

統計学分野

第1節 統計学教育における学士力の考察

統計学は、人文・社会科学、自然科学などのあらゆる学門領域において、データに基づく実証研究を科学的に行うための学問であり、仮説の発見と構築、仮説の検証、推論を行う方法論の提供を使命としている。

複雑で大規模な情報化の急速な進展と地球規模での問題解決が求められる中で、多面的に問題を捉え、その時点での最善解を探究できる統計学の知識と活用力を持った人材の育成が喫緊の課題となっている。そのためには、個人と社会における統計の役割を理解し、不確実性を伴う現実の事象を客観的なデータで捉え、問題を統計的モデルの枠組みの中で考え、その結果を文脈の中で解釈し、活用できる知識と技能を修得させる必要がある。さらに、統計を安心・安全に活用できるようにするためには、統計の特性としての信頼性の確保が基本であり、妥当性、客観性を有する科学的思考力を育まなければならない。

このような背景から、統計学教育を市民性を涵養する教養として活かせる統計リテラシー教育と専門分野で実質的に問題解決の手段として活用できる専門教育として位置付けた。統計リテラシー教育では、身のまわりの統計情報を適切に読み解き、加工し、判断に反映できるようにすることを目指している。また専門教育では、適切な仮説を設定し、データをもとに仮説の妥当性を確認するという一連の問題解決のプロセスを身に付け、各専門分野固有の問題解決に取り組むことができることを目指している。

そこで、統計学教育における学士力の到達目標として、以下の五点を考察した。

第一に社会におけるデータと統計の役割・限界を理解できること、第二にデータを統計的に整理し、データの特徴を表やグラフを用いて説明できること、第三に統計的な調査や実験の仕組みを理解し、母集団の特徴を表現できること、第四に変数間の関係を検証するために統計的手法を活用できること、第五に統計的な考え方・技能を活用して実際上の問題に取り組むことができることとした。

【到達目標】 <統計リテラシーレベル>

1 社会におけるデータと統計の役割・限界を理解できる。

ここでは、身の周りの統計情報を適切に読み解くために、社会に存在するデータが統計的にどのように利用されているか理解させなければならない。そのためには、科学的問題解決の枠組みを知り、統計の信憑性の程度や有効性と限界についての認識を促すことを目指す。

【コア・カリキュラムのイメージ】

統計、データの種類、観察・調査・実験、仮説、実証分析など

【到達度】

統計とその背景にあるデータの関連を説明できる。

統計の信頼性、信憑性について説明できる。

データの収集法として、観察、調査・実験の違いを説明できる。

科学的問題解決の枠組みを理解し、仮説に基づく実証分析の有用性を説明できる。

【測定方法】

とは、具体的な統計を示し、論述式の筆記試験などにより確認する。

は、具体的なデータを示し、論述式の筆記試験などにより確認する。

は、簡単な仮説を示し、その仮説を実証するための方法について論述式筆記試験などにより確認する。

【到達目標】 <統計リテラシーレベル>

2 データを統計的に整理し、データの特徴を表やグラフを用いて説明できる。

ここでは、データの背後に潜む意味を探究するために、基本的なデータの処理方法を理解させなければならない。そのためには、統計表や統計グラフの表現方法を理解し、目的とデータの特徴に応じて適切に活用できることを目指す。

【コア・カリキュラムのイメージ】

分布、度数分布表、基本統計、統計グラフ、二次元データ、散布図、時系列データなど

【到達度】

- 基本的な統計表やグラフの種類を知り、データの特徴に応じた使い分けができる。
- 平均値などの基本統計の種類と意味を知り、求めることができる。
- 表・グラフ・基本統計の値を用いて、データの特徴を説明できる。
- 二次元データや時間情報が入ったデータをグラフで表し、データの特徴を説明できる。

【測定方法】

- と は、データを示し、演習またはレポートなどにより確認する。
- と は、データを示し、総合的に活用させるような演習またはレポートなどにより確認する。

【到達目標】 <専門教育の基礎レベル>

3 統計的な調査や実験の仕組みを理解し、母集団の特徴を表現できる。

ここでは、標本の重要性を理解させるために、標本に基づく分析結果から母集団の特徴を推測できなければならない。そのため、確率変数によるモデル化と推測方式、無作為化を伴うサンプリングや実験計画の方法、推測誤差を理解させ、具体的にいくつかの事例で推定や検定の実践を積み重ねることを目指す。

