

科学的思考に基づいた問題解決力育成のための プログラミング指導法の検討

—— 一般基礎教育における授業実践をもとに ——

山口 敏和*

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問題解決力を育成することが急務となっている。そのために本研究では、学士力としての ICT 問題解決力(問題解決力×情報リテラシー)の中で特に「情報通信技術の仕組みを理解し、科学的思考に基づいたモデル化とシミュレーションの手法を用いて問題発見・解決できる力」としてのプログラミング力を育成するための指導法及び教材開発の手法を検討することを目的とする。具体的には、学習指導要領の改訂を念頭に置き、多くの大学で開講されている一般的な情報処理やプログラミングの講義科目・演習科目の中で実践可能な指導法を開発する。また、ICT 問題解決力を育成するために汎用的に活用できる指導法に基づいた教材開発の手法を確立することを目指す。

キーワード：情報教育、問題解決力、科学的思考力、プログラミング、モデル化、シミュレーション

1. はじめに

予測困難な時代における大学の責務として、「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能力」を身につけた学生の育成が求められている(中央教育審議会大学部会 2012)。そして、グローバル化する知識基盤社会において、学士力として求められる力の中には、「汎用的技能」「自己管理能力」「統合的な学習経験と創造的思考力」などが含まれる(文部科学省 2008)。人工知能技術の発達により、現在ある職業の多くが将来は機械化されると言われる中、それらとは一線を画する資質・能力の育成が重要になっている。

コンピュータは情報を処理する道具であるが、

その処理メカニズムは人間のそれとは異なるため、倫理的な問題を含め、コンピュータに意思決定の全てを任せられるわけではない。その意味で、「問題解決のために情報通信技術 (ICT) を用いて多様な情報を収集・分析し、適正かつ創造的に思考・判断し、モラルに則って効果的に活用する力」の育成・強化は、ますます重要性が高まると考えられる。しかし、従来の大学における情報リテラシー教育は、機器操作スキルの向上に焦点を当てているとの批判がされてきた(田中 2006)。これを改善すべく、私立大学情報教育協会(以下「私情協」)は、2013 年度より「情報リテラシー教育のガイドライン」を開発している。2016 年度には「問題解決の縦糸・横糸モデル」(松田 2016)を採用し、一般教育としての情報リテラシー教育と、専門教育における情報処理教育とを統合した、学士力としての「ICT 問題解決力(問題解決力×情報リテラシー)」育成のためのガイドラインが提案された(玉田 2016)。これを受け

2016 年 11 月 30 日受付

* 江戸川大学 情報文化学科専任講師 情報教育・宇宙工学

て今後、カリキュラム編成や指導法の確立、教員研修手法の確立などが求められる。

一方で、2020 年から順次施行される新学習指導要領では小学校段階からプログラミングを体験し、高等学校段階では実際にプログラムを組むことを学修することとなっている。したがって今後大学では、高等学校までに身につけた力を学士力としての「問題発見・解決力」へと伸ばしていく必要がある。しかし、大学では「情報の科学的な理解」に関する指導、特に、モデル化とシミュレーションの手法を用いてプログラミングを指導できる教員が非常に少ないという課題がある（玉田 2016）。したがって、多くの大学教員がモデル化とシミュレーションの手法を用いてプログラミング教育を実践できるよう指導法及び教材開発の手法を確立することが急務といえる。

本研究では、学士力としての ICT 問題解決力の中で特に、「情報通信技術の仕組みを理解し、

科学的思考に基づいたモデル化とシミュレーションの手法を用いて問題発見・解決できる力」、特にプログラミング教育に主眼を置いて指導法及び教材開発の手法を確立することを目指す。その際に学力低下・高大接続・アクティブラーニングを考慮した上で、広く大学（特に文科系学部学科）で実践可能な、ICT 問題解決力育成としてのプログラミングの指導法・教材を開発することを目的とする。ICT 問題解決力を育成するために問題解決の縦系・横系モデルを活用した効果的な指導法を検討するとともに、学習者が自身の課題に向き合い、その解決のためにモデル化してプログラミングを行い、シミュレーションして検証できるようにするための指導法を検討する。

松田（2016）は問題解決力を育成するためには、学習のメカニズムや知識の変容プロセスを考慮した指導プロセスの設計が必要だと指摘している。そして、学習科学の成果（Bauer 1993）を踏まえ、解決手順を明示した問題解決スクリプト、手順の

