



現代のリベラルアーツとしての理数工系科目（STEM）の開発と教育実践のために

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2020-11-11 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 鈴木, 久男, 山田, 礼子, 林, 哲介, 高橋, 哲也, 細川, 敏幸 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10466/00017142">http://hdl.handle.net/10466/00017142</a>

# 現代のリベラルアーツとしての理数工系科目 (STEM) の 開発と教育実践のために

鈴木 久男・山田 礼子 ・ 林 哲介 ・ 高橋 哲也・細川 敏幸  
(北海道大学) (同志社大学) (京三大学教養教育研究・推進機構) (大阪府立大学) (北海道大学)

## Development and Educational Practice of STEM as a Contemporary Liberal Arts Subject

Hisao Suzuki, Reiko Yamada, Tetsusuke Hayashi,  
(Hokkaido Univ.) (Doshisha Univ.) (Institute of Liberal Arts and Sciences, Kyoto three Univ.)  
Tetsuya Takahashi, Toshiyuki Hosokawa  
(Osaka Prefecture Univ.) (Hokkaido Univ.)

Reinforcement of education in science, mathematics, and engineering from a new viewpoint has been planned in higher education worldwide. In the United States, science, technology, engineering, and mathematics (STEM) activities were carried out on a national scale. In education, learning technology has developed and spread not only to provide mere expertise but to help students acquire abilities applicable to the discovery, analysis, and solution of problems. Our association has paid attention to this flow, has cooperated with the AAC&U since 2015, and plans to introduce a new educational learning method. To make use of our society's characteristic of having individuals in various specialized fields, professors in the fields of science and humanities are going to develop the undergraduate course. In this roundtable, we discussed the issue from a variety of angles.

〔キーワード：STEM, 科学教育, 文理融合, 工学教育, HIP〕

企画者：細川敏幸 (北海道大学), 鈴木久男 (北海道大学), 山田礼子 (同志社大学), 羽田貴史 (東北大学), 塚原修一 (関西国際大学), 森 利枝 (大学改革支援・学位授与機構), 高橋哲也 (大阪府立大学), 林 哲介 (京三大学教養教育研究・推進機構)

発表者：鈴木久男, 山田礼子, 林 哲介, 高橋哲也

### 1. 趣旨

現在, 世界的な動きとして, 高等教育において, 新しい視点から理数工系教育の強化がはかられている。特にアメリカでは, 国家規模でSTEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematic) 運動に対する梘子入れが行われ, 単に専門的知識を得るだけではな

く, それを課題の発見・分析・解決に応用できる力を身につけさせる教育・学習技術が発展・普及している。本学会はこの流れに注目して, 2015年度からはAAC&Uと提携して新しい教育・学習方法の導入をはかるとともに, 多様な専門分野の会員を擁するという本学会の特徴を生かして, 理数工系分野と人文社会分野が連携した学士課程におけるコースの開発に力を注ごうとしている。さらに日本の大学の特徴である実学分野を, 例えばインテグレート工学などの形でリベラルアーツ化して, 将来の学士課程の柱の一つに据えるという方向も考えられる。本ラウンドテーブルでは, この問題について, 多様な角度から問題提起を行った。

### 2. 報告

#### (1) 報告 1

2016年1月にワシントンDCでのAAC&UのAnnual

Meetingに参加した。また3月には、ボストンのオーリン工科大学での研修、サンフランシスコでのACE2016に参加した。これらの調査で以下の事情が明らかになった。

まず、アメリカの大学教育の改善の動機となる社会状況変化としては、2050年頃白人の人口がヒスパニックよりも少なくなること、人種による貧富の差が大きいことが挙げられる。

アメリカではSTEM教育改善が個別の妥協案の努力段階から、組織的に行うフェーズに変わってきている。その動機は、現存する職の半分が将来コンピュータに置き換えられることにある。同様に、小学生の65%が、現在存在しない職業に就くことが予想されている。