【コア・カリキュラムのイメージ】

確率変数、確率分布、2項分布、ポアソン分布、正規分布、母集団、標本、統計的推測、標本調査、標本抽出、無作為化、バイアス、推定、仮説検定など

【到達度】

- 不確実性を伴う現象を確率分布を用いて表現できることを理解できる。
- 全数調査と標本調査の違いを知り、標本抽出におけるバイアスの意味と無作為化の効果を理解できる。
- 統計的推測の仕組みを理解でき、標本分布と標本誤差の関連性を理解できる。
- 統計的仮説検定の状況とロジックを理解し、関係する用語を正しく文脈の中で使用できる。

【測定方法】

- から は、客観式・論述式の筆記試験、レポートまたは演習などにより確認する。

【到達目標】 <専門教育の基礎レベル>

4 変数間の関係を検証するために統計的手法を活用できる。

ここでは、現象の予測と制御のために、現象間の関係をデータで数量的に捉える統計的手法を活用できなければならない。そのためには、相関・連関と因果関係の違いを具体的な文脈に沿って正しく理解させ、データの背後に隠れた要因の存在を説明できることを目指す。

【コア・カリキュラムのイメージ】

統計モデル、相関係数、目的変数、説明変数、回帰分析、回帰係数、偏回帰係数など

【到達度】

- 変数間の関係を散布図と相関係数で説明できる。
- 統計モデルに基づく単回帰分析を行い、その結果を説明できる。
- 重回帰分析を行い、偏回帰係数について適切に説明できる。
- 説明変数がカテゴリーの場合にも、回帰分析を適用できる。

【測定方法】

からは、客観式・論述式の筆記試験、レポートまたは演習などにより確認する。

【到達目標】 < 専門教育の応用レベル >

5 統計的な考え方・技能を活用して、実際上の問題に取り組むことができる。

ここでは、各専門分野における課題発見および問題解決を行うために、実際のデータに対して統計的思考や技能を用いて具体的な分析ができなければならない。そのために、因果の関係を統計的モデルとして表現し、その妥当性について検証を行い、分析結果を可視化して、他のモデルと比較説明できることを目指す。

【コア・カリキュラムのイメージ】

実際の事象とデータとの対応、因果関係の記述（十分条件と必要条件の区別）、定量分析（確率を用いて表現）、仮説の設定（2種類の過誤）、データと誤差、QC7つ道具 など

【到達度】

- 実際の事象での因果関係を表現できる。
- 科学的問題解決の枠組みを用いて分析の到達目標を表現できる。
- 調査・実験を設計でき、必要なデータと分析を行える。
- 統計分析結果を批判的に見ることができる。

【測定方法】

- は、専門分野での因果関係を図などを用いた論述式の筆記試験などにより確認する。
- は、具体的な分析目標を論述式の筆記試験などにより確認する。
- は、の図に対応して手法を活用した結果をレポートなどにより確認する。
- は、レポート、プレゼンテーションなどにより確認する。

第2節 到達目標の一部を実現するための教育改善モデル

統計学教育における教育改善モデル【1】

上記到達目標の内、「社会におけるデータと統計の役割・限界を理解できる」を実現するための教育改善モデルを提案する。

1. 到達度として学生が身につける能力

- 統計とその背景にあるデータの関連を説明できる。
- 統計の信頼性、信憑性について説明できる。
- データの収集法として、観察、調査・実験の違いを説明できる。
- 科学的問題解決の枠組みを理解し、仮説に基づく実証分析の有用性を説明できる。

2. 改善モデルの授業デザイン

2.1 授業のねらい

統計の授業は手法または理論を教えることに偏っているため、他分野との関連性への理解が不十

分であり、統計の意義や役割を理解していない。

ここで提案する授業は、統計学が課題発見・問題解決に重要な役割を果たすことを理解させるとともに、社会と自己との関連付けの中でその限界について考えさせることを目指す。

