

事業活動報告 NO. 1

ICTを活用した教育改善モデルの紹介

ICTを活用した教育改善モデルの研究成果を広く理解いただくため、本協会ホームページに平成24年度より掲載の大学教育への提言「未知の時代を切り拓く教育とICT活用」の2章に掲載の31分野に亘る教育改善モデルの考察結果を抜粋して紹介しています。

本章では、未来を切り拓く若者の育成を学士課程教育でどのように実現することが望ましいか、5年先を目指し専攻分野ごとに理想的な教育の仕組みを迫及した改善モデルの構想を提案することにした。構想の基調は、これまでの教員主導による授業の在り方を振り返り、学生が主体的に授業に取り組み、達成感や自信を培うことができるよう学生本位の学修の仕組み作りを目指した。そのため、提案している授業改善モデルの実現には、教員の個人的努力では対応できない教学・経営管理面での課題が山積しており、理事長、学長、学部長などのガバナンスの決断が求められる。このような背景から本章は、大学ガバナンスに関係される方々を中心に、学士力の実現に向けた教育現場からの課題を理解いただけるように努めた。

ここに紹介する教育改善モデルは、専攻分野における学士力の到達目標の一部を実現するための授業を構想したものであり全てではない。医学、歯学、薬学、看護学を除く27分野の学士力は本協会でも考察したものであり、医療系の学士力はモデル・コア・カリキュラムによった。本モデルの構成は、第1節が「分野別教育における学士力の考察」、第2節が「到達目標の一部を実現するための教育改善モデル」、第3節が「改善モデルに必要な教育力、FD活動と課題」とし、学士力から改善授業のモデル、教員の教育力、FD活動、大学の課題と体系的に考察を試みた。以下に、モデルの考察に際して特に配慮した点を掲げる。

- ① 就職活動による学修期間の短縮問題は、経済界の自主努力で改善されることが期待できるとした。
- ② ゆとり教育による学力低下問題は、平成24年度に中学校、25年度から高校で新学習指導要領に基づく課題探求型の学習と自己との関連付けの学習が徹底されることで、今後改善が期待できるとした。
- ③ 「未知の時代を切り拓く能力」を大学教育として提供できるようにすることが喫緊の課題であるとした。
- ④ 教養科目と専門科目、専門基礎と専門応用の科目の統合を促進するとともに、授業科目を体系化・総合化するなど、教員間で連携したチームによる学修を組織的に取り入れる必要があるとした。
- ⑤ 授業科目が多く事前・事後学修時間の確保が困難、統合授業など教員間での調整が必要とした。
- ⑥ 学生が自らの問題として授業を受けとめ主体的に学修する理想的な仕組みを創り出すことにした。
- ⑦ 学修成果を質保証するために卒業試験、卒業論文などの出口管理の厳格化、客観的な到達度評価の基準を作る必要があるとした。また、卒業までに学修成果を確実に修得できるよう学修ポートフォリオで不足している能力を洗い出し、大学が個々の学生に学修支援する仕組みを設けることが不可欠とした。
- ⑧ 本モデルは、「未知の時代を切り拓く能力」を大学教育として提供できるように、教育改善全般に亘り構想するものであり、教室での対面授業を基本とする中で必要に応じてICTを用いることにした。
- ⑨ 教育改善のイメージとしては、「教員の授業以外にICTを活用して社会や世界の学識者と協力して学べるようにする」、「グループによる学び合いを学修支援システムで展開する他、学修成果を学内外で発表・講評し、学修成果の振り返りを繰り返す中で学修の通用性を体験させる」、「学生目線でグループ学修の相談・助言を学内LAN上で支援する」、「不足する基礎知識を履修後も教員間の連携により学内LAN上で卒業までの期間を通じて定着・発展させる」、「学外教員による口頭試問の外部評価試験」などとした。
- ⑩ 教育改善モデルの実現性を高めるため、教員に期待される教育力を考察した。専攻分野における教員の姿勢、高度な知識、経験の視点から専門性を整理した上で、改善モデルに求められる特徴的な教育力を抽出し、その上で教育力を高めるFD活動とFD活動活性化に求められる大学の課題を整理した。

