

第4分科会

サイエンスリテラシーを養う 横断型プログラムのデザインと運用 —統計教育、融合型理科実験、実践交流サイトモデルを話題に—

報告者

宿久 洋 同志社大学 文化情報学部 教授

中村 教博 東北大学 高度教養教育・学生支援機構 教授

斉藤 準 帯広畜産大学 講師

コーディネーター

上野 嘉夫 京都薬科大学 基礎科学系 教授

【参加者 21名】

前回 FD フォーラム分科会で浮かび上がった「部局横断的 STEM 教育」や「授業の TIPS 蓄積・交換」についてのデザイン・運用の報告と、フロアディスカッションを企画する。

サイエンスリテラシーのベースである「統計学」教育のデザイン、体験型の数理教育である「融合型理科実験」を題材に横断的 STEM 教育を議論したい。また、STEM 教育実践の交流サイトモデル提案を通じて TIPS の蓄積・共有を議論したい。

第4分科会

サイエンスリテラシーを養う横断型プログラムのデザインと運用 —統計教育、融合型理科実験、実践交流サイトモデルを話題に—

京都薬科大学 基礎科学系 教授 上野 嘉夫

I 企画の趣旨

第4分科会は、前回の第22回FDフォーラム第2分科会「理系基礎教育のデザインをめぐって」の続編という位置づけで、理系基礎教育の現場で奮闘されている教員を主たる対象に思い浮かべて企画を開始した。余談になるが、「テーマを一目見て理系教員ないしは理系教育向けとわかる分科会は、2011年度の第3分科会以来『絶えて久しい』状況」で分科会を開催した前回と比べ、「一目見て理系教員ないしは理系教育向けとわかる」分科会が当分科会以外に複数企画されたことを、個人的には喜ばしく思っている。

さて、FDに関しては、各種のGPがこれまで実施され、その素晴らしい成果事例が報告されている。誤解を恐れずに述べるならば、GPの成果は「カネ・ヒト・モノ」が揃えば目指せる「実践・到達可能な一種の理想形の提示」といえるのに対して、「カネ・ヒト・モノ」のどれかが足りない、あるいは「ないない尽くし」の環境下で、理想に少しでも近づくべく日々奮闘されている教員諸氏が珍しくないのが現実の現場といえよう。現場の諸々の制約・条件下における授業・カリキュラムの設計・実装思想を「デザイン」という単語で表現した話題提供を通じて、フォーラムにおける「理系教員の居場所」作りを企図したのが、前回フォーラム第2分科会「理工系基礎教育のデザインをめぐって」であった。そこでは、3つの報告とフロアを交えたディスカッションと情報交換を通じて「部局横断的STEM教育」と「授業のTIPS蓄積・交換」の重要性と必要性が浮かび上がった。

今回の第23回FDフォーラムでは、前回浮かび上がった「横断的STEM教育」と「授業のTIPS蓄積・交換」についてのデザイン・運用についての、具体性の高い話題の報告とフロアディスカッションを企画し、「サイエンスリテラシーを養う横断型プログラムのデザインと運用 —統計教育、融合型理科実験、実践交流サイトモデルを話題に—」と銘打つこととした。分科会の報告は、(1) データサイエンス・統計教育、(2)総合的な科学実験・実習、(3)領域横断的STEM教育実践の蓄積・共有、に関わるものを依頼することとした。(1)については、総務省、文部科学省による施策が進行中であることと、統計的手法は理系・文系の別なくデータ収集・処理・解析で必須であることから設定した。(2)については、領域横断的な思考や分析とその表現力が求められる現代科学の基礎教育という観点から設定した。(3)は領域横断的STEM教育実践において、現状と課題分析および種々の大学における実践（の工夫）の集積・共有が貴重であるという認識から設定した。(1)から(3)に関する報告を、同志社大学教授・宿久洋氏、東北大学教授・中村教博氏、帯広畜産大学講師・斉藤準氏にご快諾頂けた。3氏には、コーディネーターからの大雑把な趣旨説明と依頼にもかかわらず素晴らしい報告を練り上げて頂いた。今一度、厚く御礼を申し上げる。

北海道大学名誉教授・小笠原正明氏と同志社大学教授・山田礼子氏には、コーディネーターの大雑把な企画趣旨から意図を掬い取って頂き、3名の素晴らしい報告者の推薦と交渉にご尽力頂いた。また一部、大学教育学会からのご支援も頂戴した。紙面を借りて謝辞を述べさせて頂く次第である。



II 報告の概要

分科会は、コーディネーターの趣旨説明で開会し、続いて

宿久 洋氏（同志社大学 文化情報学部 教授）

中村 教博氏（東北大学 高度教養教育・学生支援機構 教授）

齊藤 準氏（帯広畜産大学 講師）

の3氏に順にご登壇頂き、

大学共通教育におけるデータサイエンス教育

初年次を対象とした理科実験プログラム「自然科学総合実験」

—実験レポート作成・評価のためのルーブリックの導入—

STEM教育実践を蓄積・共有化するオンライン・サイトの構築に向けて

と題した報告を頂いた。報告題目の中心で活躍されておられる3氏の報告は、具体性・説得性に富んでおり、報告後のディスカッションや情報交換も非常に盛り上がったものとなった。報告の詳細は、3氏からの報告に譲り、ここではその要点のみを述べる。

第1報告者の宿久洋氏からは「大学共通教育におけるデータサイエンス教育」と題した報告を頂いた。報告は、現在進行中と言われる「第4次産業革命（IoT）」に呼応した施策としてのデータサイエンス教育・統計教育の位置づけに始まり、省庁、関係学会、大学の取り組みの紹介から、小中高の算数・数学カリキュラムのかなり衝撃的で顕著な変更点まで話を進めて頂いた。