ディシプリンベースで教科の教育研究は盛んに行われている。しかし、基礎的な理科科目の教育研究に比べて工学のカリキュラムは実践例が少ない。その中でオーリン工科大学が非常にユニークなカリキュラムで、教育イノベーションをおこした。学士課程工科大学ランキングで上位にあらわれるほどの成功の根源は、その教育理念にある。すなわち「工学とは、ある制限の中でのデザインであり、創造的プロセスである」と考えている。起業家精神、専門性、芸術・人文社会学の教育からなるオーリン・トライアングルと呼ばれるカリキュラムでそれを実現している。(鈴木久男)

## (2) 報告 2

理系、文系、医系という異なる分野を持つ小規模な三大学(京都府立大、京都工芸繊維大、京都府立医大)が始めた「共同化教養教育」の取組において、試みている理系科目の事例とそこでの課題を中心に報告した。

分野や学習履歴が大きく異なる学生が混在する教室は、典型的なLiberal arts educationの場としての性格を持つ。しかし伝統的なディシプリンの基礎を教えることに慣れ、多くの知識を教えたくなる習性をもつ教員には戸惑いがあり、各専門分野の持つ価値観を適用したがる傾向がある。

近年は自然科学の魅力、信頼感、親近感が低下しているように思える。科学の高度化、要素還元主義、技術化、商業化により、科学が何の役に立つのかという疑問が生じ、また成果主義、競争原理が科学の魅力を低下させてきた。科学は専門家に任せるものという認識から、科学が人類の文化活動から乖離し始めている。ある教室での学生アンケートでは、技術発達への期待よりも懐疑が多くを占めた。そこからは、学生が科学の営利化、非文化化、社会的無責任からもたらされる現代の危機を感じていることがうかがえる。

個別細分化と技術化が著しい自然科学の状況に対して、Liberal artsとしての理系教育を具体化するには、「総合科学」を文化としての科学として示さなければならない。社会的課題と科学技術の役割の検討や専門・非専門のコミュニケーションと結びつけて、リテラシーを学ぶ必要がある。(林 哲介)

## (3) 報告 3

世界的に知識経済が重要となり、イノベーションへの期待が増大している。そこで、各国の教育および科学技術政策にSTEM教育の充実が反映されるようになっていく。また、21世紀型教養としてSTEM教育の役割も大きくなっていく。AAC&Uでは、サステナビリティに直結する課題として取り上げられ、High Impact Practiceやインターンシップの導入をSTEMの分野でも推奨している(AAC&U 2011)。

スタンフォード大学では学士課程で工学を専攻する上級学生が、海外で1~2学期を学び、インターンシップを経験することを目的とするBing Overseas Studies Program (BOSP) が設置されている。このプログラムでは、大学の工学課程を通じて専門的な知識、技能を修得して将来エンジニア(技術者)として社会で働く予定の学生が、外国での学習、仕事そして経験を通じて、異文化や多文化に関する知識や経験だけでなく、国際的なセンスを修得することを目的としている。その背景には、スタンフォード大学は、エンジニアという職種が極めて国際的に通用性のあるものであると認識しているからでもあるが、実際卒業生の多くが海外での何年間かにわたる駐在経験、あるいは他国での技術面でのコンサルタントを行う、あるいは他国で会社を立ち上げて経営に関わるなどの国際的な要素から構成されている業務にかかわっている。こうした仕事上で求められる要素は、早期段階での学士課程教育を通じて修得される「文化的リテラシー」(Cultural Literacy)と「異文化リテラシー」の土台の上に成り立つと認識されている(Kelly, D. 2010, 齋藤ひろみ他 2012, 中央教育審議会 2008, 山田礼子 2010)。

SGU(スーパーグローバルユニバーシティ)大学として選定された大学では、芝浦工業大学が「スタディアブロードの体験の充実」を、豊橋科学技術大学と長岡科学技術大学が「海外インターンシップによるグローバル体験と応用知の獲得」をプログラムとしてあげている。しかし、日本の工学系大学では3年次から学生は研究室に配属され、海外へのスタディアブロードを体験する機会は文系に比べて少ないことも事実である。

「異文化リテラシー」の教育を現実化するためには、

インターンシップの時間をいかに組み込むか、応用知としていかに社会や世界の問題を内面化させるか、細分化専門化され大量の知識が必要なSTEM分野のキャリアムとスタディアブロードをいかに両立させるかななどの課題がある。(山田礼子)

