

データサイエンス教育を含めた問題解決力を 育成するための文系情報学科カリキュラムの体系化

山口 敏和*・小原 裕二**・松尾 由美***・八木 徹****・玉田 和恵*****

要 約

高度に情報化・グローバル化している予測困難な時代において、大学では“答えのない問題”に最善解を導くことができる力を身につけることが求められており、Society5.0に向けた人材育成として、数理・データサイエンス・AI教育を含めた学士力としての問題解決力を育成することが急務である。大学教育の課題は、各専門分野の教育が個別に行われており、学生が問題解決力を基礎科目と専門科目を通して体系的に修得することが困難な状況に置かれていることである。

本研究では、これまで個別の科目における授業設計および実践において活用してきた汎用的な「問題解決の縦糸・横糸モデル」をカリキュラム設計において活用することを検討した。その際、日本学術会議が提案している「大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準」を踏まえて、学士力として各分野で最終的に何を修得させるべきかという目標を、文系情報学科を念頭に検討した。その上で、今後社会から大学が求められる全学的なデータサイエンス教育を念頭に、分野横断型のカリキュラム・マネジメントにおける課題を議論した。

キーワード：教育工学，問題解決力，縦糸・横糸モデル，カリキュラム・マネジメント，逆向き設計

1. はじめに

現代社会は目まぐるしく変化し、高度に情報化、グローバル化が進展している。この予測困難な時代において、生涯に亘って学び続け、主体的に考え、最善の解を導き出すために多面的な視点から判断・行動できる人材の育成が急務となっている。そのために、大学教育では、学生に「生涯

学び続け、どんな環境においても“答えのない問題”に最善解を導くことができる」問題解決力を身につけさせることが求められている。

初等中等教育の学習指導要領改訂では、「生きる力」の主要な要素である問題解決力の育成を前提として、これまでの内容（コンテンツ）中心の規準作りから、「育成すべき資質・能力」（コンピテンシー）中心でカリキュラムを設計する考え方へと変化した。そして、教科に依存しない汎用的スキルやメタ認知、教科固有のものの見方・考え方や処理・表現方法などを明示的に指導すること等が議論された。また、そのために各学校で教育課程編成の設計・運用・評価・改善を一貫した考え方で繰り返すというカリキュラム・マネジメントの重要性が提唱されている。

一方、大学教育では、3つのポリシー（アドミッションポリシー・カリキュラムポリシー・ディプロマポリシー）を明確にし、入学⇒教育課

2020年11月30日受付

* 江戸川大学 メディアコミュニケーション学部情報文化
学科准教授 教育工学

** 江戸川大学 メディアコミュニケーション学部情報文化
学科講師 教育工学

*** 江戸川大学 メディアコミュニケーション学部情報文化
学科講師 教育工学，社会心理学

**** 江戸川大学 メディアコミュニケーション学部情報文化
学科教授 情報科学，物理化学

***** 江戸川大学 メディアコミュニケーション学部情報文化
学科教授 教育工学

程⇒卒業までの過程について各大学において質保証をすることが求められている。これに関連して、日本学術会議は「大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準」を提案している。しかし、これは、各学問分野に閉じた資質・能力を示しているに過ぎない。特定分野におけるモデルカリキュラム等は存在しても、学士力としての資質・能力の育成を目指した分野横断的なカリキュラムを編成することは念頭に置かれていない。それぞれの大学がどのような人材を育成するかという学士力としての資質・能力を踏まえてカリキュラムを設計するための指針や手法は提案されていない。

加えて、Society 5.0 に向けた人材育成として、全ての大学生・高等専門学校生に、数理・データサイエンス・AI 教育を受けられる環境を整備することが掲げられ、モデルカリキュラムが示されているが、文系中心の大学や小規模な私立大学への適用が大きな課題となっている。

また、大学教育の課題として、各分野の専門教育と基礎教育とが別々に行われており継続性が乏しいだけでなく、同じ専門分野の教育においても各科目が担当者任せになっており個別に授業が展開されているため、問題解決力などの育成すべき資質・能力を総合的に修得することが困難な状況にある。また、同じ分野の複数科目間で学習内容の重複や必須内容の欠落などの問題が生じていることもあげられる。

2. 目的

本研究では、学士力として育成すべき汎用的な資質・能力を明確にした上で、それを育成するためのカリキュラム設計の手法を検討する。

まず、筆者らが所属する文系情報学科において、最終的に、学士力としてどのような資質・能力を育成するかという目標を明確にする。また、その目標を明確にする問題解決学習型の授業を各学年に設定し、その学習活動を設計する。その活動を保証するために、基礎科目・専門科目でどのような内容をどのような順序・指導法で学ばせる