第2報告者の中村教博氏からは「初年次を対象とした理科実験プログラム『自然科学総合実験』—実験レポート作成・評価のためのルーブリックの導入—」と題した報告を頂いた。現場実践の紹介（陣容、内容、評価 etc）はもとより、東北大学における導入の歴史、実験の重要性を理系の全1年生に訴えかけるロジック、文系学生（選択科目）を誘う情報戦略など、実践の実効性を高めるノウハウの紹介も頂いた。

第3報告者の齊藤準氏からは「STEM教育実践を蓄積・共有化するオンライン・サイトの構築に向けて」と題した報告を頂いた。STEM教育の地球的・国家的背景と現状に始まり、STEM教育固有の課題（各領域の体系的性、基礎と応用のギャップ、数理的推論）、STEM教育情報の蓄積の現状と学会の取り組みを紹介頂いた。

コーディネーターの所感を手短かに述べるならば、3氏の報告に共通して現れた「なぜ、その教育なのか」という背景や現状説明は、現場教員が動く上で不可欠なロジックと感じた。各報告の背景・現状の説明+具体的実践報告という構成の妙のお蔭か、3つの報告に続くディスカッション（質疑応答込み）と、それに続きフロア全体を自由往来しての情報（+名刺）交換会も非常に活気のあるものとなった。実際、種々のコメントや質問が、具体性を帯びた状況想定や提案の形で発せられ、質問者と応答者以外にも分かりやすく興味深いものとなった。

III まとめ

報告者を含めて20名強の参加者数は運営側の期待よりかなり少ないと思われるが、フロア情報交換会でコーディネーターが全ての参加者と言葉を交わせる手ごろな規模であり、参加者におかれても同じ感想ではないかと思う。参加者は概して理系所属と括れるが、部局等は極めて多岐にわたり多様な問題意識を持って参加頂いたことがわかった。そのような参加者から「面白かった」との声がたくさん頂けたことは「具体例を以って、ユニバーサルなデザインを語る」という一見矛盾した分科会コンセプトへのポジティブな評価と受け取っている。「今後はどのような形、話題へと発展させるのが良いのだろうか」という問いを発して、総括を結びとする。

第4分科会コーディネーター うわの 上野 嘉夫（京都薬科大学）

大学共通教育におけるデータサイエンス教育

同志社大学 文化情報学部 教授 宿久 洋

第4分科会

2018年3月4日 サイエンスリテラシーを養う横断型プログラムのデザインと運用

大学共通教育におけるデータサイエンス教育

同志社大学文化情報学部
宿久 洋

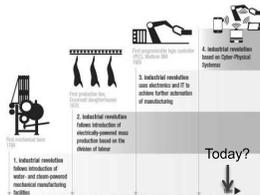
本日のお話

- 社会の動き
 - 社会の要請
 - 総務省の動き
 - 文部科学省の動き
 - 日本統計学会の動き
- サイエンスリテラシーを養うための統計教育
 - 条件付き確率・ベイズの定理
 - 前向き研究と後ろ向き研究
 - 見かけの相関・シンプソンのパラドックス

2

産業構造の変化

- 第1次産業革命
 - 蒸気機関の発明
- 第2次産業革命
 - 電力を用いた大量生産
- 第3次産業革命
 - 電子機器を用いた自動化
- 第4次産業革命
 - IoT(モノのインターネット)の利用



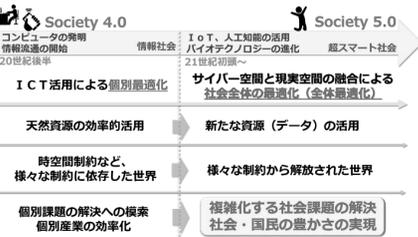
Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0 (2013年4月)

3

Society 5.0

Society 5.0の世界 - Society 5.0の位置づけ - Keidanren

個別最適化にとどまらず、社会全体の最適化を実現
様々な制約からも解放され、社会課題の解決や社会や国民の豊かさ重視



Society 5.0実現による日本再興、日本経済団体連合会
<http://www.keidanren.or.jp/policy/2017/01/10.html>

4

未来投資戦略2017

• Society5.0実現に向けて

- 戦略分野の選択

- 健康寿命の延伸
- 移動革命の実現
- サプライチェーンの次世代化
- 快適なインフラ・まちづくり
- FinTech

- 価値の源泉創出に向けた共通基盤の強化

- 「データ基盤(リアルデータプラットフォーム)」の構築
- 第4次産業革命に対応できる人材投資と労働移動の円滑化

価値の源泉は「モノ」「カネ」から
「ヒト」「データ」へ

未来投資戦略2017 (全体版)

<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2017.pdf>

5

未来投資戦略2017 - Society 5.0の実現に向けた改革 -

未来投資戦略2017 Society 5.0 実現に向けた改革 (概要)

https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2017_gaiyou.pdf

6

文部科学省の動き

- ・ 高校での統計教育(新学習指導要領)
 - 各科目における「統計・データサイエンス」関連項目
 - ・ 国語: 論理国語
 - ・ 英語: 論理・表現(統計グラフ・図・表の読み取り)
 - ・ 情報:
 - 情報I(必修): データの利用
 - 情報II: 情報とデータサイエンス
 - ・ 社会系: 公民・地理(GIS)
 - ・ 理数探求基礎・理数探求(探求のプロセス)
 - ・ 総合的な探求の時間(必修)

