所, 1960

情報収集

現場や社会の調査情報

対策案比較検証実験情報

Action = 対策立案

対策実装

問題解決方針

原因に基づく対策
＋効果確認

分析

要因の分析

原因と結果

因果モデリング：検証的解析
層別分析・回帰分析・
時系列解析

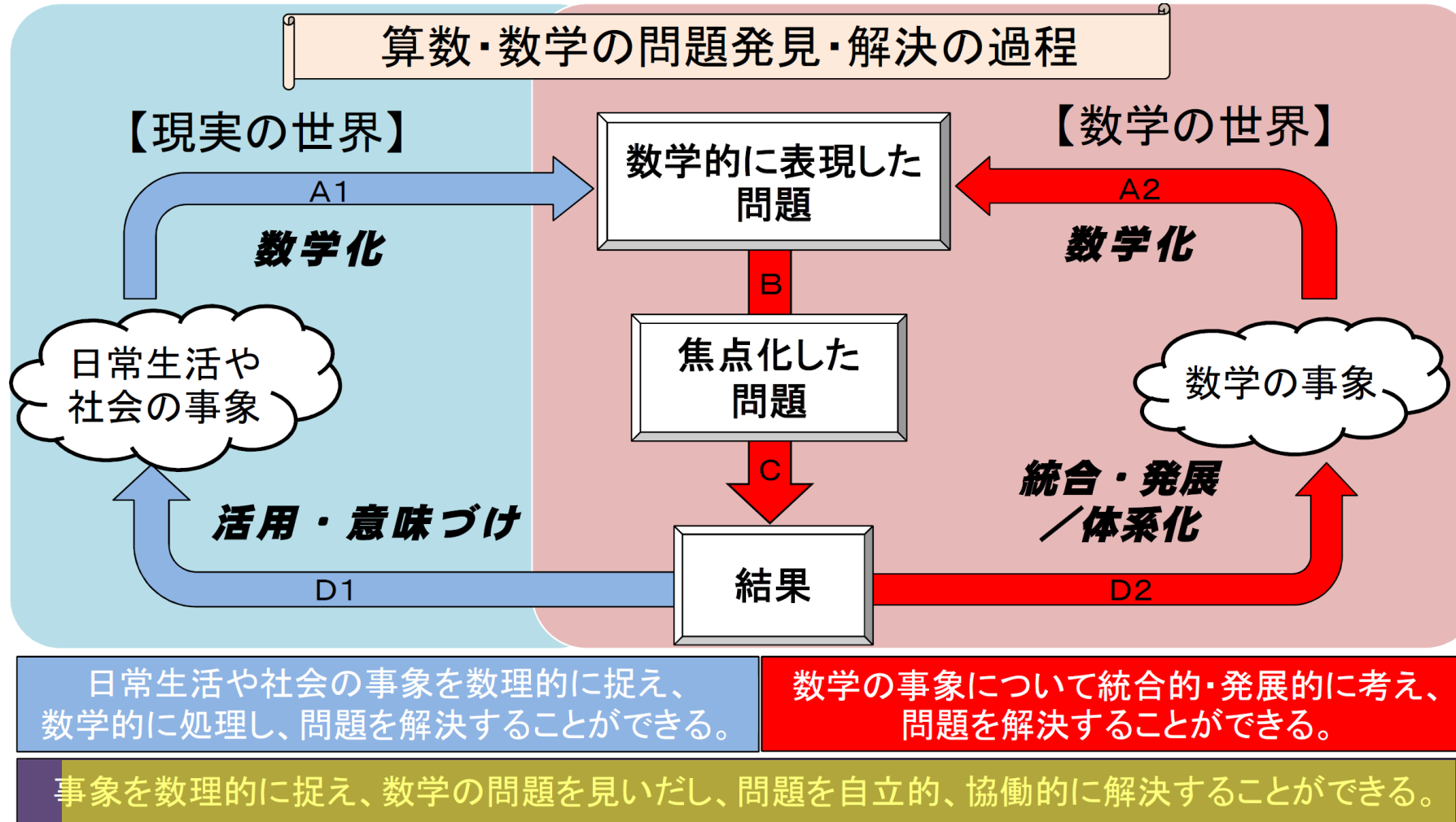
大原則：
適切な方法
を適切な
プロセスに
埋め込む

高等学校教育と生きる力

新指導要領の意義

2017初中等教育指導要領革新の本質：算数によるヒトづくり

「生きる力」としての算数・数学そして情報



中央教育審議会教育課程部会
(2016)算数・数学ワーキング
グループ審議のとりまとめ
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/073/sonota/1376993.htm

小学校：2020年度～
中学校：2021年度～
高等学校：2022年度～

隠れた高水準教材
文部科学省高等学校情報科Ⅱ
教員研修用教材
「情報とデータサイエンス」
第3章、第4章

https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_00742.html 2022/06/16
統計数理研究所 シンポジウム

※各場面で、言語活動を充実
※これらの過程は、自立的に、時に協働的に行い、それぞれに主体的に取り組めるようにする。
※それぞれの過程を振り返り、評価・改善することができるようにする。