かということや、そのような活動の中で学習者が身につける共通の資質・能力（キーコンピテンシー）を明確にする。

授業設計および実践において、汎用的な「問題解決の縦糸・横糸モデル（図1）」を基に検討するだけでなく、このモデルを用いて体系的なカリキュラム開発を目指し、多くの大学で汎用的に適用可能なカリキュラム・マネジメント手法の構築に向けた課題を検討する。



図1 問題解決の縦糸・横糸モデル（松田 2016）

3. カリキュラム・マネジメントにおける問題解決

3.1 問題解決の縦糸・横糸モデル

カリキュラムを開発することは、それ自体が問題解決である。松田（2016）は、Bruer（1993）の「インフォームドな指導」という概念と関連づけ、修得すべき問題解決力のモデルをメタ認知知識として明示するために「問題解決の縦糸・横糸モデル」（図1）を提唱している。

この枠組みは、問題解決の手順を一般化した縦糸（「目標設定過程」「代替案発想過程」「合理的判断過程」「最適解発想過程」「合意形成過程」）と、全ての情報活用の過程で起こる活動プロセスから導かれた横糸（情報の収集⇒処理⇒まとめ）とで構成される。問題解決の手順を示し、その手順のどの場面で、見方・考え方や領域固有知識（覚えるべき内部知識と参照すればよい外部知識

に区分される)のどれを活用すべきかを明示的に示すものとなっている。本研究では、この「問題解決の縦糸・横糸モデル」を活用してカリキュラム・マネジメントの手法を検討する。

3.2 逆向き設計理論における問題

大学におけるカリキュラム・マネジメントに関する研究や分野・教科横断的な設計の指針はまだ提案されていない。そこで、初等中等教育で提案されているカリキュラム・マネジメントの考え方を参考にすることとする。カリキュラム・マネジメントでは、学校教育の目標を汎用的な資質・能力の育成に据え、その達成に向けた教育課程の全体設計と各教科等の教育内容の相互関連づけを行った上で、教科の指導に必要な内容とその指導法を考えるとという発想が求められる。特に以下の視点が重要となる。

- ① 出口管理・資質保証
- ② 評価規準・基準の明確化
- ③ 科目・教員間の連携強化

一方、逆向き設計の理論(Wiggins and McTighe 2006)とは、コンピテンシーベースの教育課程編成方法の1つであり、直近の学習指導要領改訂にも影響を与えた。この方法では、何を身に付けさせたいかという教育の成果から逆向きに授業を設計し、評価方法を先に構想することで、その単元や授業で指導すべきことを明確なものとする。しかし、この手法は評価に主眼を置いたものであり、教科や単元に閉じた範囲が適切な適用対象である。松田(2020)は、汎用的・教科横断的な資質・能力を明確にし、その修得に必要な学習内容や指導順序・方法等を設計するためには、逆向き設計の理論だけでは不十分であるため、教科横断的な資質・能力を要求する探究活動をカリキュラムに組み込む必要があると指摘している。

3.3 文系情報学科に求められる資質・能力

カリキュラム開発における問題解決として、まず、問題分析を行うために、学習者が身につけるべき汎用的な資質・能力を明確にする。文系情報学科の学生の出口管理・資質保証をするためには

どのような資質・能力が必要となるかを検討する。

大学の情報学分野において求められる資質・能力としては、日本学術会議が提案した「大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準(情報学分野)」に以下の「知識・理解」「能力」が示されている。また、情報学固有の知識としては専門的に高度な情報学の知識・理解を求め、情報学固有の能力として高度な情報処理に関する専門的能力が示されている。

(1) 情報学の学びを通じて獲得すべき基本的な知識と理解

① 獲得すべき基本的な知識と理解

- ア：情報一般の原理
- イ：コンピュータで処理される情報の原理
- ウ：情報を扱う機械および機構を設計し実現するための技術
- エ：情報を扱う人間社会に関する理解
- オ：社会において情報を扱うシステムを構築し活用するための技術・制度・組織

② 情報学を学ぶことの社会的意義・職業的意義

(2) 情報学を学ぶ学生が獲得すべき能力

① 獲得すべき専門的能力(情報学に固有の能力)