文部科学省の動き

数理及びデータサイエンス教育の強化

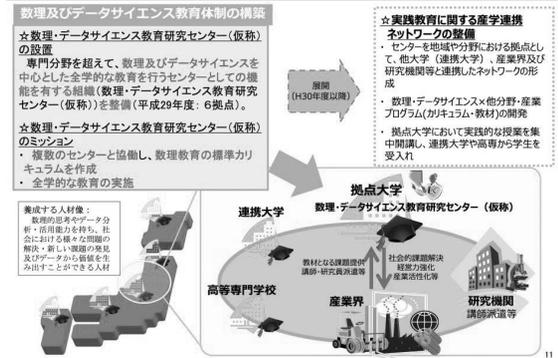
- ・ 北海道大学 データサイエンスセンター
- ・ 東京大学 数理・情報教育研究センター 幹事校
- ・ 滋賀大学 データサイエンス教育研究センター
- ・ 京都大学 データ科学イノベーション教育研究センター
- ・ 大阪大学 数理・データ科学教育研究センター
- ・ 九州大学 数理・データサイエンス教育研究センター

文部科学省の動き

- ・ 数理・情報教育研究センター(東京大学)
 - 関連教材として、以下の講義動画を公開
 - ・ 数理手法IV(確率論)
 - ・ 数理手法VI(確率過程論)
 - ・ 数値解析
 - ・ 統計データ解析 I

第4次産業革命 人材育成推進会議(第2回)資料6

大学等における数理及びデータサイエンスに係る教育の強化



文部科学省の動き

データ関連人材育成プログラム(H29~H36)

- ・ 東京医科歯科大学
 - ・ 電気通信大学
 - ・ 大阪大学
 - ・ 早稲田大学
- ・ 研究活動を通じて高度なデータの扱いに親しんだ博士課程学生や博士号取得者等を対象
- ・ 企業や大学等が人材の発掘・育成・活躍推進を目的としたコンソーシアムを形成
- ・ インターンシップやPBL等の実践的な研修プログラムを開発・実施

JINSEの活動

統計教育大学間連携ネットワーク
課題解決型人材育成のための標準的なカリキュラムコンテンツと教授法を整備した。

文部科学省 平成24年度 大学間連携共同教育推進事業
「データに基づく課題解決型人材育成に資する統計教育実証」

Japanese Inter-university Network for Statistical Education
統計教育大学間連携ネットワーク

9大学	6学会	8団体
東京大学	応用統計学会	大学入試センター
大阪大学	日本計算機統計学会	日本アクチュアリー会
滋賀大学	日本計量生物学会	日本科学技術連盟
総合研究大学院大学	日本行動計量学会	日本銀行
青山学院大学	日本統計学会	日本経済団体連合会
多摩大学	日本分類学会	日本製薬工業協会
立教大学		日本統計協会
早稲田大学		日本マーケティング・リサーチ協会
同志社大学		

JINSEの活動



- 各分野における参照基準を作成

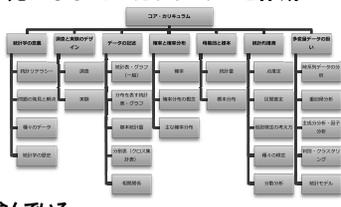
大学基礎	数理科学
人文科学	情報科学
政治学	総合理工学
社会学	品質管理
経済学	生物化学
経営学	医歯薬学

25

JINSEの活動

- 各分野別カリキュラムの元になるコア・カリキュラムを作成

1. 統計学の意義
2. 調査と実験のデザイン
3. データの記述
4. 確率と確率分布
5. 母集団と標本
6. 統計的推測
7. 多変量データの扱い



各項目が2つから5つの単元を含んでいる。
各単元ごとに「狙い」と「キーワード」が明示されている。
2単位15回/4単位30回の講義シラバスを作成することを想定

26

JINSEの活動

- JINSE終了後の活動
 - 「統計教育連携ネットワーク」を設立
 - 参加対象機関を全国の教育機関等に拡大して、統計教育大学間連携ネットワークにて開発・蓄積してきた資産を教育関係者に提供
 - JINSE版統計検定の実施



27

日本統計学会の動き

- MOOCによるオンライン講座
 - 3つの講座を日本計量生物学会, 日本行動計量学会と協力のもと, JMOOC公認サービス, gaccoにて開講
- 統計検定
 - 認定団体として参画
 - 関連書籍の出版

28

日本統計学会の動き

- MOOCによるオンライン講座
 - 統計学Ⅰ: データ分析の基礎
 - 統計学への誘い, 統計グラフと質的データの要約, 量的データの要約, 相関と時系列, 公的統計の活用とまとめ
 - 統計学Ⅱ: 推測統計の方法
 - 推測統計と確率の考え方, 統計的推定, 統計的検定, 回帰分析, 適合度と分割表の解析
 - 統計学Ⅲ: 多変量データ解析法
 - 多変量データ解析法の概略と重回帰分析, 主成分分析と因子分析, 多変量解析の活用: 商品・サービスの設計を例に, クラスタリング法と多次元尺度構成法, 課題解決のための多変量解析の利用



29

日本統計学会の動き

- MOOCによるオンライン講座
 - 対面授業の実施
 - 補助教材
オフィシャルスタディーノートの出版



30

日本統計学会の動き

- 統計検定
 - 統計検定関連の書籍、問題集を編集・発行



31

統計検定

JSSC 統計検定 日本統計学会公式認定・総務省後援
Japan Statistical Society Certificate

- 学習達成度の客観的な質保証
 - 1級
 - 実社会の様々な分野でのデータ解析を遂行する統計専門力
 - 準1級
 - 統計学の活用力 — データサイエンスの基礎
 - 2級
 - 大学基礎統計学の知識と問題解決力
 - 3級
 - データの分析において重要な概念を身に付け、身近な問題に活かす力