2017年改訂 高等学校数学目標

- 数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、
数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。
 - (1) 数学における基本的な概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、**事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能**を身に付けるようにする。
 - (2) **数学を活用して事象を論理的に考察する力、事象の本質や他の事象との関係を認識し統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力**を養う。
 - (3) **数学のよさを認識し積極的に数学を活用しようとする態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度**や創造性の基礎を養う。

情報Ⅱ：目標

- 情報に関する科学的な見方・考え方を働かせ、情報技術を活用して問題の発見・解決を行う学習活動を通して、問題の発見・解決に向けて情報と情報技術を適切かつ効果的、創造的に活用し、情報社会に主体的に参画し、その発展に寄与するための資質・能力を次のとおり育成することを目指す。
 - (1) 多様なコミュニケーションの実現、情報システムや多様なデータの活用について理解を深め技能を習得するとともに、情報技術の発展と社会の変化について理解を深めるようにする。
 - (2) 様々な事象を情報とその結び付きとして捉え、問題の発見・解決に向けて情報と情報技術を適切かつ効果的、創造的に活用する力を養う。
 - (3) 情報と情報技術を適切に活用するとともに、新たな価値の創造を目指し、情報社会に主体的に参画し、その発展に寄与する態度を養う

(3) 情報とデータサイエンス

- 多様かつ大量のデータを活用することの有用性に着目し、データサイエンスの手法によりデータを分析し、その結果を読み取り解釈する活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。
 - ア 次のような知識及び技能を身に付けること。
 - (ア) 多様かつ大量のデータの存在やデータ活用の有用性、データサイエンスが社会に果たす役割について理解し、目的に応じた適切なデータの収集や整理、整形について理解し技能を身に付けること。
 - (イ) データに基づく現象のモデル化やデータの処理を行い解釈・表現する方法について理解し技能を身に付けること。
 - (ウ) データ処理の結果を基にモデルを評価することの意義とその方法について理解し技能を身に付けること。
 - イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。
 - (ア) 目的に応じて、適切なデータを収集し、整理し、整形すること。
 - (イ) 将来の現象を予測したり、複数の現象間の関連を明らかにしたりするために、適切なモデル化や処理、解釈・表現を行うこと。
 - (ウ) モデルやデータ処理の結果を評価し、モデル化や処理、解釈・表現の方法を改善すること。

理数科「理数探究基礎」、 「理数探究」

- 様々な事象に関わり、数学的な見方・考え方や理科の見方・考え方を組み合わせるなどして働かせ、探究の過程を通して、課題を解決するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。
 - (1) 対象とする事象について探究するために必要な知識及び技能を身に付けるようにする。
 - (2) 多角的、複合的に事象を捉え、数学や理科などに関する課題を設定して探究し、課題を解決する力を養うとともに創造的な力を高める。
 - (3) 様々な事象や課題に向き合い、粘り強く考え行動し、課題の解決や新たな価値の創造に向けて積極的に挑戦しようとする態度、探究の過程を振り返って評価・改善しようとする態度及び倫理的な態度を養う。
- 様々な事象についての探究の過程を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。
 - (ア) 探究の意義についての理解
 - (イ) 探究の過程についての理解
 - (ウ) 研究倫理についての理解
 - (エ) 観察、実験、調査等についての基本的な技能
 - (オ) 事象を分析するための基本的な技能
 - (カ) 探究した結果をまとめ、発表するための基本的な技能