2.2 授業の仕組み

この授業は初年次教育を想定しているが、4年間または6年間のカリキュラムを通じて、専門分野との関連づけの中で身につけさせる必要があるため、専門科目と統計の統合授業を前提とする。専門分野の課題発見、問題解決に統計を活用できることを到達度の評価基準とする。このため、専門教員と統計の担当教員がチーム・ティーチングで行う連携のプラットフォームを構築する。また、学生はグループワークと成果の公表を通じて、発展的な相互学修を行う。

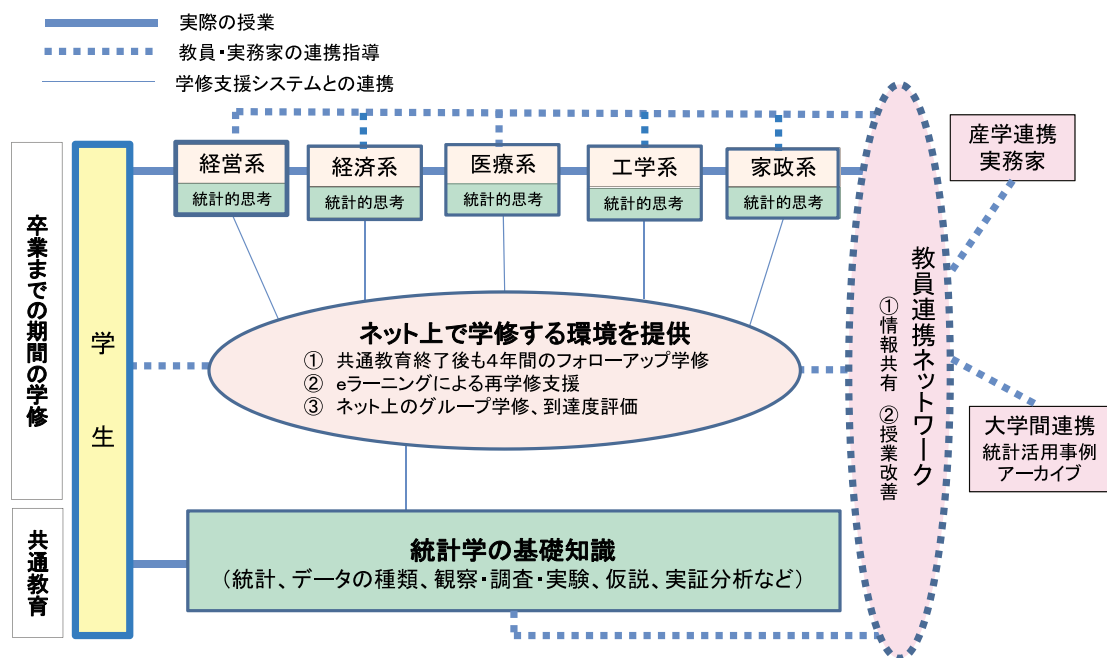


図1 授業の仕組みのイメージ

2.3 授業にICTを活用したシナリオ

以下に授業シナリオの一例を紹介する。

社会における様々な統計の活用例を示すことで、統計の有用性と危険性を認識させる。

専門科目と統計の統合授業で課題を提示し、その課題と統計との関連性を理解させるため、グループで議論させる。

上級学年生によるファシリテーターを導入し、学修支援システム上でグループの議論を深化させる。

議論の経過を学修支援システム上に掲載し、教員、学生の相互評価を通して振り返りをさせる。

授業終了後も学びを継続できるようにプラットフォームを利用して、卒業までの期間を通じて統計の活用力を高め合う。

2.4 授業にICTを活用した学修内容・方法

以下に学修内容・方法の一例を紹介する。

統計活用事例のアーカイブ(図2)を通して、データの取得法と信頼性、分析とその解釈の視点から統計の有用性と危険性を認識させる。

ブレインストーミングやKJ法・特性要因図などを用いて、課題と統計との関連性をグループ

で議論させる。

議論に際しては、統計の複眼的な視点、例えば作り手と受け手の視点の違いで解釈がどのように変わるかを対面または学修支援システム上で体験させる。

あらゆる学問分野で科学的に思考するための基礎として、統計の役割や活用法の認識を定着化させるために、学びの成果を学修支援システム上で継続的に共有させる。

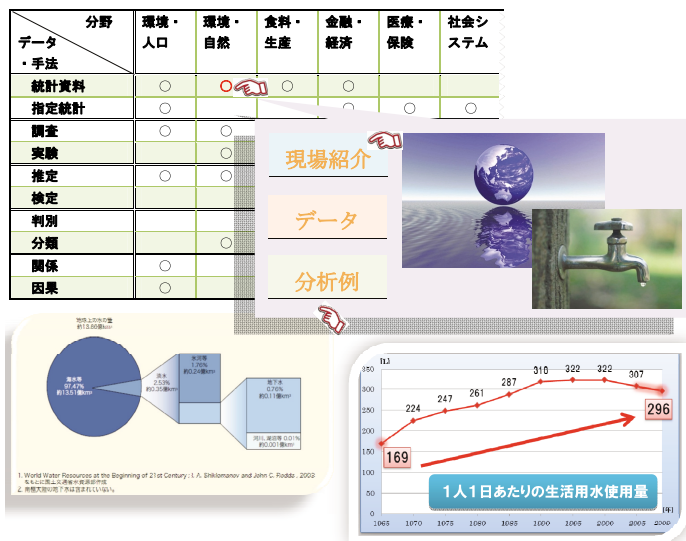


図2 統計活用事例アーカイブのイメージをクリックするとその内容が示される
注意：この図は例示で、実際に作られているものではない。

2.5 授業にICTを活用して期待される効果

学修支援システムを通じて、専門分野との連携の中で統計教育の実質化が図れる。