32

統計検定

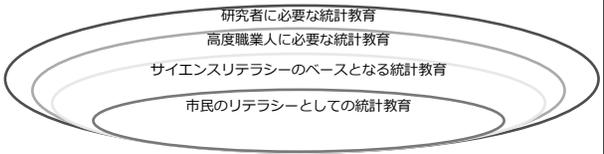
- 出題範囲の例(2級)
 - データソース
 - データの分布
 - 1変数データ
 - 2変数データ
 - データの活用
 - 推測のためのデータ収集法
 - 確率モデルの導入
 - 推測
 - 線形モデル
 - 統計ソフトウェアの活用

http://www.toukei-kentei.jp/wp-content/uploads/grade2_hani_170727.pdf

33

サイエンスリテラシーを養うための統計教育は？

- 部局横断的STEM教育
 - サイエンスリテラシーのベースとなる統計教育
 - 特に理系学生に重要
 - 市民のリテラシーとしての統計教育
 - 理系学生のみならず全ての学生に重要



34

サイエンスリテラシーを養うための統計教育は？

- 学生はどんなことを学ぶ必要があるのか
 - 市民のリテラシーとしての統計教育
 - サリドマイド事件
 - 条件付き確率・ベイズの定理
 - DNA鑑定の実実
 - 前向き研究と後ろ向き研究
 - 50m走タイムと年取の関係
 - 見かけの相関・シンプソンのパラドックス

35

本日のまとめ

- 社会の動き
 - 社会の要請(Society5.0に向けた人材育成)
 - 総務省の動き(学習サイト作成, オンライン講座)
 - 文部科学省の動き(指導要領改訂, 教育プログラム開発)
 - 日本統計学会の動き(オンライン講座, 統計検定)
- サイエンスリテラシーを養うための統計教育
 - 全ての学生にとって必要な市民のリテラシーとしての統計教育
 - サリドマイド事件(条件付き確率・ベイズの定理)
 - DNA鑑定の実実(前向き研究と後ろ向き研究)
 - 50m走タイムと年取の関係(見かけの相関・シンプソンのパラドックス)

36

初年次を対象とした理科実験プログラム「自然科学総合実験」 一実験レポート作成・評価のためのルーブリックの導入

東北大学 高度教養教育・学生支援機構 教授 中村 教博

第4分科会

第23回F0フォーラム 日時H30年3月4日(土)~3月5日(日)場所:京都産業大学
第4分科会 サイエンスリテラシーを養う横断型プログラムのデザインと運用
ー統計教育、融合型理科実験、実践交流サイトモデルを話題にー

初年次を対象とした理科実験プログラム「自然科学総合実験」 一実験レポート作成・評価のための ルーブリックの導入

中村教博・関根勉・田嶋玄一・太田宏・岡 壽崇・小
俣 乾二・永尾 翔・中野 元春・長嶺 忠・石田章純
(自然科学教育開発室)・須藤彰三(理学研究科)

0

本日の流れ

- 自然科学総合実験の経緯と位置づけ (10分)
- 自然科学総合実験の紹介 (理科系) (10分)
- ルーブリックによる全員レポート評価 (10分)
- 文科系のための
自然科学総合実験の紹介 (10分)
- まとめ (2分)

1

経緯

When?

- 1993年 (H5) 教養部 廃止 全学教育開始
- 2000年 (H12) 全学教育改革検討委員会[1]
「理科実験に関する検討委員会 (平成12年)」→
融合型理科実験導入の答申 (物化生地の境界を取り払った実験)
全学教育としての学生実験
- 2002年 (H14) 融合型理科実験WG[2]
理学研究科を責任部局としてWG発足 2年での成果が求められた
・基本理念: 自然の仕組みが理解できる
実験に工夫を施し、「なるほど」と納得させる
Black Boxを作らない
- 2004年 (H16) 自然科学総合実験 開講
TAを起用して大人数の受講者の指導に当たる

多数の大学の視察実施

2

全学教育としての融合型実験 [2]

- 複数の視点で現象を捉えること
「学際的視点」を初年次の段階で導入
 - 「専門と無関係な実験でも挑戦する」
→異分野との壁が低くなる
- 複雑な現象を単純化し、本質を見抜く力を養い、科学的な文章で表現できること

3

基本構想

- 従来型の理系基礎実験
各分野の重要な基本法則に関する実験を選択
- 構想当時の考え
ある専門分野の1つの側面からの実験
→ 同じ現象を複数の側面から実験

4

自然科学総合実験のコンセプト

What?

単純な答えがない新しい問題にどう対応するか? [2,3,4]



「複雑な自然現象を論理的に考え、本質を見抜く力を養う」

「自然を科学的(論理的)な文章で記述する能力を養う」



5

実験の目標^[5]

- (1) 論理的思考能力
- (2) 継続的に新しいことに興味を持ち、挑戦する意欲と能力
- (3) 科学的な文章を書く力

6

論理的思考力と実験の意味^[5]

How?

- (1) 不思議な現象に出会う。(疑問を持ち始める。)
- (2) 図書館(本・論文)で、過去の成果を調べる。
(問題の明確化:何が問題か?)
Yes: 終了, No: 次のステップへ
- (3) 現象(自然)のしくみを考え、仮説を立てる。
- (4) 実験で検証する。
- (5) 解析(数値化・理論的検討)・議論
No: ステップ(3)へ Yes: 終了(論文 / レポート)
- (6) 他の類似の問題に取り組む。
新しい人類の課題に挑戦する。

Plan

Do

Check

Act

7

他大学の状況^[6]

- ・北海道大学・・・自然科学実験(物化生地別で2科目選択)
- ・大阪大学・・・自然科学実験(数・物化生地別+文科系の科学実験)
- ・九州大学・・・自然科学総合実験(物化生地別+文科系の科学実験)
- ・千葉大学・・・物理学基礎実験→(ルーブリックによるレポート評価)
パーソナルデスクラボ物理+
文系実験「実験で体験する物理」

→自然科学を見通すために多様な分野の実験を実施
→物化生地のテーマを融合したユニークな試み

8

対象学生：初年次理系学生

Who?