高等学校指導要領改訂後 大学で起きていること

大学・高専教育とデータに基づく問題解決プロセス

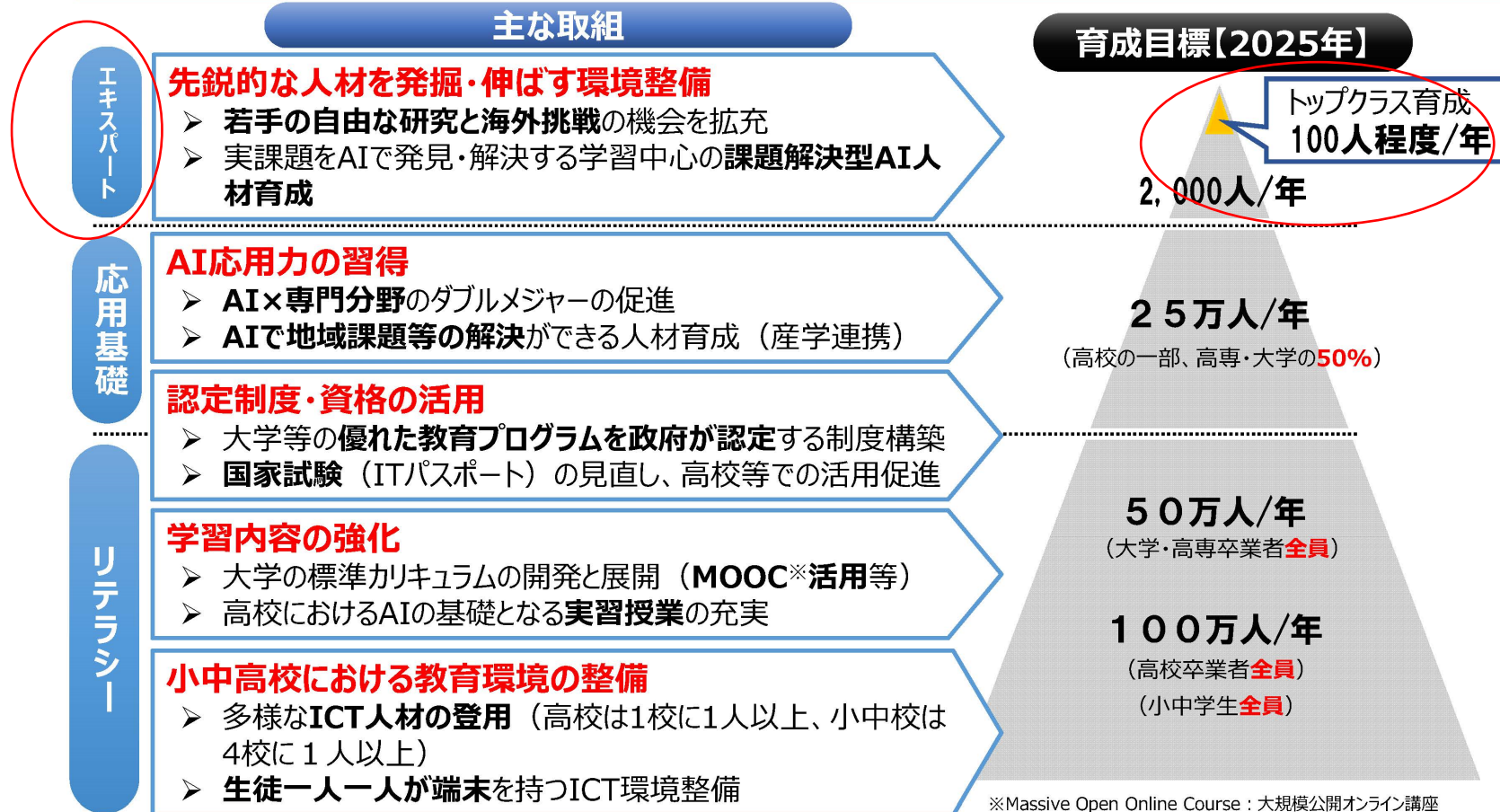
内閣府・経産省・文科省

「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度検討会議」

階層型の人材育成

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



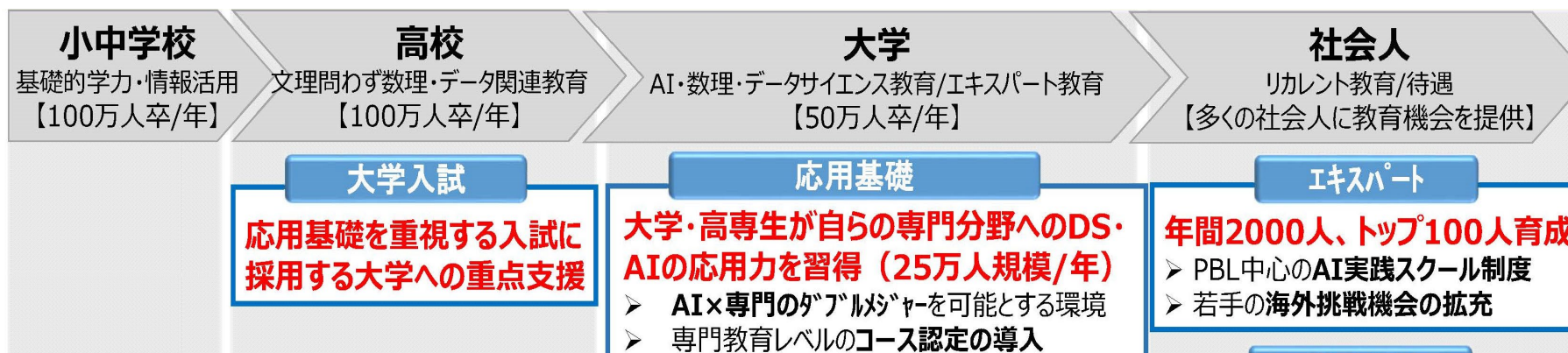
2022/06/16

出典：「AI戦略2019 概要」（2019年7月、内閣府）
統計政策研究所シンポジウム

プロジェクト創設の経緯 ～ AI 戦略 2019

A I 戦略 2019 (2019年6月 統合イノベーション戦略推進会議決定)

- 3つの理念（「人間尊重」、「多様性」、「持続可能」）を掲げ、Society 5.0 を実現し、SDGs に貢献
- 4つの戦略目標を設定（人材、産業競争力、技術体系、国際）
～ **AI時代に対応した人材を育成**、持続的に実現する仕組みを構築



大学を始め各段階で人材の育成を進めてきたが・・・

- ここで顕在化した問題が、**大学の統計教員の不足**

2020/03「数理・データサイエンス・AI教育 プログラム認定制度」リテラシーレベルの創 設

- リテラシーレベルの数理・データサイエンス・AI教育の意義は、
全ての大学生・高専生が今後の社会で活躍するにあたって
学んでおくべき、また身につけておくべき基礎的素養として、
 - なぜ、数理・データサイエンス・AIを学ぶ必要があるのか（学習の意義）
 - 数理・データサイエンス・AIが社会でどのように活用され、
どのように新たな価値を生んでいるのか
 - 一方で、AI・データにはバイアスが生じうる特性があり、
使い方によって公正性に関する問題があること、
プライバシー保護・セキュリティに関わる課題等があること
- などを理解しつつ、学んだ知識・技能を土台にして、日常の生活や
仕事の中で、上手に活用できるものであることと考える