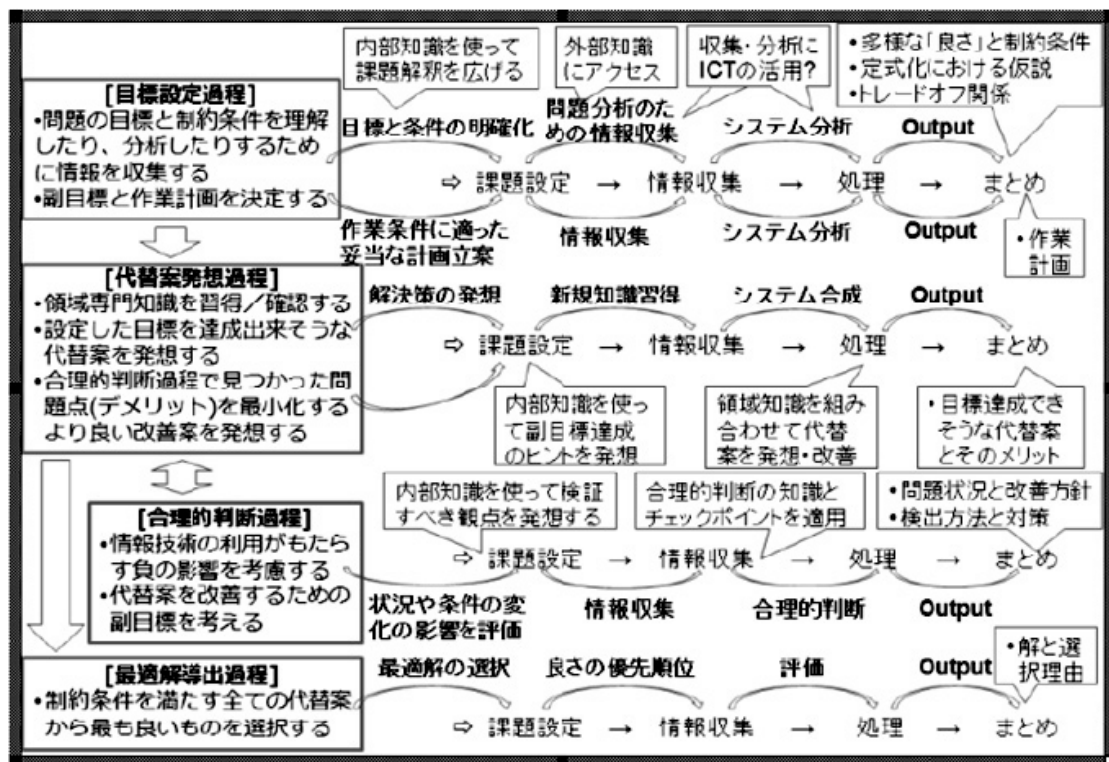


図1 問題解決の縦系・横系モデル（松田 2016）

各過程で活用すべき見方・考え方、さらに見方・考え方と関連づけて活用すべき領域固有知識をモデルの要素とした「問題解決の縦糸・横糸モデル(図1)」を提案している。

本研究では、この「問題解決の縦糸・横糸モデル」を活用して学士力としてのICT問題解決力としてのプログラミング力を育成しようとしているところに特色がある。学士力としての汎用的な資質・能力の核に問題解決力を据え、社会的スキルや自ら学ぶ力も、問題解決力を転移させることによって習得させることが可能であるとの仮説に立って、認知的な学習者モデルに基づく指導法を開発する。そのため、学習者のICT問題解決力としてのプログラミング力を効果的に育成することができ、大学教育において自らが立てた新たな課題について科学的思考に基づいたモデル化とシミュレーションの手法を用いて解決する能力のある人材を多く輩出することが期待される。

2. 指導法の開発計画

“答えのない問題”に最善解を導くことができる学士力としてのICT問題解決力、特にモデル化とシミュレーションの手法を用いたプログラミング力を育成するために、私情協で開発されたガイドラインを基に、指導法及び教材開発の手法を検討する。そのために問題解決の縦糸・横糸モデル(松田 2016)を活用して、筆者の担当する講義・演習科目で実践し、効果検証を行う。その成果を基に、多くの大学でICT問題解決力としてのプログラミング力育成のために汎用的に活用できる指導法を確立し、教材を開発し普及を図る。その際に、学力低下・高大接続・キャリア形成・アクティブラーニングを考慮した汎用的で広く実践可能な教育モデルを開発する。