#### (4) 報告 4

文系出身者の多い「現代システム科学域」のマネジメント学類と環境システム学類の学生を対象に必修化している「基礎数学 I, II」について報告した。4クラス開講しており I は300名, II は244名(2012年度)の学生が受講した。文系出身の学生の多くは数学に対して苦手意識を抱いており、また、数学が現実世界で有用であることの認識もない。また、2009年に全国75大学を対象にした調査では、教養科目として開講されている数学に関するクラスは理科に関するクラスの3分の1程度であり、大学で文系への数学教育はあまり行われていない。

基礎数学では、数学が現実世界で活用できることや実際に活用されて社会の役に立っていることを認識させること、および、数学を活用して思考できる力を養うことを目標として定めた。この授業の開発は、数学者と数学の授業のどこが分かりにくいかが分かる専門家(認知心理学者)との共同作業で行われた。各回の授業を、具体的かつ現実的な問題を提示することからはじめて、それを数学的にとらえ、数学を使って分析し、解決するという流れで設計し、数学の有用性や現実的な(数学外の)文脈の中での数学の使い方を学べるようにしている。

数学的な用語を当たり前ものとしなない教科書「思考ツールとしての数学」(川添ほか 2012)を執筆し、理系でないと理解できない応用例を避け、文系の中でのバランスも考え経済関連の話題に偏らないよう配慮している。例えば数列ではローンの計算を、行列では人口移動などを扱っている。実際の授業でローンを扱う場合は、グループディスカッション、予測、演習 I, 演習 II, 考察の順に進めていく。この中で、数式と言葉および図を活用して、数学を思考ツールとして用いる方法を学ぶ。

平成24年度前期のこの授業の成果を問うアンケートでは、60%の学生が数学に対する興味が高まり、74%の学生が数学を用いて考える力が上がったと答えている。本講義の効果が現れた結果と考えている。(高橋哲也)

### 3. まとめ

本ラウンドテーブルを含め4つのSTEM教育を巡るセッションが6月11日午前中に平行して運用された後、

12時からC273教室で関係者が集まるランチタイムセッションを開催した。

まず、文部科学省科学技術学術政策局産業連携・地域支援課長の坂本修一氏が「今求められるイノベーション教育」と題したショートレクチャーを行った。その後、各ラウンドテーブルからの報告が行われた。

これらの発表から以下の事項が明らかになった。まず、大阪府立大学のように、すでにSTEM教育を実施している大学があり、その情報が他大学でのSTEM教育導入に際し有用である。さらに、STEM教育の目的は経済競争の基盤強化のみならず、科学技術のリスクをコントロールするために、市民が科学技術への理解と判断力を持つことにある。そのためには人権や平等など人間的価値の実現のための教育であるリベラル教育とセットで構想される必要がある。

大会終了後のメール会議ではこれを受け、今後の活動を2つのチームに分けて実施することがまとめられた。

A) 「ティーチング・ティップス構築プロジェクト」

B) 「文理融合の新しいSTEMプログラムの開発プロジェクト」

Aチームでは、すでにSTEM教育を行っているメンバーが、そのティップスを短くまとめ、公開する。Bチームでは、文理融合のSTEMプログラムのあるべき姿を検討する。各チームは必要に応じて議論の内容をウェブ上に掲載し、WGのメンバーが討論に参加できるようにする。

### 文献

*The Leap: Vision for Learning, Outcomes, Practices, Impact, and Employers' Views, Liberal Education & America's Promise*, Washington D. C.: AAC&U.

中央教育審議会(2008)『学士課程教育の構築に向けて(答申)』文部科学省。

川添充, 岡本真彦(2012)『思考ツールとしての数学』共立出版。

Kelly, D. (2010) Student Learning in an International Setting, *New Directions for Higher Education*, No.150, Summer 2010, 97-107.

齋藤ひろみ・田崎敦子・見世千賀子(2012)「異文化間教育と「臨床の知」—文化的多様性—の実践に向けて」『異文化間教育』35,1-13.

山田礼子(2010)「多文化共生社会をめざして—異文化間教育の政策課題—」『異文化間教育』30, 12-24.