リテラシーレベル標準カリキュラム

東京大学リテラシーレベル モデルカリキュラム

- 1.5 データ・AI利活用の現場
 - データサイエンスのサイクル
 - 課題抽出と定式化
 - データの取得・管理・加工
 - 分析の実装
 - 探索的データ解析
 - データ解析と推論
 - 結果の共有・伝達
 - 課題解決に向けた提案
- http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium2/pdf/1-5_literacy_level_note.pdf

UC Berkley:オンライン大学院 Data Science Lifecycle

- Capture
 - データ取得、データ入力、信号入力とデータの抽出
- Maintain
 - データウェアハウスの作成、分析可能なデータの編成（クレンジング）、データ処理、データアーキテクチャー
- Process
 - データマイニング、クラスタリング／分類、データモデリング、データの要約
- Analyze
 - 探索的分析と検証的分析、予測分析、回帰分析、テキストマイニング、質的分析
- Communicate
 - レポートニング、可視化、ビジネスインテリジェンス、意思決定

応用基礎レベル創設 2021/03

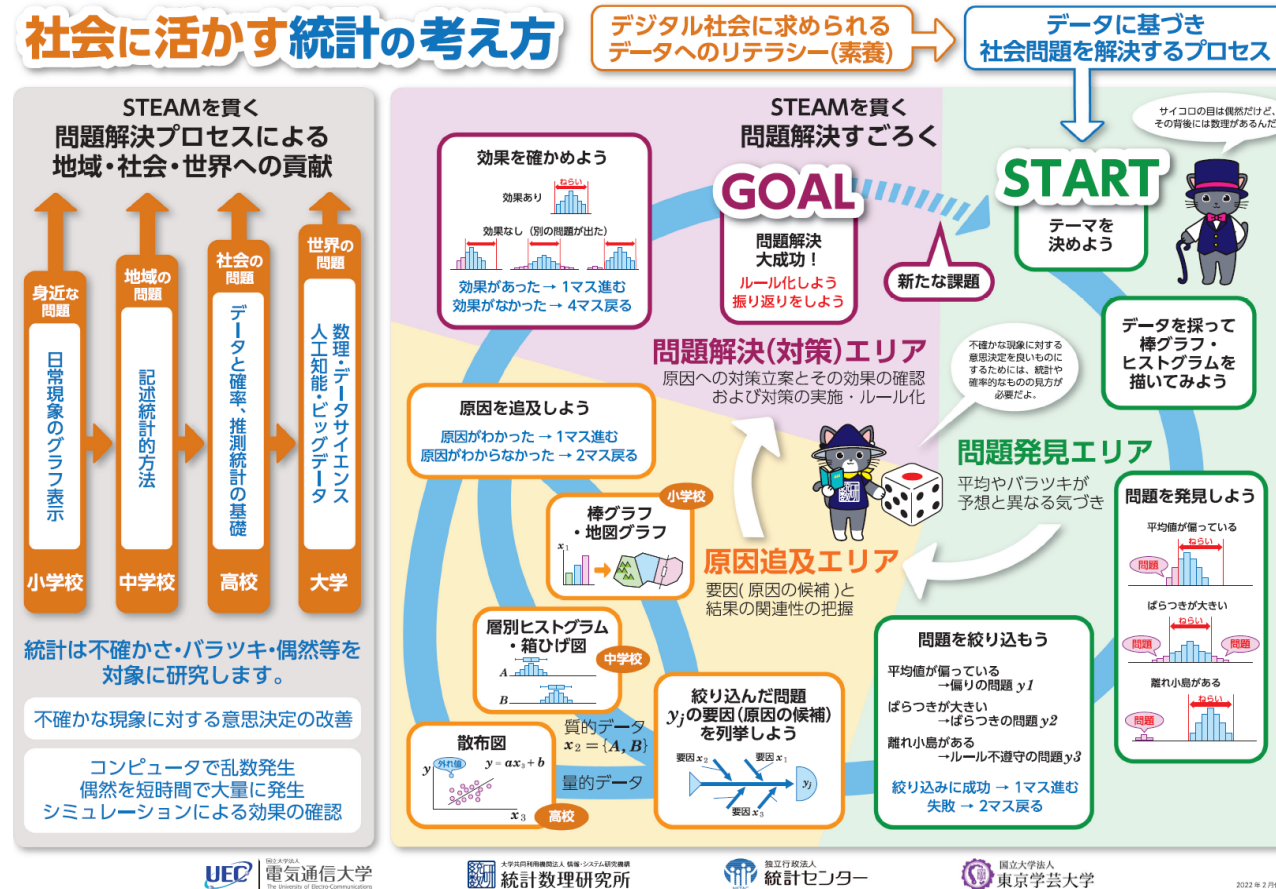
- 認定制度（応用基礎レベル）において認定となる教育プログラムにおいては、いわゆる「データサイエンティスト」だけではなく、様々な専門分野の学生が、自らの専門分野の研究や卒業後の就業に際して、数理・データサイエンス・AIを活用して課題を解決できるようになる実践的な応用基礎力をもつ人材になることを学修目標とすべきである。
- これにより、
 - ビジネス課題の解決のために、どのような結果を得たいか、そのためにはどのようなデータが必要か、そのデータはどこにあるか、なければどう作るかを判断できる。
 - 就職先の企業等において、商品開発やデータ駆動型経営を行う過程で、ツールとしてAIや統計を活用できる。
 - 人文社会系の研究において、人の行動・心理を読み取るために、SNSなどの大量データを活用できる。
 - データにもとづいた合理的判断を求められる産業界での様々なシーンにおいて、業務を適切にマネジメントできる。
- といったこと等ができる人材が多く育つことが期待される。