- ア：情報処理・計算・データ分析
- イ：システム化
- ウ：情報倫理・情報社会

② ジェネリックスキル

- ア：創造性
- イ：論理的思考・計算論的思考
- ウ：課題発見・問題解決
- エ：コミュニケーション
- オ：チームワーク・リーダーシップ・チャンス活用
- カ：分野開拓・自己啓発

本学科(江戸川大学メディアコミュニケーション学部情報文化学科)が所属する学部ではディプロマポリシーとして、「コンピュータや情報環境を様々な活動に活用することができる」「メディ

表1 私立大学情報教育協会が提案する社会に求められる情報活用能力ガイドライン

	到達目標	到達点1	到達点2		到達点3
A	問題を発見し、目標を設定した上で解決に取り組み、情報通信技術を適切に活用して新しい価値の創造を目指して取り組むことができる	問題発見・解決を思考する枠組みを理解する	枠組みを活用して与えられた問題解決に取り組むことができる		答えのない問題に対して自ら問題発見・解決することができる
B	情報社会の有効性と問題点を認識し、主体的に判断して行動することができる	発信者の意図を推測した上で、情報を読み取り、内容を説明することができる	社会の一員として責任を理解し、他者に配慮して安全に情報を扱うことができる		情報社会の光と影を理解し、望ましい情報社会の在り方について考察することができる
C	情報通信技術の現状と可能性を考察し、論理的思考に基づき、価値創造に向けて必要となるIoT、モデル化、データサイエンス、AIなどの知識・技能を活用できる	情報通信技術の特性を説明できる	仮説検証の手段として、モデル化とシミュレーション等を通じて予測することができる	データサイエンスやAIを適切に活用することができる	社会における情報通信システムの在り方を考察することができる

ア環境の急激な変化に伴う諸課題の解決をはかりながら社会貢献できる」「新しい時代を豊かに生き抜くため、溢れる情報を正確に判断・選別しうる能力と、的確に伝える能力を修得している」「多様化した現代社会において、メディアコミュニケーション及び社会的関係性の全容を理解し、自ら情報を発信することができる能力を修得している」を掲げている。また、出口として卒業生は情報系の専門職に就く者が3~4割程度（2020年現在）であり、他の分野の職業に就く者も多くなる。情報系ではあるが文系情報学科である本学科のカリキュラムを検討する際に、上記の参照基準を出口としての資質・能力とすることは困難と考えられる。そこで、本学科のカリキュラムを検討する場合、専門家を養成するための情報処理教育を目指すのか、市民が教養として身につけるべき一般教育を目指すべきなのか、その両方を融合するのかという問題を解決しなければならない。

これまで、文系情報学科を卒業する学生に求められる汎用的な学士力としての資質・能力を問題解決力の育成と位置づけ、筆者らの研究グループは私立大学情報教育協会を主導して「社会に求められる情報活用能力」ガイドラインを開発している（表1）。これは、初等中等教育の情報教育と

の連携も鑑みて検討されたものである。学士力としての資質・能力を評価するための規準・基準として、達成度を検討するためのルーブリックとなっている。

4. 総合的な探究活動に基づいたカリキュラムの再設計

4.1 初年次から卒業まで総合的な探究科目で実践的な問題解決力を育成する

カリキュラムを開発するにあたっては、学士力として社会で役立つ汎用的な資質・能力としての問題解決力を育成するために、教科横断的な設計を検討する必要がある。これまでも本学科では基礎科目と専門科目の継続を目指したカリキュラムを実践してきたが、各科目は担当者任せになっており、総合的に問題解決力を育成するための活動は4年次の卒業研究だけであった（図2）。基礎科目を学んで、専門科目を学んで、最後に卒業研究で総合的な探究活動を行うという構造になっている。基礎科目や一部の専門科目において問題解決の縦糸・横糸モデルを活用して問題解決力を育成する科目はいくつかあるが、これでは、各科目をどのような目的で学んでいるのかという意義