2.1 指導法開発までの段階的な取り組み

ICT問題解決力の中で特に「情報通信技術の仕組みを理解し、科学的思考に基づいたモデル化とシミュレーションの手法を用いて問題発見・解決できる力」としてのプログラミング力を育成す

るための指導法及び教材開発の手法を確立することを目指す。具体的には、多くの大学で開講されている一般的な情報処理やプログラミングの講義科目・演習科目の中で実践可能な指導法を開発するとともに、汎用的に活用できる教材開発の手法を確立する。

まず指導法開発までの取り組みを段階に分けて考える。学生の問題解決力を育成するために科学的思考に基づいた情報活用能力を養う指導法を確立することを目指すため、以下のような8段階に分ける。

- (1) ICT問題解決力としてのプログラミング力を育成するために、どのような指導が効果的であるか、指導法、指導内容、指導教材を検討する。その際に、初等中等教育における情報教育を取り巻く環境が今後変化していくことを念頭に入れる。
- (2) 問題解決の縦糸・横糸モデルを適用してプログラミングに必要な内部知識・外部知識を明らかにし、指導法を検討する。
- (3) 本指導法のフレームワークを活用した授業の設計法や支援教材の設計原理を確立し、プログラミングを指導するための指導案や教材を作成する。フレームワークとして、松田(2014)を活用する。
- (4) (1)～(3)で整理した指導の枠組みに沿って、アクティブラーニングを目指した指導法を開発する。

上記計画の遂行においては、実際の問題に対して様々なソフトウェアやツールを活用して解決する際に、モデル化とシミュレーションの手法を意識して取り組むことが重要となる。そのためには科学的なものの見方・考え方が必要となる。また、システム・サブシステム・ツリー構造といったプログラミング教育の中で意識的に身につけられる考え方を学ぶ。

具体的には、筆者が担当するプログラミング科目をはじめ、統計処理を含めた情報処理能力を学ぶ講義科目・演習科目の中で、問題を発見し、モ

デル化し、適切な方法を選択して解決するという流れを意識した指導を実践する。そこで得たフィードバックをもとに、改善を図る。

指導法を改善するとともに、学修効果を検証するためのループリック・ポートフォリオを開発して、効果を検証する。また、様々な私立大学での実践を可能にするために指導法の改善を図る仕組みを検討する。

(5) (4) で開発した指導法・教材等による学修効果を検証するために、評価尺度としてプログラミング力に関するループリック・ポートフォリオを開発する。

- ・プログラミング力に関する学修達成レベルを評価するためのループリックを開発する。
- ・学修成果を蓄積し効果検証を図るためにポートフォリオを開発する。

(6) (4), (5) で開発した指導法・教材・評価尺度(ループリック)・ポートフォリオを基に、授業実践し、効果を検証し、改善を図る。

(7) (1)～(6) を基に、アクティブラーニングを目指し、学習者の類型に対応した指導法・モデル授業・教材を開発し、広く私立大学に提供し、実践を図る。

- ・さまざまなタイプの学生を有する大学で、高校

までの基礎学力・情報活用能力に応じた効果的な指導を実現するために、学習者を類型化する数理的論理的能力、ICT問題解決力、に関する判断テストを試作する。

- ・上記判断テストを用いて、協力が得られる各大学で実践を行い、学習者の類型化を図り、学習者の類型に対応した演習課題、学習順序、フィードバックなどを検討する。
- ・取り組みを基に、アクティブラーニングを目指し、学習者の類型に対応したカリキュラム及び指導法・モデル授業・教材を開発する。
- ・さまざまな大学に、本カリキュラム及び指導法・モデル授業・教材を提供し、実践を促す。

(8) 広く授業実践を行い評価・改善を図り、e-learning教材として公開する。

2.2 モデル化とシミュレーション

情報教育において科学的思考力を養うために物理的側面との学際を図る。筆者がこれまで研究してきた「宇宙工学」や「エネルギー変換」、「ロボット」と言った学習者が関心を持ちやすい最先端技術をモデル化とシミュレーションの題材とする。モデル化とシミュレーションを効果的に学び、問題解決する力を身につけることは、ICTによ