応用基礎標準カリキュラム

http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/e-learning_ouyoukiso.html

- 1. データサイエンス基礎
- 1. 2 分析設計
 - データ分析の進め方、仮説検証サイクル
 - 機械学習
 - データの観察
 - モデルの学習
 - モデル選択と評価
 - PPDACサイクルとは何か（動画：滋賀大提供）
 - PPDACサイクルの実例（動画：滋賀大提供）
 - PPDACサイクルの各段階で必要なこと（動画：滋賀大提供）
 - 分析目的の設定（特に教材提供無）

それでは本論に入っていきます



本日のパネルの進め方

- 初中等教育・高等教育・社会人教育における
数理・データサイエンス的問題解決力教育の目的と方法
 - 方法が目的となっていないか？
 - 新指導要領と大学との動きの整合性
 - STEAM教育の目的と方法は
- 初中等教育における問題解決力教育を巡る問題とは、その解決の方向性は
 - 生徒の問題
 - 小学校低学年・高学年・中学校・高校・そして大学に向けた進化の問題
 - 教える知識・能力・態度の問題、適用する問題の性質と範囲の問題
 - 教員の問題
 - 教員の支援環境の問題
 - 教材の問題
 - 教科書・指導の手引き・副教材の問題
 - 利用可能な計算機・データ分析用ソフトウェア・教育活用可能なデータの問題
 - 高等学校教育を取り巻く環境の問題
 - 教員間ネットワーク・授業研究
 - 大学進学・大学入試の問題
- 余裕があれば、大学・大学院教育の同様な問題を

参考資料

指導要領の変遷

高等学校数学Ⅰの数学と統計とを繋ぐ

参考資料 1

指導要領の変遷を補う情報

1956年高等学校指導要領数学編目的の一部

教育課程の基準の明確化

- 高等学校の数学科は、中学校数学科の教育をもとにして、これを発展させたものである。
すなわち数学科全般として、生活を合理化し、向上させていくのに基礎となるような数学的な教養を生徒に与えることをねらうとともに、これを通じて、各生徒の個性と進路に応じた基本的な数学的な能力や態度を養うことをめざすものであって、主として、次のことを目標とする。
 - 1. 数学の基本的な概念・原理・法則等を理解し、これらを応用する能力を養う。
 - 2. 数学が体系的にできていることと、その体系を組み立てていく考え方を理解し、その意義を知る。
 - 3. 数学的な用語や記号の正しい使い方を理解し、これらによって数量的な関係を簡潔明確に表現し、処理する能力を養う。
 - 4. 論理的な思考の必要性を理解し、筋道を立ててものごとを考えていく能力と習慣とを身につける。
 - 5. 数学的な物の見方、考え方の意義を知るとともに、これらに基づいてものごとを的確に処理する能力と態度とを身につける。

数学Ⅰ代数的内容「統計」

- 自然現象や社会現象における統計的な現象の数学的な表現の方法として記述統計の基本的な事項を扱い、その役割を明らかにする。
 - (1) 統計的な資料の整理のしかたを中心として扱い、その集め方にもふれる。
 - (2) 資料の特徴を表わす数の意味を明らかにし、その計算法を扱う。
ただしあまり複雑な計算は避け、平均偏差・四分偏差は扱わない。
 - (3) 二つの変量の間を統計的に見る方法の一つとして、相関関係や相関係数を扱う。ただし、相関係数は、説明する程度にとどめる。
- 用語と記号
 - 変量 度数 分布 階級 範囲 ヒストグラム 代表値 相加平均 モード
メジアン 偏差 標準偏差 相関 相関表 相関図 相関係数