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】

- ① 統計とその背景にあるデータの関連を説明できる。
- ② 統計の信頼性、信憑性について説明できる。
- ③ 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。
- ④ 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】

- ①と②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。
- ③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。
- ④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】

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 二次元データや時間情報の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】

- ①と②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。
- ③と④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】

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 統計的推測の枠組みを理解でき、標本分布と標本誤差の関連性を理解できる。
- ④ 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】

- ①から④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】

- ① 変数間の関係を散布図と相関係数で説明できる。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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】

①から④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】

- ① 実際の事象での因果関係を表現できる。
- ② 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。
- ③ 調査・実験を設計でき、必要なデータと分析を行える。
- ④ 統計分析結果を批判的に見ることができる。

【測定方法】

- ①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。
- ②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。
- ③は、①で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。
- ④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

- ① 統計とその背景にあるデータの関連を説明できる。
- ② 統計の信頼性、信憑性について説明できる。
- ③ 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。
- ④ 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。

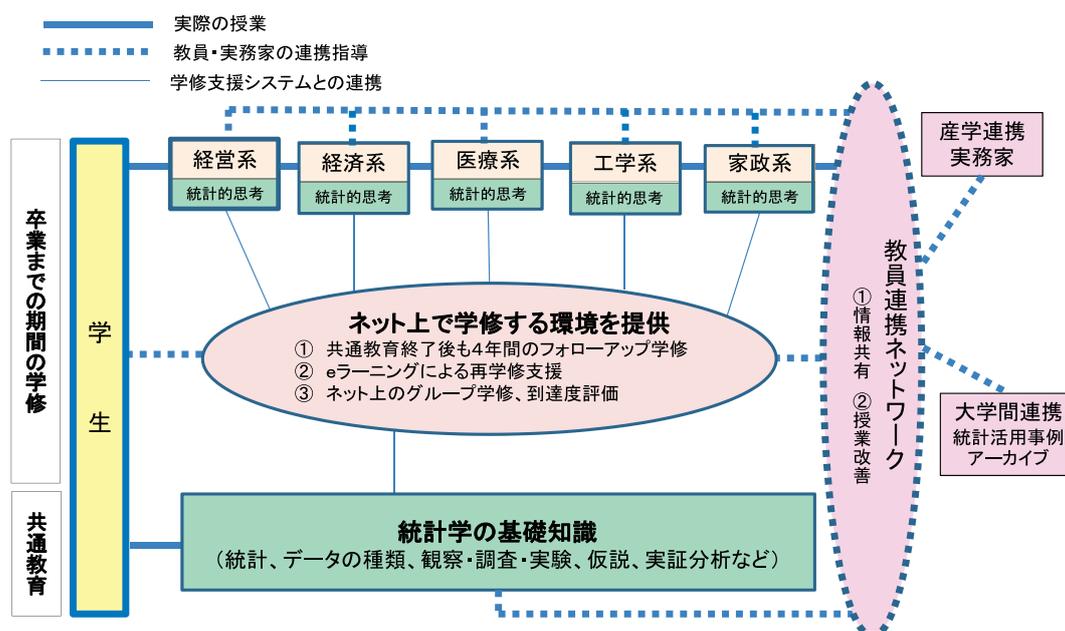


図1 授業の仕組みのイメージ

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。

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 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。

- ① 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。
- ② ブレーンストーミングや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。

- ③ 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。
- ④ 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。