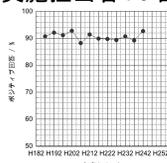
- ・全理系学科→必修(医・歯・理・工・薬・農)
約1700名/1800名
2004年開講、これまでに23000人受講
- ・文系学科→選択 50~70名/700名
2007年開講、これまでに700人受講

9

出席成績情報システム

- ・各曜日責任者1名・副曜日責任者2名
- レポート受け取り・出欠と成績管理:「バーコード」
- 各所と連携し学生支援も・・・

- ・課題責任者が各実験に1名以上
- 理:実施担当者80名、T.A. 180名
- 文:実施担当者10名、T.A. 30名



学生→T.A. 感謝

T.A. → 学生の理解度により
教え方を変えるといった
良い教育経験
教員職業への動機付け



H18 H19 H20 H21 H22 H23 H24 H25

年度

5つのテーマ設定^[2,3,4,5,7]

What?

未履修分野であるが、高校までの知識である程度理解できる
体験型・融合型理数教育

(21世紀の話題・技術について)

- ・「地球・環境」：自然放射能、水質評価、重力
- ・「物質」：物質の電気伝導と有機化合物合成
- ・「エネルギー」：太陽電池、燃料電池
- ・「生命」：細胞、DNA
- ・「科学と文化」：音楽

目的：学生が自然科学に関する実験を体験し、
自然科学を学習するための姿勢を確立する

11

Science **地球と環境**

1、環境放射線を測る
物理と地学の融合課題
実験棟周辺の環境放射線を計測
物質による放射線の減衰 片対数グラフ



2、リンの分析による広瀬川の水質評価
化学と地学の融合課題
リン分析から河川の富栄養化度評価
リンの地球環境での役割



3、重力加速度から見た地球
物理と地学の融合課題
重力加速度の測定から重力異常を求め、
地下構造を推定する



Science **物質**

4、電気伝導
物質の電気の流れ方を測定し、
極低温下で超伝導現象を実験する



5、導電性高分子の合成
2000年ノーベル化学賞をヒントに、
常識を覆した「電流が流れるプラスチック」を
合成する物理と化学の融合実験



6、簡単な有機化合物の合成
化学の有機合成に関する課題
バナナの香り成分を合成する



Science **エネルギー**

7、光のスペクトルと太陽電池
物理と工学の融合課題
太陽光エネルギーのスペクトルと太陽電池
ブリズムで分光し、波長ごとの効率測定



8、燃料電池
物理と化学の融合課題
太陽電池で水を電気分解し、
生成した水素を燃料電池として
利用するサイクルを、
熱力学の基礎として学ぶ



Science **科学と文化**

9、弦の振動と音楽
音楽と物理学の融合課題で、弦楽器の固有振動を理
解し、純正律(自然音階)と平均律が存在することを
知り、文化による音色の捉え方について考える

「文化的、日常的問題において、人がどれを美しいと判断するのは、あくまでも個人の
意思や感性に依存することを認識して欲しい」とのテーマ設定者の意図



Science **生命**

10、細胞
玉ねぎの表皮細胞のどこに
DNA分子が存在するかを観察する



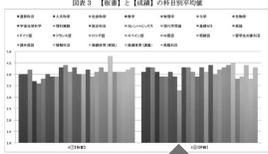
11、DNAによる生物の識別
PCR法と電気泳動法により、
“生物の違い”を“ゲノムDNAの違い”と
して認識する 片対数グラフ



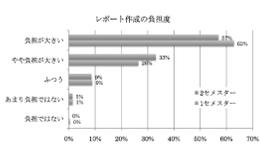
12、生体高分子の形と働き
物理と生物の融合実験
ゴムチューブを利用し、直鎖状DNAの
高次構造変化(ねじれやからみ)を
電気泳動で確認する 片対数グラフ



Science **学生アンケートからの課題点^[9]**



【報告】と【成績】の科目別開示率



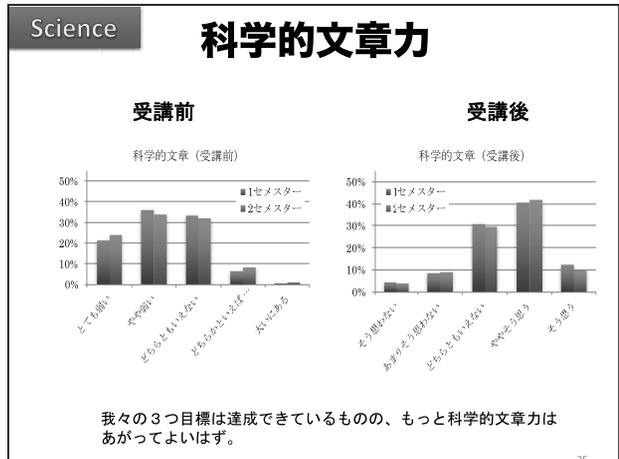
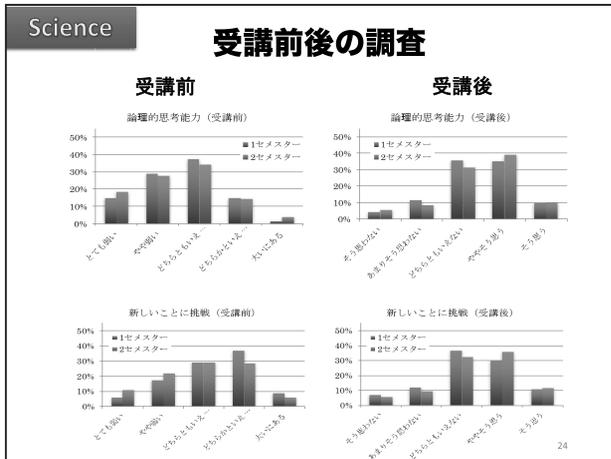
レポート作成の負担度