数学Ⅲ 数学的内容「確率と統計」

- 確率の概念を明らかにし、「数学Ⅰ」で記述統計的な立場から取り扱ったものに対して、確率の考えを加味し、統計に対する見方を深める。
 - (1) 死亡率・男女比等の実例を通して、統計的な確率の意味やその意義を扱う。
 - (2) 実例について、数学的確率と統計的な割合とが等しいことを認めさせ、確率の概念を明らかにする。
 - (3) 数学的期待値の意味を明らかにする。
 - (4) 具体的な例について、既知の確率をもとにして複合した事象の確率を計算することを扱う。
 - (5) 事象の独立・従属・排反の概念を明らかにし、確率に関する乗法定理・加法定理を扱う。
 - (6) 一定な確率をもつ事象が、何回ものくり返しの中に現れる回数を計算することによって、二項分布の意味を明らかにする。
 - (7) 具体的な場合について、期待値やそれに近い値を得る確率を計算して、**大数法則**にふれる。
 - (8) 統計的な法則の意味、これに基づいて判断を下す場合の注意事項、資料の信頼性などについて簡単にふれる。
 - (9) **身近な実例や実習を通して**、標本調査による平均値の確からしさや、標本調査で全体を推定するときの注意、**実際に行われている標本調査の方法**などにふれる。
 - 注 **推測統計については、実例や実習によってその意味を知る程度**にとどめる。いわゆる推計学を理論的に学習することは、数学Ⅲの内容とはしない。
- 用語と記号
 - 確率 期待値 独立事象 従属事象 排反事象 乗法定理 加法定理 二項分布 大数法則 標本 母集団
標本調査 標本平均 抽出

(参考史料Skip) 1970年改訂：教育内容の向上

数学科 目標

- 事象を数学的にとらえ，論理的に考え，統合的，発展的に考察し，処理する能力と態度を育成し，また，社会において数学の果たす役割について認識させる。
- このため，
 - 1 数学における基本的な概念，原理・法則などを理解させ，より進んだ数学的な考え方や処理のしかたを生み出す**能力と態度**を養う。
 - 2 数学における基本的な知識の習得と基本的な技能の習熟を図り，それらを的確かつ能率的に活用する**能力**を伸ばす。
 - 3 数学的な用語や記号を用いることの意義について理解を深め，それらによって数学的な性質や関係を簡潔，明確に表現し，思考を進める能力と態度を養う。
 - 4 事象の考察に関して，適切な見通しをもち，抽象化し，論理的に思考する能力を伸ばすとともに，目的に応じて結果を検討し，処理する態度を養う。
 - 5 体系的に組み立てていく数学の考え方を理解させ，その意義と方法について知らせる。

Skip 数学 I 解析 C 確率

- 1) 確 率
- 確率の概念の理解を深め，確率についての基本的な法則および事象の独立・従属について理解させ，簡単な事象の確率を求めることができるようにする。
 - ア 確率の意味とその基本的な法則
 - イ 条件つき確率，事象の独立
 - ウ 用語および記号
 - 試行，事象，余事象，排反，条件つき確率，独立，従属，階乗， $n!$ ， ${}_nP_r$ ， ${}_nC_r$

数学 II A C 確率・統計

- 確率と統計
 - 確率の概念の理解を深めるとともに，確率分布の考えや統計的な推測の考え方を理解させる。
- ア 確率分布の考え
- イ 統計的な推測の考え方
- ウ 用語および記号
 - 乱数表，確率分布
 - 職業科：応用数学
 - 確率と統計の応用 統計的な推測についての理解を深め，**確率と統計を実際的な問題に応用するときの考えと方法を理解**させる。
 - **ア 統計的な推測**
 - **イ 品質管理，抜取り検査**など

数学Ⅲ B 確率・統計

- (1) 確率分布
 - 母集団と標本の考えおよび確率分布の意味を明らかにし、二項分布と正規分布について理解させる。
 - ア 母集団と標本
 - イ 確率分布; 確率変数の平均, 分散, 標準偏差を含む。
 - ウ 二項分布, 正規分布
 - エ 用語および記号
 - 乱数表, 分散, 確率分布, 確率変数, 二項分布, 正規分布
- (2) 統計的な推測
 - 統計的な推測における基本的な考え方について理解させる。
 - ア 統計的な推測
 - イ 用語および記号
 - 推定, 検定

(参考資料) 1978年改訂 ゆとりある充実した学校生活

高等学校指導要領 数学Ⅱ

- (1) 確率と統計
- ア 順列・組合せ
- イ 確率
- ウ 統計
- 〔用語・記号〕
 - nPr , nCr , 階乗, $n!$, 余事象, 期待値, 標準偏差

Skip 確率・統計（数学Ⅰ後の履修）

確率に関する基本的な概念や法則についての理解を深めるとともに、確率分布の概念を理解させ、統計的な見方・考え方に関する能力を伸ばす。

- (1) 資料の整理
 - ア 変量の分布
 - イ 代表値と散布度
 - [用語・記号] 分散, 標準偏差, Σ
- (2) 場合の数
 - ア 順列・組合せ
 - イ 二項定理
 - [用語・記号] nPr , nCr , 階乗, $n!$
- (3) 確率
 - ア 確率とその基本的な法則
 - イ 独立な試行と確率
 - ウ 条件つき確率
 - [用語・記号] 余事象, 排反, 独立, 従属
- (4) 確率分布
 - ア 確率変数とその確率分布
 - イ 二項分布, 正規分布
 - [用語・記号] 期待値
- (5) 統計的な推測
 - ア 母集団と標本
 - イ 統計的な推測の考え
 - [用語・記号] 推定, 検定
 - 具体例を通して統計的な推測の考え方を理解させる程度とする。

(参考資料) 1989年改訂：社会変化に自ら対応できる心豊かな人間

数学における基本的な観念や原理・法則の理解を深め、事象を数学的に考察し処理する能力を高めるとともに数学的な見方や考え方のよさを認識、それらを積極的に活用する態度を育てる。