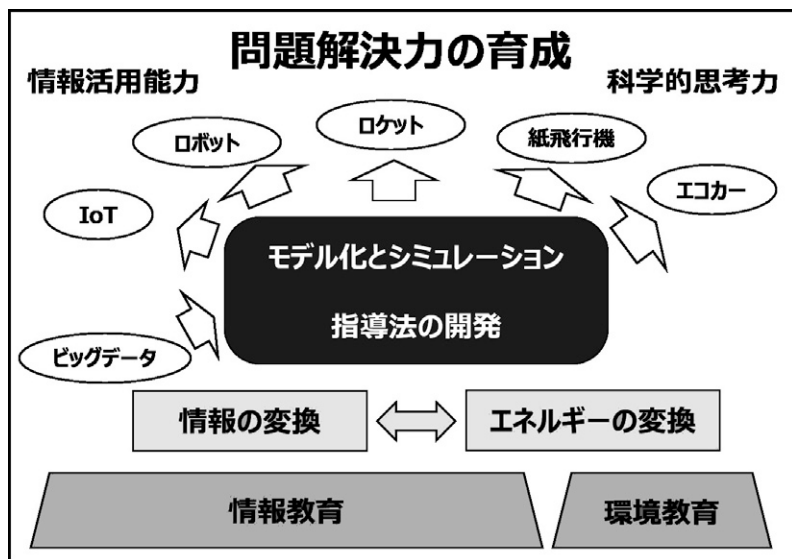


図2 モデル化とシミュレーションに基づき問題解決力を育成する指導法開発の概念図

り劇的に変動する社会が要請する、自ら課題を見つけ自ら解決策を考える力を持った人材を育成することにつながる。さらに、ビッグデータやIoT、環境問題といった社会で求められる問題解決力への応用が可能となる。情報的な見方・考え方、科学的な見方・考え方を活用して問題解決力を育成する指導法はこれまで開発されていない。

3. まとめ

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問題解決力を育成することが急務となっている。そのために本研究では、学士力としてのICT問題解決力（問題解決力×情報リテラシー）の中で特に「情報通信技術の仕組みを理解し、科学的思考に基づいたモデル化とシミュレーションの手法を用いて問題発見・解決できる力」としてのプログラミング力を育成するための指導法及び教材開発の手法を検討することを目的とした。具体的には、学習指導要領の改訂を念頭に置き、多くの大学で開講されている一般的な情報処理やプログラミングの講義科目・演習科目の中で実践可能な指導法を開発を目指している。また、ICT問題解決力を育成するために汎

用的に活用できる指導法に基づいた教材開発の手法を確立することが目標である。

この指導法として本論文では、著者がこれまで研究してきた「宇宙工学」や「エネルギー変換」、「ロボット」と言った学習者が関心を持ちやすい最先端技術を大学での一般基礎科目としてのプログラミング教育の題材とすることを検討した。

参考文献

- (1) 田中 規久雄 (2006)「高等学校教科「情報」に対応する大学情報リテラシー科目内容の検討」電子情報通信学会技術研究報告, ET, 教育工学 106 (249), pp.23-28
- (2) 私立大学情報教育協会 (2015)「情報リテラシー教育のガイドライン」<http://www.juce.jp/edu-kenkyu/2015-literacy-guideline.pdf>
- (3) 松田稔樹 (2016)「ゲーミングに基づく教育実践研究を支援する e-portfolio」日本教育工学会研究会報告集, JSET16-2
- (4) 玉田和恵 (2016)「価値の創出を目指した問題発見・解決思考の情報リテラシー教育モデル」私立大学情報教育協会平成 28 年度教育改革 ICT 戦略大会資料, pp.141-146
- (5) 玉田和恵・松田稔樹 (2016)「学士力としての情報リテラシー教育ガイドラインの検討」日本教育工学会研究会報告集, 日本教育工学会, JSET15, 1, pp.339-346
- (6) Bruer, J. T., Schools for Thought: A Science of Learning in the Classroom, The MIT Press (1993)
- (7) 松田稔樹 (2014)「情報科教育で扱うべき問題解決活動の明確化と授業・教材の設計指針」江戸川大学情報教育研究会, 2, pp.6-9