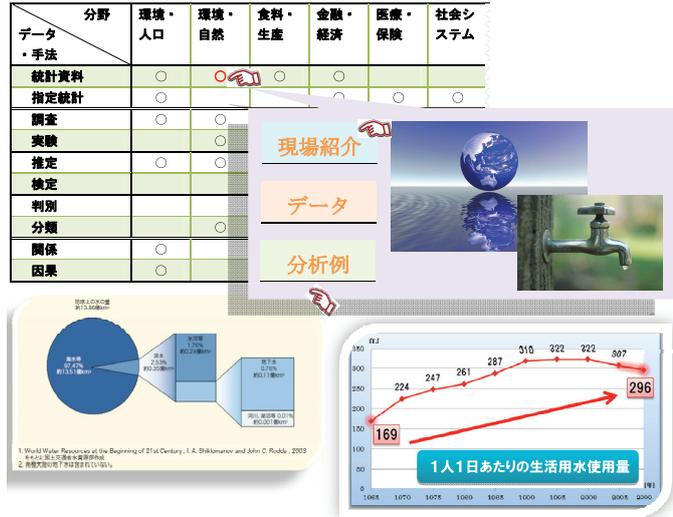


図2 統計活用事例アーカイブのイメージ

○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

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 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

- ① 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。
- ② 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

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 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

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 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

- ① 実際の事象での因果関係を表現できる。
- ② 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。

- ③ 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。
- ④ 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。

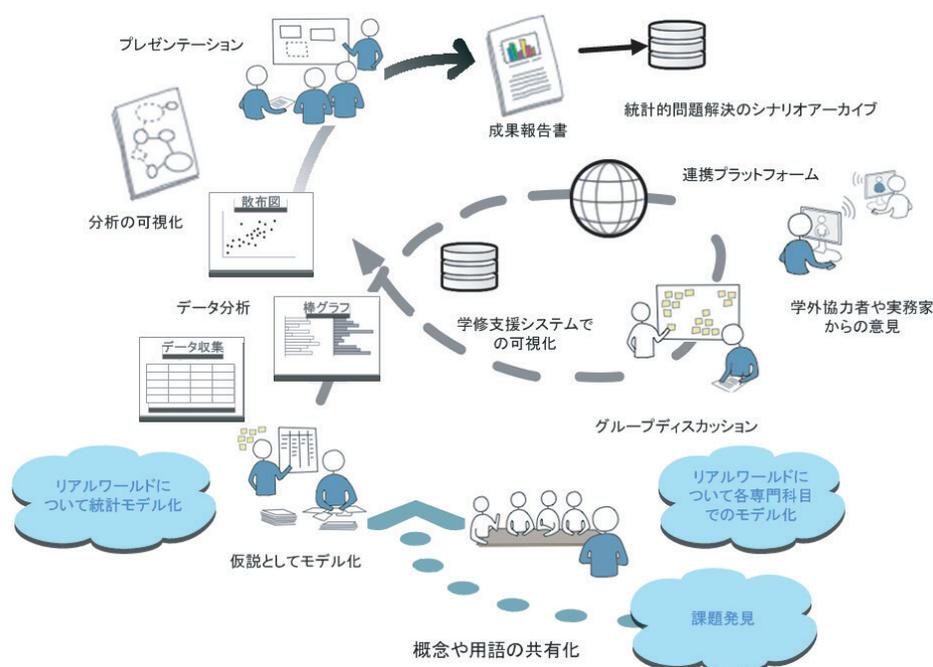


図 授業の仕組みのイメージ

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。

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 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

択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。

- ④ 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。

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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

- ① 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。
- ② 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

- ① 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。
- ② 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

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 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

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 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

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ ICT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

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ ICT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

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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

- ① 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。
- ② 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。
- ③ ICT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。
- ④ 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。
- ⑤ 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。

機械工学分野

第1節 機械工学教育における学士力の考察

機械工学は、安全・安心で持続可能な社会生活の向上を目指して、人間や社会に有益な機械・システムを提供し、活用できるようにすることを使命としており、産業基盤から身のまわりに至るあらゆる領域の技術革新に強い影響を与えている。

科学技術の急速な発達、社会のニーズの多様化、生活の質の向上が求められる中で、これからは自然との調和、利用者の視点に立った「モノづくり」「システムづくり」に安全性や倫理性が強く求められている。

これらの要求に応える機械工学教育は、機械工学の基礎的な知識と技術の修得とともに、周辺の関連分野の知見、地球環境への配慮及び社会からのフィードバックなどを含む多面的な観点から、社会の変革に関与できる人材育成を目指す必要がある。今後は機能面だけではなく社会・人間への精神面での影響をも考慮したイノベーション的発想ができる教育が望まれる。