• 数学1 (4) 確率

- ア 確率とその基本的な法則
- イ 独立な試行と確率
- ウ 期待値
- [用語・記号] 余事象、排反

• 数学B 確率分布

- ア 確率の計算
- イ 確率分布
 - (ア) 確率変数と確率分布(イ) 二項分布
- [用語・記号] 条件つき確率、平均、標準偏差

Skip 数学C (4)統計処理

- ア 統計資料の整理
 - (ア) 代表値と散布度
 - (イ) 相関
- イ 統計的な推測
 - (ア) 母集団と標本
 - (イ) 正規分布
 - (ウ) 統計的推測の考え
 - [用語・記号] 分散、標準偏差、相関係数、推定
 - (4)のイについては、理論的な考察には深入りしないものとする。

(参考資料) 2003年改訂 自ら学び自ら考える生きる力

数学における基本的な概念や原理・法則の理解を深め、**事象を数学的に考察し処理する能力**を高め、数学的活動を通して創造性の基礎を培うとともに、数学的な見方や考え方のよさを認識し、それらを**積極的に活用する態度**を育てる。

• 数学基礎

• (3) 身近な統計

- 目的に応じて資料を収集し、それを表やグラフなどを用いて整理するとともに、**資料の傾向を代表値を用いてとらえるなど、統計の考えを理解し、それを活用できるようにする。**
- ア 資料の整理
- イ 資料の傾向の把握
 - 内容の(3)については、統計の基本的な考えを扱うものとし、また、**コンピュータ等を活用した学習**がなされるよう配慮するものとする。

数学A

- (3) 場合の数と確率
 - 具体的な事象の考察などを通して，順列・組合せや確率について理解し，不確定な事象を数量的にとらえることの有用性を認識するとともに，事象を数学的に考察し処理できるようにする。
- ア 順列・組合せ
- イ 確率とその基本的な法則
- ウ 独立な試行と確率
- [用語・記号] ${}_nP_r$, ${}_nC_r$, 階乗, $!$, 余事象, 排反

数学B

(3) 統計とコンピュータ

- 統計についての基本的な概念を理解し，身近な資料を表計算用のソフトウェアなどを利用して**整理・分析し，資料の傾向を的確にとらえる**ことができるようにする。
- ア 資料の整理：度数分布表，相関図
- イ 資料の分析：代表値，分散，標準偏差，相関係数
 - (3)については，理論的な考察には深入りしないものとする。

数学C

- (3) 確率分布

- の確力用
 そ不能活
 と、るを
 数めすら
 変深察れ
 率を考そ
 確解に
 び理的に
 及の学も
 算て数と
 計いをと
 のつ象す
 率に事ば
 確布な伸
 分定を

- ア 確率の計算

• イ 確率分布

- (ア) 確率変数と確率分布
- (イ) 二項分布

● [用語・記号]

- 条件つき確率, 平均, 分散, 標準偏差

- (4) 統計処理

- 測やその推方、きかな見、的にも用統計的と統計とにや統る測布、す推分しに、率解的、確理豊、なるを統す、的い方をに統つえらう連に考れよ

- ア 正規分布

- (ア) 連続型確率変数
- (イ) 正規分布

- イ 統計的な推測

- (ア) 母集団と標本
- (イ) 統計的な推測の考え

2008年改訂：生きる力の育成：思考力・判断力・表現力育成のバランス

数学的活動を通して、数学における基本的な概念や原理・法則の体系的な理解を深め、**事象を数学的に考察し表現する能力**を高め、創造性の基礎を培うとともに、数学のよさを認識し、それらを積極的に活用して数学的論拠に基づいて判断する**態度**を育てる。

• 数学 I

• (4) データの分析

- 統計の基本的な考えを理解するとともに、それを用いてデータを整理・分析し傾向を把握できるようにする。

• ア データの散らばり

- 四分位偏差，分散及び標準偏差などの意味について理解し，それらを用いてデータの傾向を把握し，説明すること。

• イ データの相関

- 散布図や相関係数の意味を理解し，それらを用いて二つのデータの相関を把握し説明すること。

数学A

- (1) 場合の数と確率

- 場合の数を求めるときの基本的な考え方や確率についての理解を深め、それらを事象の考察に活用できるようにする。

- ア場合の数

- (ア) 数え上げの原則
 - 集合の要素の個数に関する基本的な関係や和の法則、積の法則について理解すること。
- (イ) 順列・組合せ
 - 具体的な事象の考察を通して順列及び組合せの意味について理解し、それらの総数を求めること。

- イ確率

- (ア) 確率とその基本的な法則
 - 確率の意味や基本的な法則についての理解を深め、それらを用いて事象の確率を求めること。また、確率を事象の考察に活用すること。
- (イ) 独立な試行と確率
 - 独立な試行の意味を理解し、独立な試行の確率を求めること。また、それを事象の考察に活用すること。
- (ウ) 条件付き確率
 - 条件付き確率の意味を理解し、簡単な場合について条件付き確率を求めること。また、それを事象の考察に活用すること。