負担が大きい 60%
やや負担が大きい 35%
ふつう 5%
あまり負担ではない 1%
負担ではない 0%

レポート作成(課外学習)時間の多さ
一つのレポートに平均6時間

レポート成績を開示していない不満
昨年まで6割の学生はレポート不備→再提出
4割近い学生(比較的成績の良い学生)
→レポート指導なし

科学的な文章力の養成+成績開示 →
レポート作成演習+ルブリック提示による全レポート評価



文科系のための自然科学総合実験

～実験で学ぶ21世紀の課題～

対象：文系学部(文、教、法、経)1年生
開講：第1セメスター 火曜4・5講時

【実験の内容】

- ① 地球・環境
- ② 宇宙・天体
- ③ 放射線
- ④ 気候変動
- ⑤ 自然現象の観察

【主な目的】

- ① 自然科学の面白さや重要性を学ぶ
- ② 実験を通して自然科学の基礎知識を学ぶ
- ③ 実験を通して自然科学の発展や課題について学ぶ

【自分の学びの方向性】

- ① 自然科学の基礎知識を学ぶ
- ② 実験を通して自然科学の発展や課題について学ぶ
- ③ 自然科学の面白さや重要性を学ぶ

26

基本構想と目的 [3,4,7,8]

- 現代社会は自然科学の成果のもとに営まれており、自然の仕組みを実験や観察を通して理解することは、近代科学の本質を理解する上で重要である。
- 人間のあり方や社会の仕組みを考える人文社会科学にとって、科学技術の影響を無視して、未来社会を構築することはできない。

↓

目的

- 1) 自然に触れる
- 2) 自然の仕組みを理解し、自然科学における論理性を学ぶ
- 3) 現代社会に利用されている自然現象を体験する

物理・化学・生物・地学 + 数学

27



Humanity 地球と環境

1. 温暖な地球と温室効果
太陽・アルベド・温室効果が、温暖な地球の原因であることを学ぶ
2. 大気中の放射能
霧箱を利用して、放射線を肉眼で確認
3. 地球大気の循環
回転水槽を用い、傾圧不安定性波動と偏西風蛇行を学ぶ

29

Humanity **エネルギーと生命**

4、色素増感太陽電池

色素増感太陽電池を作り、身近にある色素で電力効率を比べる



5、生命の始まり

線虫の受精卵の細胞分裂を観察

6、ゲノムDNAによる
米の品種判別

PCR法により米のゲノムDNA判別

Humanity **科学と音楽**

7、化学発光

血痕分析で使われる
ルミノール反応を再現し、
発光の仕組みを理解



人気No1の実験テーマ

8、弦の振動と音楽

音楽と物理学の融合課題で、
純正律と平均律が存在する
ことを知り、文化による音色
の捉え方を考える

Humanity **数学**

9、RSA暗号

インターネットのセキュリティ技術として利用される
暗号「公開鍵暗号」の原理を学ぶ



10、球面三角形の幾何学

球面と平面の幾何学が異なることを、
ピンポン球を切り抜き、ガウス・ボン
ネの定理が成り立つことを学ぶ



32

Humanity **集団討論**

- この実験の講義を受け終わって、純粋に楽しかったなと思っています。本格的な実験器具を用いたりして、理科系の人々がやっていることを体験できて面白かったです。
- ただ、今日の講義を聞いて、きちんと理解するのは無理だとわかりました。けれども、自分でどのくらい知りたいのか、理解したいのかを決めなければならない、自分で系統づけられるようにするのが理解だ、ということに気づかされ、他のことにも使えるじゃん、と思いました。論理的に考える方法なども、文科系の内容でも必要なことだと思うので、今後生かしていければ、と思います。
- それから、この実験のタイトルに“文科系のための”という言葉が入っていますが、この言葉がそのうちなくなるようにならばいいのでは、と少し思いました。というのも、文科系、理科系、とがつつり区分しなければならぬ状況になんとも違和感を感じるからです。確かに、自分も、この授業が無ければ実験なんてやろうと思わなかったですが、そういった風潮が日本にある、というのが感じられます。文科系だから、理科系だから、といった文理の隔離がもっと小さくならないと、今日のお話をきいても思いました。だから、理科系の人にも文科系がどのようなことをやっているかもっと知ってほしいな、と思います。
- 明確な答えが出ない、数学ではなく、言葉で表現しなければならぬ、ということを体験してもらいたいと思います。もっとも、自分が言うほどできるわけではないですが・・・。文理がはっきりと区別され過ぎている風潮がなくなるといいな、というのが今回の授業を通して感じたことです。

33

まとめ

東北大学における過去14年間（文科系は11年間）に及ぶ開講実績を踏まえ、融合型理科実験の経緯と現状を報告し、最近のルーブリックによる評価の試みについても紹介した。

ルーブリックの評価は、全学生にレポート指導を可能にしているものの、やや過大な要求になっている可能性がある。

この実験は東北大学の理系教職員とTAの努力の賜物である。皆様への感謝を忘れず、改善していきたい（良い意味の3代目の改革を目指して）。

34

謝辞&参考文献

実験計画委員会

須藤 彰三、長濱 裕幸、河野 裕彦、杉本 亜砂子、岩佐 直仁、武藤 潤、鈴木 紀毅、後藤 章夫、中村 達、松田 欣之、藤原 充啓、本堂 毅、小金澤 雅之、阿部 玄武、宮田 英威、吉澤 雅幸