そこで、機械工学教育における学士力の到達目標として、以下の四点を考察した。

第一に力学系、熱・エネルギー系、材料系、制御系、数理・情報系などの基礎知識を理解し、機械・システムを解析・設計できること、第二に機械・システムを製造するための基礎知識や情報基礎技術を理解し、それらを設計課題の成果物の試作に利用できること、第三に技術者として、自然との共生、安全性や倫理性などに十分配慮することができること、第四に人間や社会に有益な機械・システムの提案ができることとした。

【到達目標】

- 1 力学系、熱・エネルギー系、材料系、制御系、数理・情報系などの基礎知識を理解し、機械・システムを解析・設計できる。

ここでは、様々な機械製品の開発、保守や関連する問題を解決するために必要な基礎知識を修得させねばならない。そのため、機械系と数理・情報系の主要な専門分野の全体像を把握した上で各分野の基礎技術を学ばせ、主要な機械・システムの原理や仕組みを説明できるようにする。その上で、基本的な課題に対し、必要となる機械・システムを自ら解析し、設計できることを目指す。

【コア・カリキュラムのイメージ】

数学・物理・化学・情報の基礎、材料・機械・流体・熱力学、エネルギー変換工学、材料工学、計測・制御工学、メカトロニクス、数値計算法、プログラミング、機械設計法、CAD*・CAE*など

【到達度】

- ① 機械工学における基礎的知識を用いて、機械・システムの原理や仕組みが説明できる。
- ② 機構設計、機能設計、強度計算、図面作成ができ、そのプロセスでCAD・CAEの技術を利用できる。

【測定方法】

- ①は、筆記試験、面接試験、プレゼンテーション、ディスカッションなどにより確認する。
- ②は、基本的な機械・システムの設計課題に取り組みせ、その解決法、解決プロセス、成果物などにより確認する。

【到達目標】

- 2 機械・システムを製造するための基礎知識や情報基礎技術を理解し、それらを設計課題の成果物の試作に利用できる。

ここでは、要求に基づいて機械・システムを具体化するために知識や技術を体系的に修得させねばならない。そのため、基本的な機械・システムの製造プロセスを体験させ、加工、製造の基礎知識と関連付けさせた上で、現実の課題に活用できる技術として修得させることを目指す。

【コア・カリキュラムのイメージ】

加工学、機械要素、設計・製図、工作実習、CAM*など

【到達度】

- ① 設計した機械・システムを試作・製造するための方法やプロセスを立案できる。
- ② 工作機械、CAMなどの技術を用いて設計課題の成果物を試作し、その評価ができる。

【測定方法】

- ①は、そのための方法やプロセスを立案させ、報告書やプレゼンテーション・質疑応答などにより確認する。
- ②は、設計したものを試作させ、その過程や成果物により確認する。

【到達目標】

3 技術者として、自然との共生、安全性や倫理性などに十分配慮することができる。

ここでは、作り出した製造物が社会に大きな影響を与えていることを理解させて、環境破壊や災害・事故を引き起こすことを防止するためのリスクアセスメントを理解させねばならない。そのため、機械・システムの自然・社会との適応性、倫理性、安全性に配慮することの重要性を実例をあげて分かりやすく説明できることを目指す。

【コア・カリキュラムのイメージ】

環境工学、安全工学、技術者倫理など

【到達度】

- ① 環境面・安全面・倫理面に関する知識や考え方を理解できる。
- ② 具体的な機械・システムの設計に環境・安全・倫理などの観点を反映できる。

【測定方法】

- ①は、筆記試験や口頭試問などにより、基礎的知識を確認する。さらに、機械・システムについて自然・社会との適応性、倫理性、安全性に対する意見を述べさせ理解度を確認する。
- ②は、機械・システムの設計・評価の結果を通して確認する。

【到達目標】

4 人間や社会に有益な機械・システムの提案ができる。

ここでは、安全・安心で持続可能な社会・生活の向上に有用な機械・システムを発想・提案できるようにするため、関連分野の知見を統合し、より良い機械・システムを創り出すための思考法・発想法を修得させねばならない。そのため、常に身のまわりの機械・システムなどが社会の要請に合致しているか否かを考察させ、その適合性の評価に基づいて改善策に発展できることを目指す。