グループ間の議論が共有されることで、統計的思考のプロセスを発展させることができる。統計活用事例のアーカイブを通して、複眼的な視点が獲得できる。

2.6 授業にICTを活用した学修環境

統計活用事例アーカイブを学内外の専門教員と統計担当教員の協働により構築する必要がある。多種多様に連携できるプラットフォームを構築し、その際、継続的に参加を促す仕組みが必要である。

3. 改善モデルの授業の点検・評価・改善

専門分野の課題発見、問題解決に統計を活用できることを到達度の評価基準とする。そのための関係教員との役割分担を協議して決める。

学修到達度の自己点検を客観化するための評価シートを関係教員と連携して適宜作成し、プラットフォーム上で共有化する。

評価シートの結果について、関係教員がそれぞれの役割分担の中で振り返りと意見交流を行い、協力して継続的な授業改善を行う。

4. 改善モデルの授業運営上の問題点及び課題

大学のガバナンスの中で、専門教員と統計の担当教員の連携が図られるようにする必要がある。ファシリテーターを導入するために大学のガバナンスとして制度化する必要がある。学修到達度を客観的に自己点検する評価シートをガバナンスのもとで作成する必要がある。

統計学教育における教育改善モデル【2】

上記到達目標の内、「統計的な考え方・技能を活用して、実際上の問題に取り組むことができる」を実現するための教育改善モデルを提案する。

1. 到達度として学生が身につける能力

実際の事象での因果関係を表現できる。

科学的問題解決の枠組みを用いて分析の到達目標を表現できる。

調査・実験を設計でき、必要なデータの収集と分析を行える。
統計分析結果を批判的に見ることができる。

2. 改善モデルの授業デザイン

2.1 授業のねらい

従来の統計学の授業では、公式の記憶と練習問題の計算に多くの時間が費やされるため、社会での問題を統計的な考え方をを用いて理解し、問題の根本的な解決に取り組む力が修得されていない。

ここで提案する授業では、他の学問分野及び地域や企業との連携を通じて、学生に社会の問題を実践的に理解し、適切な仮説を設定し、データをもとに仮説の妥当性を確認するという一連の問題解決のプロセスを身につけさせることを目指す。

2.2 授業の仕組み

ここでは、2年次から卒業までの期間を通じての学修を想定しており、統計学の基本知識を身につけていることを前提としている。到達していない場合には、eラーニングによる再学修を行わせ、上級学年生のファシリテーターがこれを支援する。