数学B：全国高校での履修率0.3%

- (1) 確率分布と統計的な推測
 - 確率変数とその分布，統計的な推測について理解し，それらを不確定な事象の考察に活用できるようにする。
- ア 確率分布
 - (ア) 確率変数と確率分布
 - 確率変数及び確率分布について理解し，確率変数の平均，分散及び標準偏差を用いて確率分布の特徴をとらえること。
 - (イ) 二項分布
 - 二項分布について理解し，それを事象の考察に活用すること。
- イ 正規分布
 - 正規分布について理解し，二項分布が正規分布で近似できることを知ること。
また，それらを事象の考察に活用すること。
- ウ 統計的な推測
 - (ア) 母集団と標本
 - 標本調査の考え方について理解し，標本を用いて母集団の傾向を推測できることを知ること。
 - (イ) 統計的な推測の考え
 - 母平均の統計的な推測について理解し，それを事象の考察に活用すること。

2017年改訂数学Ⅰ (4) データの分析

- データの分析について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、次の事項を身に付けることができるよう指導する。
- ア 次のような**知識及び技能**を身に付けること。
 - (ア) 分散、標準偏差、散布図及び相関係数の意味や**その用い方を理解**すること。
 - (イ) **コンピュータなどの情報機器を用いるなどして**、データを表やグラフに整理したり、分散や標準偏差などの基本的な統計量を求めたりすること。
 - (ウ) **具体的な事象において仮説検定の考え方を理解すること。**
- イ 次のような**思考力、判断力、表現力**等を身に付けること。
 - (ア) データの散らばり具合や傾向を数値化する方法を考察すること。
 - (イ) **目的に応じて複数の種類のデータを収集し、適切な統計量やグラフ、手法などを選択して分析を行い、データの傾向を把握して事象の特徴を表現すること。**
 - (ウ) **不確実な事象の起こりやすさに着目し、主張の妥当性について、実験などを通して判断したり、批判的に考察したりすること。**
- 〔用語・記号〕 外れ値
- 〔課題学習〕

(1)数と式、(2)図形と計量（含む三角関数）、(3)二次関数までの内容又はそれらを相互に関連付けた内容を生活と関連付けたり発展させたりするなどした課題を設け、生徒の主体的な学習を促し、数学のよさを認識させ、学習意欲を含めた数学的に考える資質・能力を高めるようにする。

数学A (2) 場合の数と確率

- 場合の数と確率について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、次の事項を身に付けることができるよう指導する。
- ア 次のような知識及び技能を身に付けること。
 - (ア) 集合の要素の個数に関する基本的な関係や和の法則、積の法則などの数え上げの原則について理解すること。
 - (イ) 具体的な事象を基に順列及び組合せの意味を理解し、順列の総数や組合せの総数を求めること。
 - (ウ) 確率の意味や基本的な法則についての理解を深め、それらを用いて事象の確率や期待値を求めること。
 - (エ) 独立な試行の意味を理解し、独立な試行の確率を求めること。
 - (オ) **条件付き確率の意味を理解し、簡単な場合について条件付き確率を求めること。**
 - **ベイズの定理なども扱える**
- イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。
 - (ア) 事象の構造などに着目し、場合の数を求める方法を多面的に考察すること。
 - (イ) 確率の性質や法則に着目し、確率を求める方法を多面的に考察すること。
 - (ウ) **確率の性質などに基づいて事象の起こりやすさを判断したり、期待値を意思決定に活用したりすること。**

数学B (2) 統計的な推測

- 統計的な推測について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、次の事項を身に付けることができるよう指導する。
- ア 次のような知識及び技能を身に付けること。
 - (ア) 標本調査の考え方について理解を深めること。
 - (イ) 確率変数と確率分布について理解すること。
 - (ウ) 二項分布と正規分布の性質や特徴について理解すること。
 - (エ) 正規分布を用いた区間推定及び仮説検定の方法を理解すること。
- イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。
 - (ア) 確率分布や標本分布の特徴を、確率変数の平均、分散、標準偏差などを用いて考察すること。
 - (イ) 目的に応じて標本調査を設計し、収集したデータを基にコンピュータなどの情報機器を用いて処理するなどして、母集団の特徴や傾向を推測し判断するとともに、標本調査の方法や結果を批判的に考察すること。
- [用語・記号] 信頼区間, 有意水準

数学B (3) 数学と社会生活

数学と社会生活について、数学的活動を通して、それらを数理的に考察することの有用性を認識するとともに、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

- ア 次のような知識及び技能を身に付けること。
 - (ア) 社会生活などにおける問題を、数学を活用して解決する意義について理解すること。
 - (イ) 日常の事象や社会の事象などを数学化し、数理的に問題を解決する方法を知ること。
- イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。
 - (ア) 日常の事象や社会の事象において、数・量・形やそれらの関係に着目し、理想化したり単純化したりして、問題を数学的に表現すること。
 - (イ) 数学化した問題の特徴を見いだし、解決すること。
 - (ウ) 問題解決の過程や結果の妥当性について批判的に考察すること。
 - (エ) 解決過程を振り返り、そこで用いた方法を一般化して、他の事象に活用すること。
 - 内容の(3)の指導に当たっては、数学的活動を一層重視し、生徒の関心や多様な考えを生かした学習が行われるよう配慮するものとする。
 - 内容の(3)のアの(イ)については、散布図に表したデータを関数とみなして処理することも扱うものとする。