【コア・カリキュラムのイメージ】

課題調査研究、卒業研究、インターンシップなど

【到達度】

- ① 身のまわりの機械・システムに関し、問題点や課題を把握できる。
- ② 問題点や課題に対する改善案や代替案を提案できる。

【測定方法】

- ①と②は、問題点や課題について調査・研究させ、面談、プレゼンテーション、ディスカッション及び学外の専門家の評価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

機械工学教育における教育改善モデル【1】

上記到達目標の内、「力学系、熱・エネルギー系、材料系、制御系、数理・情報系などの基礎知識を理解し、機械・システムを解析・設計できる」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

- ① 機械工学における基礎的知識を用いて、機械・システムの原理や仕組みが説明できる。
- ② 機構設計、機能設計、強度計算、図面作成ができ、そのプロセスでCAD・CAEの技術を利用できる。

2. 改善モデルの授業デザイン

2.1 授業のねらい

機械系学科では、その有用性と重要性からコンピュータ支援技術の利用度が高まりつつあるが、力学モデルや数値計算の考え方などを十分理解できないまま使用することで、エンジニアリングセンスを十分養うことができない。

ここで提案する授業では、この問題を解決する一つの方法として、コンピュータ支援技術の有用性と重要性を認識させ、簡単な構造解析プログラムの設計・作成を通じて解析実習を行う中でコンピュータ支援技術を実践的に使用する基礎力を身につけさせる。

2.2 授業の仕組み

ここでは、初年次の力学などの基礎科目からプログラミング、設計系科目、卒業研究に至るまでの4年間を通じた連携教育の仕組みが必要である。その上で、コンピュータ支援技術の重要性を認識させながら、座学・実習などを含めた統合的な学修を行い、基礎的な知識・技術の定着を図り、プロジェクトや卒業研究などを通じて到達度を評価する(図)。

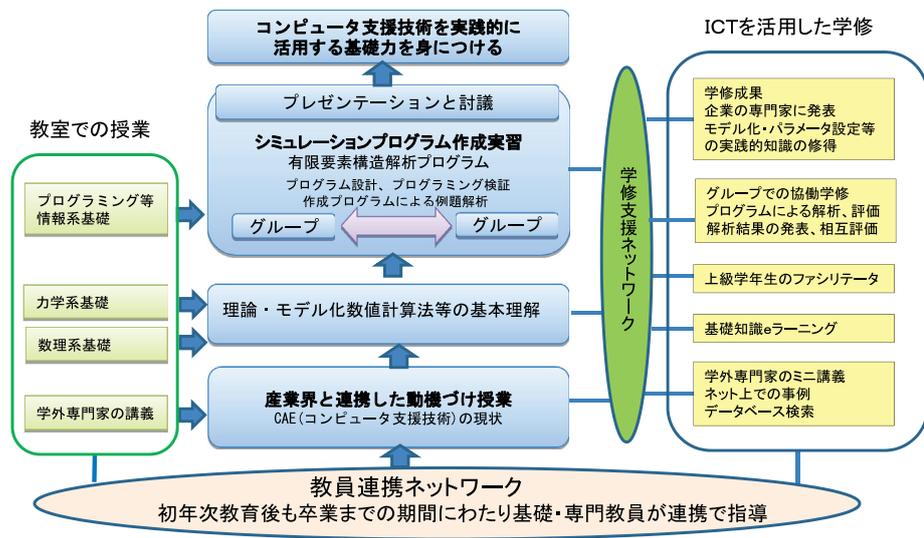


図 授業の仕組み

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。

- ① 産業界での様々な機械製品の開発のなかでのコンピュータ支援技術の利用例などを学外の専門

家のミニ講義、ネット上での調査・発表などを通じて理解させ、学びの動機付けを図る。

- ② モデル化や数値計算法などのコンピュータ支援技術の基本的な考え方を座学やeラーニング*で学ばせる。
- ③ グループを編成し、簡単な課題を設定して、プログラムの設計・作成を行わせる。
- ④ このプログラムを用いて、学生が興味を持つ問題の解析を行わせ、結果をネット上で報告させ、相互に評価させる。
- ⑤ ネットなどを通じて学外専門家の意見・助言を受け、振り返りを行わせ、学修成果に反映させる。