TAのみなさん、実験担当教員のみなさま

自然科学総合実験立ち上げに尽力くださった大勢の教員・職員のみなさま

- [1]融合型理科実験企画報告書(理学部・理学研究科全学教育委員会および融合型理科実験に向けてのWG)、実験科目委員会編2004
- [2]須藤彰三(2005) 自然科学総合実験：全学教育を目指した融合型理科実験の導入、東北大学教育研究センター年報、no 12, 83-93.
- [3]特色GP[融合型理科実験が育む自然理解と論理的思考]平成18・19年度活動報告書
- [4]特色GP[融合型理科実験が育む自然理解と論理的思考]平成20年度活動報告書
- [5]関根ほか(2010) 理科実験をとおした大学間連携をめざして - 東北地区の大学の理科実験科目調査 -、東北大学高等教育開発推進センター紀要、v5, 111-122.
- [6]須藤・関根(2010) 融合型理科実験が育む自然理解と論理的思考I: 自然科学総合実験、122-145、「大学における「学びの転換」と学士課程教育の将来」、東北大学出版会
- [7]須藤(2010) 融合型理科実験が育む自然理解と論理的思考II: 文科系のための自然科学総合実験、146-158、「大学における「学びの転換」と学士課程教育の将来」、東北大学出版会
- [8]関根(2015) 理科実験教育室の10年—自然科学総合実験とともに—、東北大学高等教育開発推進センター紀要、v10, 63-74.

35

STEM教育実践を蓄積・共有化する オンライン・サイトの構築に向けて

帯広畜産大学 講師 斉藤 準

第4分科会

STEM教育実践を蓄積・共有化するオンライン・サイトの構築に向けて

帯広畜産大学 講師 | 斉藤 準
第23回FDフォーラム 第4分科会
2018/3/4 @ 京都産業大学

コンテンツ

1. STEM教育をめぐる国内外の状況
2. STEM教育の特徴
3. STEM教育情報の蓄積—主な取り組み
4. 大学教育学会のプロジェクト
5. まとめ

STEM教育をめぐる国内外の状況

なぜ「STEM教育」か？

国家的、国際的、地球規模的課題

- ・ 食料生産、公衆衛生、産業発展、安全保障、社会福祉、地球環境、経済格差、生命倫理、情報セキュリティ、AI、...

高度化—イノベーション、デザイン、サステナビリティ

- ・ 産業観 | 性能の向上 (Functionality)→価値の創造 (Creativity)
- ・ 能力観 | 定型的な手続きの再現 (Solution)→解決法の探索 (Competency)
- ・ 市民観 | 個別知識の習得 (Knowledge)→意思決定・善悪の判断 (Citizenship)

個別科目—分野横断・統合的な「STEM教育」

- ・ デザイン教育、STEAM (STEM + Art)、文理融合、統計教育、インテグレート科学等、多岐にわたる教育実践からの検討 齊藤 (2017)
- ・ 教育内容+能力育成の双方に根ざした再構築が必要 羽田 (2017)

STEM教育関連政策

アメリカ	PCAST 2010, 2012
イギリス	House of Lords 2012
オーストラリア	Chief Scientist 2012
シンガポール	STEP 2015 (A*Star)
韓国	第2期科学技術人的資源育成支援基本計画 2011
日本	理工系人材育成戦略 2015、第5期科学技術基本計画

山田 (2017)、羽田 (2017)

STEM教育の特徴

教育改善の観点から見た課題

強い体系性

積み上げ式＝途中でつまづくと先に進めない
網羅的＝広く知っていないと十分な議論ができない

高校での文理の選択、科目の選択、大学での専攻の選択が、その後のSTEM領域の学習に決定的に影響

基礎と応用のギャップ

何の役に立つかわからない基礎
＝抽象性が高く、経験や主観が理解の助けにならない
複雑な応用＝十分な前提知識がないと不適切な扱いに

興味を引き、かつ、実用性や教育・学習効果の高い課題の設定には、相応のリソースが必要

数理的推論の多用

数学を使った議論＝数式、数量、グラフ、統計学
設定の数学化、数学そのもの、数学からの帰結の各段階で数理のリテラシーが理解を左右

数理のリテラシーの育成と学習内容理解のバランスよい設計が必要

「ターミナルSTEM」

積み上げ、基礎中心、数学等、さまざまな段階でのつまづき
→興味の減退→non-STEM分野への移行

STEM学習の最後の機会＝ターミナルSTEM

- ・ 日本 | 高校での文系選択
- ・ アメリカ | 大学初年次以降でのnon-STEM分野専攻

斉藤 (2016)

University learning: Improve undergraduate science education 学部科学教育の改善

Stephen E. Bradforth, Emily R. Miller, William R. Dichtel, Adam K. Leibovich, Andrew L. Felg, James D. Martin, Karen S. Bjorkman, Zachary D. Schultz & Tobin L. Smith

15 July 2015

It is time to use evidence-based teaching practices at all levels by providing incentives and effective evaluations, urge Stephen E. Bradforth, Emily R. Miller and colleagues.