社会での問題を実践的に理解し、統計的手法を用いて仮説の妥当性を確認するためのプロセスを身につけさせるため、他の学問分野及び地域や企業との連携のプラットフォームを構築し、グループや協働での学修によるスパイラルな発展学修を行う。

到達度の評価は、課題に対する問題理解、仮説の設定や問題解決のプロセスの適切性を試験や発表会などを通じて行う。

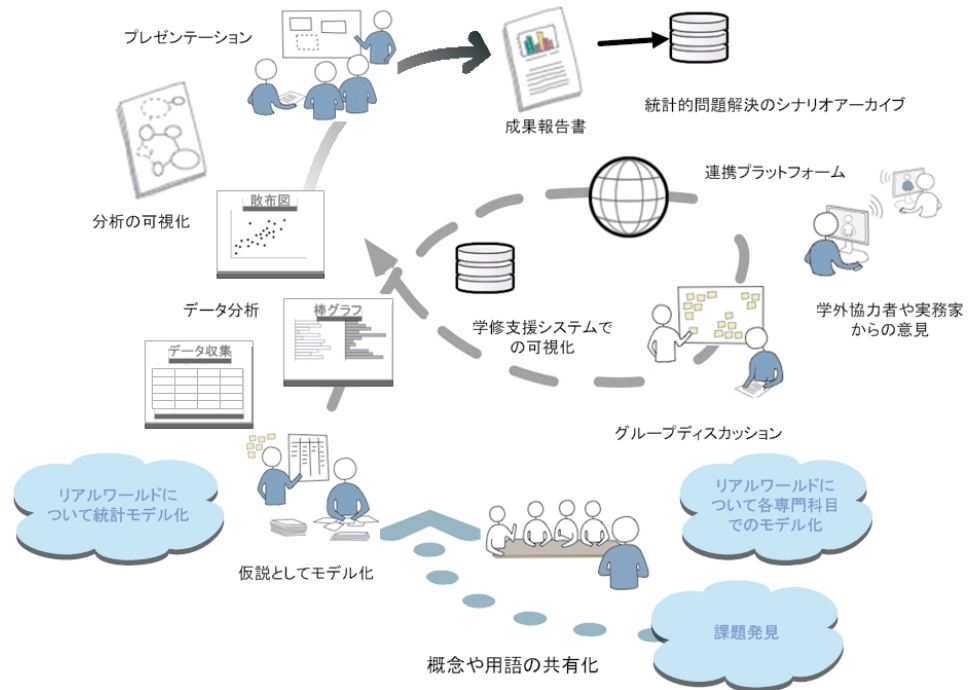


図 授業の仕組みのイメージ

2.3 授業にICTを活用した授業シナリオ

以下に授業シナリオの一例を紹介する。

学生が社会の問題を実践的に理解し、適切な仮説の設定や検討、データを基にした妥当性の確認などを行えるよう、学修支援システムを使って具体的なコンテンツとシナリオを準備しておく。

学内外の専門家を交えて解説や意見交換などを行い、問題解決に向けた統計的な仮説の構築及び統計的な解決のプロセスを議論させる。

プラットフォーム上で複数の仮説に基づくデータ分析の結果を比較検討して、適切な仮説を選

扱するためのスキルを修得させる。この際、上級学年生などのファシリテーターが学修を支援する。対面やネットを通じて学内外の専門家の知見を求め、因果関係の実際的な妥当性を検証することで、広く分野に捉われない統計的問題解決力を伸ばす。

2.4 授業にICTを活用した学修内容・方法

以下に学修内容・方法の一例を紹介する。

社会の問題を実践的に理解するために、学内外の専門家、実務家との交流をネットや対面を通じて実現する。

コンテンツとシナリオに基づいて、統計的問題解決の一般的なプロセスを理解させる。

例えば、1)問題の統計的記述、2)原因と結果の変数の整理及びデータ取得の計画、3)データの現状把握と要因解析などの分析、4)結果の解釈と新たな課題の構築の各ステップを理解させる。