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。

- ① 有限要素法を用いて設計している企業現場からミニ講義による情報提供を受け、それをデータベース化して学びの動機付けを行う。
- ② 簡単なトラス構造を例にとり、有限要素構造解析プログラムを数名のグループで作成させる。
- ③ 作成したプログラムを用いて、身のまわりの簡単な構造物の解析を行わせ、その結果に対する評価をネット上でグループ間相互に行わせる。
- ④ 上記の結果に対して、現場で実際に使用している専門家から意見を受け、モデル化やパラメータの設定方法などに関する知識を身につけさせる。

2.5 授業にICTを活用して期待される効果

- ① コンピュータ支援技術が機械製品の設計に利用されている現状を理解し、学ぶ意欲を高めることができる。
- ② グループ内で協力しながら、プログラムの作成とそれを使用した解析実習を行うことで、コンピュータ支援技術の基礎力を自ら実践的に身につけることができる。
- ③ 学修成果をネット上に掲載し、相互評価することで多面的な学修効果が期待できる。
- ④ ネットを通じて学外の専門家の評価を受けることで学びの振り返りを行い、自らの継続的な学修につなげることができる。

2.6 授業にICTを活用した学修環境

- ① 企業現場からのミニ講義と解析事例のデータベースの構築が必要である。
- ② 企業のコンピュータ支援技術をWebなどを通じて検索できる産学連携の環境が必要である。
- ③ プログラムの作成や解析実習を支援するファシリテーター*として、企業の退職者を含む技術者と学生目線のファシリテーターの併用が必要である。

3. 改善モデルの授業の点検・評価・改善

この改善モデルの点検・評価は、各種の授業評価活動を通じた学生の達成度データをもとに担当教員間で行う。改善は、基礎科目と専門科目の教員が連携してキャリア形成や生涯学修につなげるようにカリキュラムの在り方を含めた見直しを行う。

4. 改善モデルの授業運営上の問題及び課題

- ① 4年間の学びを通してコンピュータ支援技術の基礎力を身につけさせるため、関連科目間及び教員間の連携の仕組みを大学として構築する必要がある。
- ② 学びを支援するファシリテーターを大学として雇用する制度が必要である。
- ③ ミニ講義や事例などのデータベースの構築、教材開発、学外専門家による学生の成果発表の評価など、大学間や産学連携での学びを支援する仕組みが必要である。

機械工学教育における教育改善モデル【2】

上記到達目標の内、「人間や社会に有益な機械・システムの提案ができる」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

- ① 身のまわりの機械・システムに関し、問題点や課題を把握できる。
- ② 問題点や課題に対する改善案や代替案を提案できる。

2. 改善モデルの授業デザイン

2.1 授業のねらい

最近の機械工学系教育では、教養科目と専門科目、専門科目間の関連付けが弱く、このため社会・環境や安全・安心に配慮したモノづくり教育が十分になされていない傾向がある。

ここで提案する授業では、実社会における機械・システムの仕組みやその課題を十分に理解するとともに、様々な観点からのベネフィット・リスクアセスメント*を通じて、環境にやさしく社会に有益な機械・システムを提案できることを目指す。

2.2 授業の仕組み

ここでは、機械工学系の基礎知識と情報基盤技術を設計課題の試作に応用できる素養を身につけ、技術者倫理を修得していることを前提とする。その上で、モノづくりの過程において社会・環境や安全・安心へ十分に配慮し、機械工学の基礎知識を活用できるようにするため、学内外の様々な分野と連携して課題を抽出し、その解決策から課題解決に向けた議論、評価を実践する。併せて地域社会や国際社会からの意見も取り入れることで、身のまわりの機械・システムに関する課題や安全対策を提案できる力を身につけさせる（図1）。