動機づけと効果的なフィードバック、効果実証済みの教育手法をあらゆるレベルで取り入れる時代がきた。

Subject terms: Education · Institutions · Research management · Policy

STEM教育の構築に求められるもの

複数分野間を学際的に横断・統合する教育コンテンツの開発

- ・ STEM領域の各分野間の横断
- ・ 文理の融合 | 文系向け理数教育、理系向け人文・社会教育
- ・ 現実的課題や実社会的応用との接続
- ・ デザイン教育、イノベーション教育、STEAM教育

STEM分野ならではの(ディープ)アクティブラーニング

- ・ STEM各分野の基礎知識＝内化
- ・ 人文・社会的な側面をふまえた横断・統合的適用＝外化
- ・ 教育コンテンツと、コンテンツに適した手法の設計

松下 (2015)

相応のリソースと複数分野の協働、入念な設計が不可欠

STEM教育情報の蓄積

主な取り組み

STEM教育実践の共有

先進事例を共有し、分野を超えた教員が具体的なコンテンツに根ざして検討できる場や情報源が必要

- ・ 学協会等における発表や（対面の）議論
- ・ 学協会等の管理するオンライン・サイト…………… **分野横断／協働／オープン**
- ・ 研究論文
- ・ 教員コミュニティによる授業研究（Lesson Study）、研修・FD
- ・ 授業紹介記事・報告
- ・ 授業資料、講義ノートの公開
- ・ 教科書、教育手法の書籍・マニュアル等の出版
- ・ 個人のウェブサイト、SNS
- ・ 動画共有サイト、MOOCs

STEM教育実践の共有

高等教育学協会等による取り組み

- ・ ACE（米国教育協議会）「STEM」
- ・ AAU（米国大学協会）「STEM学部教育イニシアティブ」
- ・ AAC&U（全米大学・カレッジ協会）「カレイドスコープ・プロジェクト」
- ・ APLU（公立・ランドグラント大学協会）「STEM教育センターネットワーク」
- ・ National STEM Learning Center（国立STEM教育センター）「STEM Learning」
- ・ JACUE（大学教育学会）「STEMひろば」
- ・ APU（日本私立大学協会）「教授法が大学を変える」（non-STEM含む）

Undergraduate STEM Education Initiative

The AAU Undergraduate STEM Education Initiative is helping to change the culture of STEM

Student Success

STEM Higher Education

LEAP Connections for Community Colleges

Liberal Education

STEM教育実践の共有

STEM教育の内容・方法コンテンツを蓄積する取り組み

- ・ MOST（オンラインFDコミュニティサイト）+ KEEP Tools（京都大学、カーネギー財団）
- ・ DQP Assignment Library（NIOGA | 米・国立学習成果アセスメント研究所）
- ・ JINSE（統計教育連携ネットワーク）
- ・ Klein Project Blog
- ・ 物理学講義実験研究会

川添（2017）

参考

- ・ ループリックバンク（日本高等教育開発協会）
- ・ 高等教育スキルアーカイブ（要アカウント）
- ・ MOOCs（UdX、UdE、Open University、…）
- ・ 成長するティップス先生（名古屋大学高等教育研究センター）

大学教育学会のプロジェクト

課題研究

「現代のリベラルアーツとしての理工工系科目（STEM）の開発と教育実践」

STEM教育実践データベース

学際的な教育開発には相応のリソースと協働、工夫が不可欠

- ・ STEM教育の具体的実践内容・方法を蓄積・共有するデータベースが有効

大学教育学会の課題研究プロジェクトとして、教育実践データベースを構築中

- ・ 一般に公開
- ・ 会員による協働 | 投稿、フィードバック、ディスカッション

蓄積情報の主な構成

概要（サマリー）

カテゴリ | 柔軟なコンテンツ形態に対応

- ・ 教育コンテンツそのもの、ティップス
- ・ 実践紹介
- ・ 研究動向

タグ | 分類のラベル、検索・フィルター用

- ・ 科目、対象、授業形態・手法等

添付資料（データ実体） |

- ・ シラバス、講義ノート、授業資料、教材・コンテンツ、論文・発表資料、リンク、各種データ、eラーニングコンテンツ等

検討課題

コンテンツの収集体制・方法

- ・ プロジェクトメンバーによる収集+会員による投稿のみで十分な量が収集可能か

コンテンツの質の担保

- ・ どのように担保可能か（会員限定とするだけで十分か）

公開範囲の設定

- ・ 内容に応じて部分的に会員限定にする必要があるか

著作権に関する検討

- ・ クリエイティブ・コモンズライセンスでよいか

維持・管理

- ・ セキュリティは万全か、長期運用が可能か

まとめ

現代的なSTEM教育には、従来の分野別教育を高度化するだけでなく、分野横断・統合的なSTEM教育の再構築が必要である

学際的で良質な教育コンテンツの開発のために、学協会等による情報蓄積・提供や、教員協働で共有・開発する取り組みが進んでいる

大学教育学会では、STEM教育コンテンツ（ティップス）のデータベースを蓄積・共有するためのオンライン・サイト構築プロジェクトを進めている

参考文献

- 齋藤芳子 (2017)
「STEM教育」『名古屋大学高等教育研究センターニューズレター』 59
- 羽田真史 (2017)
「STEM教育をめぐる国際動向と日本の課題」『大学教育学会誌』 39 (1)
- 山田礼子 (2017)
「1世紀型授業をどうSTEM高等教育に取り入れるべきか—グローバル・コンピテンシーとSTEM高等教育の課題—」『大学教育学会誌』 39 (1)
- 秀藤 準 (2016)
「国際連携によるSTEMプロジェクト推進のための検討会速報」大学教育学会「STEMをらば」
- Bradforth, S. E., et al. (2015)
"University learning: Improve undergraduate science education", *Nature* 523 (7560)
- 松下佳代 (2015)
『ディープ・アクティブラーニング—大学授業を深化させるために—』 助草書房
- 川島 亮 (2017)
「現代人に必須の数学リテラシー科目のティーチング・ティップス—ティーチング・ティップス・データベース構築に向けて—」『大学教育学会誌』 39 (1)