を、学んでいる時点の学生は認識できず、最終的に卒業研究の際に、あのときにあの授業でこれを学んでおくべきであったという後悔が残るカリキュラムとなっているといえる。

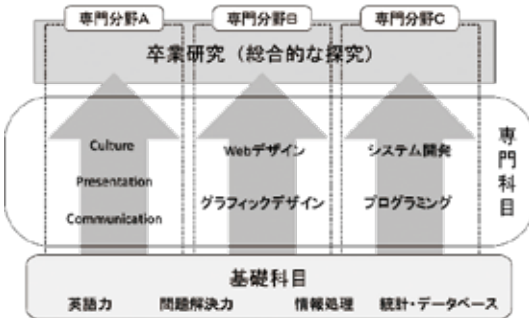


図2 従来の積み上げ型カリキュラム

このような問題を解決するためには、それぞれの基礎科目・専門科目を学ぶ時点で、この科目で自分は何を修得すべきなのかということ意識できるようにする必要がある。そのためには、初年次から継続的に探究活動をする科目を用意し、そこで自身が問題解決の縦糸・横糸モデルを活用しながら問題解決をする上で、他の科目で修得すべき知識・技能、見方・考え方を意識し、「必要に迫られてこれを学んでおかなければならない」

という構造になるようにカリキュラムを設計することが望ましい。逆向き設計理論の考え方を応用し、入学時から卒業研究のような総合的な探究活動を経験することで、逆向きに各科目を学修する意義を理解することを目指す。また、各年次における段階としては、初年次が個人での身近な問題解決から考え始めるのに対して、2・3年次では複数人で行うプロジェクト活動として他者と協働しながら問題解決を行うような授業形態が有効である。図3は、問題解決力育成という資質・能力を軸にしたカリキュラムを俯瞰した図である。

4.2 文系情報学科における一般教育と専門教育の関係

文系情報学科のカリキュラムを開発するためには、情報教育と情報処理教育は、一般教育と専門教育という意味で異なることを意識する必要がある。また、一般教育は専門教育の入門編ではないということを前提としなければならない。各科目において一般教育と専門教育をどう切り分け融合するかということが重要になるが、問題解決の縦糸・横糸モデルのどこに重点を置くかということで問題が解決できる。



図3 資質・能力を軸にしたカリキュラムの俯瞰図

一般教育では、ユーザとしてどのようなシステムを求めているかという目標を設定するために問題を分析し、専門家にどのような依頼をするか、専門家から提案があった場合にどのような意思決定・合意形成をするかに重点を置く。

専門教育では、専門家として目標設定過程の計画立案に重点があり、ユーザがどのようなことを求めているかということに従って代替案を検討し、最適解を導出する過程に主眼を置く。問題分析として顧客の要求仕様を考え、計画立案で作業工程を考え、経費を見積もり、代替案発想過程で個別の提案や開発作業を複数検討し、合理的判断過程でこの提案の妥当性について評価する。最適解導出過程で最終的に納品を行い、合意形成過程で運用方法を検討したり、ユーザにどのような教育を実施するかを検討する。

縦糸・横糸モデルを活用することで、当該科目を一般教育・専門教育のどちらに主眼をおいて実践するか、同一科目の中で学生の目的に応じて一般教育・専門教育のどちらの視点からの学修させるかという選択も可能となる。

5. 今後の課題

本研究では、文系情報系学科において、学士力としてどのような資質・能力を育成するか目標を明確にした。また、その目標を達成するための問題解決学習型の授業を各学年に設定し、その学習活動を設計し、その活動を保証するために、基礎科目・専門科目でどのような内容をどのような順

序・指導法で学ばせるかということ。「問題解決の縦糸・横糸モデル（図1）」を基に、逆向き設計の発想で検討した。今後の課題は、体系的なカリキュラム開発手法としてこれらをまとめ、多くの大学で汎用的に適用可能なカリキュラム・マネジメントの手法を検討・構築することである。

謝辞

本研究に関し、JSPS 科研費 JP 20K03072 及び FOST 調査研究助成の支援を受けた。記して感謝する次第である。

参考文献

- Bruer, J.T. (1993) *Schools for Thought: A Science of Learning in the Classroom*. The MIT Press.
- 教育課程企画特別部会 (2019) 論点整理
https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2015/12/11/1361110.pdf
- 日本学術会議 (2016) 「大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準情報学分野」
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-h160323-2.pdf>
- 松田稔樹 (1993) 「教授活動モデルに基づく授業改善」, 坂元昂監修・牟田博光編『教育システム工学第1巻・教育システムの設計と改善』, 第一法規出版, 89-110
- 松田稔樹 (2017) 「情報科で育成すべき問題解決力と思考・判断・表現方法の指導」, 『Informatio』, 14, 43-54
- 松田稔樹 (2020) 「社会的な問題を教育を通じて解決するための教育技術の体系化——SIG-10 活動の方向性を議論する場として——」, 日本教育工学会研究会報告集, 日本教育工学会, JSET20, 3, 157-164