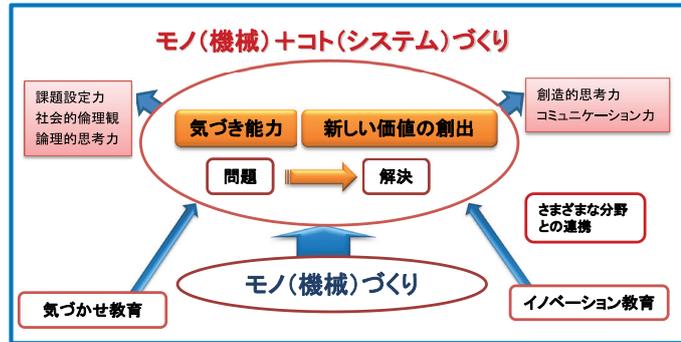


図1 授業の仕組み

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（図2）。

- ① 少人数グループを構成し、身のまわりの機械・システムに関して問題点や課題を抽出させる。
- ② 抽出された課題に対してグループ内で議論させ、安全対策に必要な機械・電気・制御工学などの基礎知識を適切なタイミングで理解させ、基礎知識と実学との関連付けを意識させる。
- ③ 改善案を検討する上で、必要な関連分野の最新情報をネットなどで調査させ、改善策をまとめさせる。
- ④ 学生の提案した改善策について、

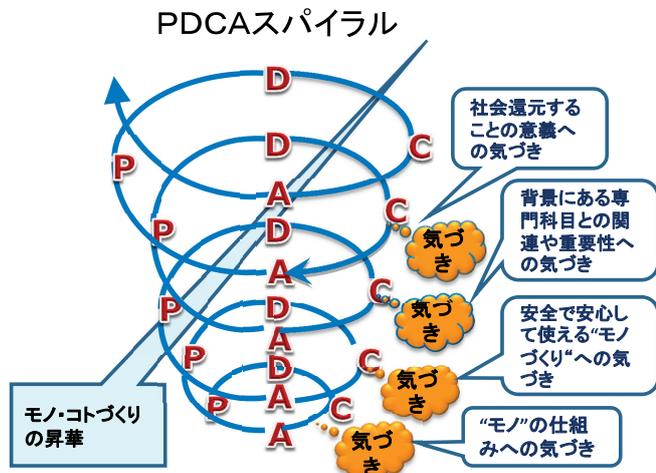


図2 授業にICTを活用したシナリオ

対面やネットを通じて様々な分野や観点から専門家の意見を取り入れ改善案や代替案を再検討させる。

- ⑤ 達成度を評価するために定期的な中間報告会を実施し、教員や外部専門家に加えて地域社会や国際社会の意見も取り入れ、より現実的な対策・改善案に結び付ける。

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。

- ① グループや協働で身のまわりの機械・システムに関する課題の検討を行ない、人や自然との共生に配慮した改善案を検討する上で必要な関連分野の最新情報をネットなどで調査させる。その上で課題の要因分析と抽出を通じて基礎知識と実学との関連付けを行わせる。
- ② 抽出された課題をマインドマップ*などの思考支援ツールを活用してグループで議論を行い、課題の明確化と対策のアイデアを検討させる。
- ③ 課題の検証のために、数値解析ソフトや計測・信号処理ソフトを活用し、現象分析を実施させる。
- ④ 改善策の提案は、学修ポートフォリオ*やガントチャート*でまとめさせ、学内での相互評価やネットでの中間報告会を通じて外部の専門家の意見を聞く中で振り返りを行わせる。
- ⑤ 到達度の評価は、学修成果をネット上に公表し、学外の専門家や地域社会、国際社会の意見も取り入れて行う。

2.5 授業にICTを活用して期待される効果

- ① 実際には訪問調査が難しい企業現場の情報をICTを活用して調査することで、現場実態を踏まえた課題検討や改善策の提案が可能になる。
- ② ICTを活用して多様な分野の専門家と議論、評価を受けることで、モノづくりの過程における社会・環境や安全・安心へ配慮することの重要性を理解させることができる。
- ③ 課題の調査から改善策にいたる対面やネット上でのグループ学修を通じて、プロジェクト実践力の向上が図れ、要因分析、可視化、情報共有化などの手法の活用力を高めることができる。