問題解決のプロセスから得られた分析結果をグループごとに学修支援システム上で可視化し、全体で議論を行う。

連携型プラットフォームを通じて、学内外の専門家、実務家の知見を求め、振り返りを行うことで、さらに発展的な統計的問題解決力を身につけさせる。

2.5 授業にICTを活用して期待される効果

学修支援システムを活用したグループや協働での学修、議論、発表、相互評価などを通じて主体的な学びの力を付けさせることができる。

他分野の教員や学外の専門家と連携型プラットフォームでの討論を行うことで、帰納的思考法による統計的問題解決の基本能力が修得できる。

2.6 授業にICTを活用した学修環境

統計的問題解決のシナリオアーカイブを大学連携で構築する必要がある。

他分野の教員や学外の専門家と連携するためのプラットフォームを構築する必要がある。

3. 改善モデルの授業の点検・評価・改善

課題に対する問題理解、仮説の設定や統計的問題解決プロセスの活用ができることを到達度の評価基準とする。その際、学外協力者の意見を取り入れ、学内教員の役割分担を協議して決める。

学修到達度の自己点検を客観化するための評価シートを学外協力者の意見を取り入れて適宜作成し、連携プラットフォーム上で共有化する。

評価シートの結果について学外協力者の意見を求め、学内教員の中で振り返りを行い、継続的な授業改善を行う。

4. 改善モデルの授業運営上の問題点及び課題

大学のガバナンスのもとで、専門教員と統計担当教員との連携、学外の諸分野の専門家と統計の担当教員との連携、学協会やコンソーシアム等との連携が図られるようにする必要がある。

諸分野でのデータを用いた問題の解決の試みとそのプロセスを登録したデータベース、統計的問題解決力の育成プログラムの開発、卒業時の到達度評価の仕組み等を大学連携で構築する必要がある。

上級学年生等のファシリテーターの制度化など、学生目線で相談・助言する仕組みが必要である。

第3節 改善モデルに必要な教育力、FD活動と課題

【1】統計学教員に期待される専門性

統計が社会に果たす意義・役割に対して強い使命観と倫理観を持ち、社会的な貢献ができる専門家であること。

様々な分野の不確実性を伴う現象を統計の視点から科学的に捉え、活用できること。

他分野の教員間、大学間、社会と連携し、創造的な活動に取り組むことができること。

自然・社会現象と統計との関わりに興味・関心を抱かせ、主体的に取り組ませることができること。

I C Tなどの教育技法を駆使して、課題発見・問題解決型の学修指導ができること。

【2】教育改善モデルに求められる教育力

学部学科の教育目標と統計教育の位置づけを明確にし、カリキュラムに沿った授業を実施し、工夫・改善できること。

社会における様々な統計活用例の教材、資料等を多様なメディアで収集または作成し、学内外で共有することができること。

課題発見、仮説設定、調査分析、仮説の検証、問題解決に至る一連のプロジェクト型学修が指導でき、その過程を通じて主体性、創造性を身につけさせられること。

社会に通用できる授業を展開するために、対等の立場で専門分野の教員と役割を分担し、到達目標を提示することができること。

I C Tを用いて学修成果を社会に発信し、評価やコメントを通じて、さらなる授業の改善ができること。

【3】教育力を高めるためのFD活動と大学としての課題

(1) FD活動

他の専門分野の科目と統計教育のカリキュラム上の位置づけを共有し、授業内容の点検・評価の確認を組織的かつ定期的に行う必要がある。

シラバス や到達目標の評価指標を教員相互で主体的に点検・評価する仕組みを設ける必要がある。

課題発見・問題解決型を基本とするプロジェクト型学修などの教育方法を持ち回りで発表し、指導法の改善や向上を図る研究会を開催する必要がある。

他分野の教員や社会の専門家などと定期的に意見交換を行い、到達度水準の検証と教育プログラムの改善に反映させる必要がある。

(2) 大学としての課題

大学として教員の教育活動を把握し、教育改善のインセンティブを高めるための支援およびFD活動を積極的に取り組む必要がある。

FDの基盤環境として、授業の公開を原則とし、授業内容、教材コンテンツ、資料などをアーカイブする必要がある。

I C Tを活用した教育方法を支援する組織と環境を大学として整備する必要がある。

他分野の教員や社会の専門家などから協力を得るために、連携の呼びかけ、制度の整備および財政的な支援を行う必要がある。

世界を視野に入れた教育の質保証を持続的に行う責任がある。