2.6 授業にICTを活用した学修環境

- ① 統計解析ソフト、思考支援ツール、数値解析ソフト・CAE、計測・信号処理用ソフト、計測機器、ネットコミュニケーションツールなどの環境が必要である。
- ② 学外の専門家や地域社会と連携のためのプラットフォーム*が必要である。

3. 改善モデルの授業の点検・評価・改善

この改善モデルの点検・評価・改善は、授業の内容やマネジメント・教育効果などについて、担当教員が他分野の教員と外部の専門家の意見も取り入れて行う。また、必要に応じて外部のコンソーシアムの意見を考慮に入れ、プロジェクト授業の目的・進め方、産学連携・大学間連携による教授陣構成などについて改善を図る。

4. 改善モデルの授業運営上の問題及び課題

- ① 授業時間以外にも学修を可能とするICT環境と最新の計測機器、実験設備が共存する作業場所を整備する必要がある。
- ② 学外の専門家との組織的連携や産官学の協力体制を推進する取り組みが必要になる。
- ③ 社会的に有為な機械技術者を輩出するため学内外の専門家と共通認識となるインストラクショナルデザイン*の開発と達成度評価指標の確立が必要である。

第3節 改善モデルに必要な教育力、FD※活動と課題

【1】機械工学教員に期待される専門性

- ① 豊かな人間社会を実現するための機械・システムなどに、強い使命感と倫理観を有していること。
- ② 自然現象、社会活動、経済活動などの観点から、機械・システムの構築を複眼的・統合的に捉えることができること。
- ③ 他の専門領域や地域社会と連携し、協働して課題に取り組みせられること。
- ④ 社会インフラとしての機械・システムの重要性を気づかせ、興味・関心を持って、主体的に取り組みせられること。
- ⑤ ICTなどの教育技法を駆使して、参加・実践・発信型の教育ができること。

【2】教育改善モデルに求められる教育力

- ① 当該授業のカリキュラム上の位置付けを十分に理解させ、教育方針に沿った授業を実施できること。
- ② 他分野との関連付けの重要性を社会の実践例などから理解させられること。
- ③ モデル化や数値計算法の重要性を十分に認識させ、実施させられること。
- ④ プログラムの開発やコンピュータ支援技術の利用に関して十分な経験を有し、論理的・実践的な指導ができること。
- ⑤ 適切な課題を抽出し、プロジェクトを構築・実践するマネジメントができること。
- ⑥ 学外の専門家・研究者・教員などの協力を得るためにコーディネートができること。
- ⑦ 目的達成のためにコミュニケーションツールとしてICTを有効に利用させられること。
- ⑧ 学修の振り返りの場を適切に用意できること。

【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

- ① 教員間の連携のもとに、授業内容とカリキュラムポリシーとの整合性の確認を継続的に行う必要がある。
- ② 基礎の担当教員と応用科目の教員間で協働して学修支援を考察する場を定期的に設ける必要がある。
- ③ オープンな授業参観や教育方法研究会などを持ち回りで定期的に行い、授業改善案を作成し、学内に公表する仕組みを設ける必要がある。
- ④ 内外の会議で積極的に発表や討論を行い、エンジニアリングセンスを高める必要がある。
- ⑤ 外部評価による振り返りを行わせる指導法について、専門家を招くなどの研究会を実施する必要がある。

(2) 大学としての課題

- ① FDの専門家を大学として育成する必要がある。
- ② FD活動の基盤情報を充実するために、授業の録画、教材コンテンツ作成、ネット上のディスカッションなどを大学として積極的に支援・推進する組織と財政的支援が必要である。
- ③ 大学を超えた組織で教育改善に取り組むために、ICTを用いた教育方法、教材、評価方法・基準などのプラットフォームを整備する必要がある。
- ④ 学修ポートフォリオとティーチングポートフォリオ※を実効あるものとするために、大学としての取り組みと支援が必要である。