

ICT 問題解決力を育成するためのゲーミング教材の開発

玉田 和恵¹⁾ 今村彩乃²⁾ 松田 稔樹³⁾

Development of Gaming Teaching Materials for to cultivate ICT Problem-solving Abilities

Kazue Tamada, Edogawa University and Ayano Imamura·Toshiki Matsuda, Tokyo Institute of Technology

キーワード：ICT 問題解決力, 縦糸・横糸モデル, カリキュラム開発, 教材開発, 教育評価 ループリック

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コンピュータ化され

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。

もちろん、コンピュータは情報を処理する道具であるが、その処理のメカニズムは人間のそれとは異なるし、倫理的問題を含め、コンピュータに意思決定を任せられるわけではない。その意味で、「問題解決力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」)では、2013年度より「情報リテラシー教育のガイドライン」を開発してきた。

松田は、育成すべき資質・能力に応じて教育課程や授業、教材を設計し、目的とする資質・能力を的確に評価することを支援するために、「問題解決の縦糸・横糸モデル」を提案している(図1)。これは、教員に対する設計・評価の指針であるとともに、学習者にメタ認知を促すモデルにもなる。ICT問題解決力を育成するためには学習者の修得レベルに応じた指導方法とその

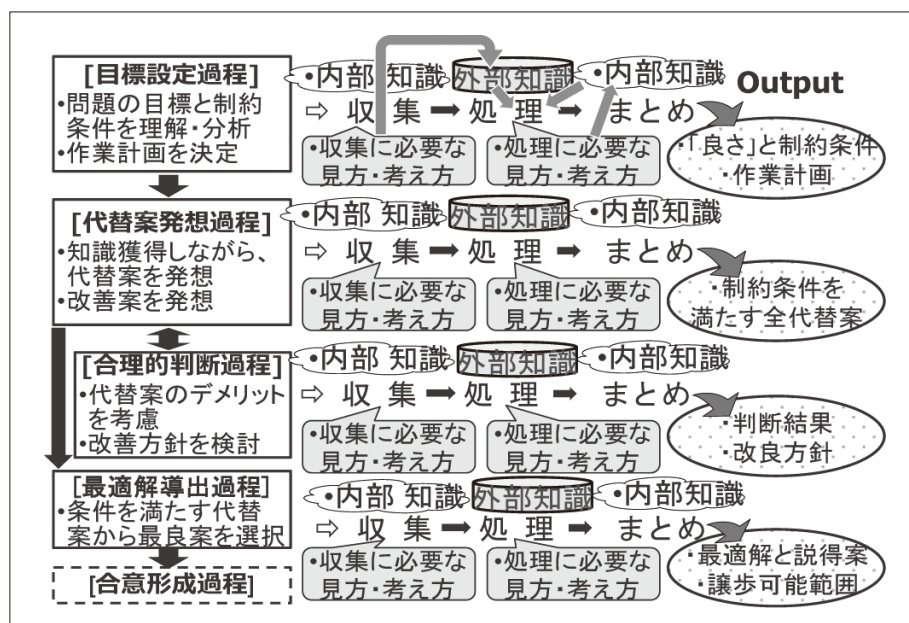


図1 問題解決の縦糸・横糸モデルの概念図

2019年1月31日受付 2019年2月10日受理

1) 江戸川大学情報文化学科情報教育研究所

2) 東京工業大学

3) 東京工業大学リベラルアーツ研究教育院/江戸川大学情報教育研究所

前提となる評価方法が重要になると考えられる。

本研究の目的は、問題解決の縦糸・横糸モデルに基づいた私情協の「ICT問題解決力」育成のためのガイドラインを活用して大学における情報教育カリキュラムを開発し、ICT問題解決力を評価するループリックを作成するとともに系統的な能力育成のためのゲーミング教材を開発することである。

2. 大学におけるICT問題解決力育成の取り組み

これまでの大学における情報教育には、小中高との連携を検討する視点はなく、個々の大学の専門性と教員の現状に応じて情報教育が実施されていた。主に、

情報機器の操作を習得させることに主眼が置かれており、修得した能力の転移可能性も配慮されていないものが多かった。

私情協の定義する「情報教育(ICT問題解決力)」とは、初年次みのコンピュータ利活用を指導する教育ではなく、大学4年間を通して培われるべき学士力としてのICT問題解決力を示している。さまざまな課題に転移可能な汎用的な資質・能力としての問題解決力の育成を目指している。

私情協の情報教育ガイドラインでは、大学教育と社会で求められる情報リテラシー、初等中等教育との接続について、図2のように体系的・系統的な情報教育の在り方を提案している。大学における情報教育は「問

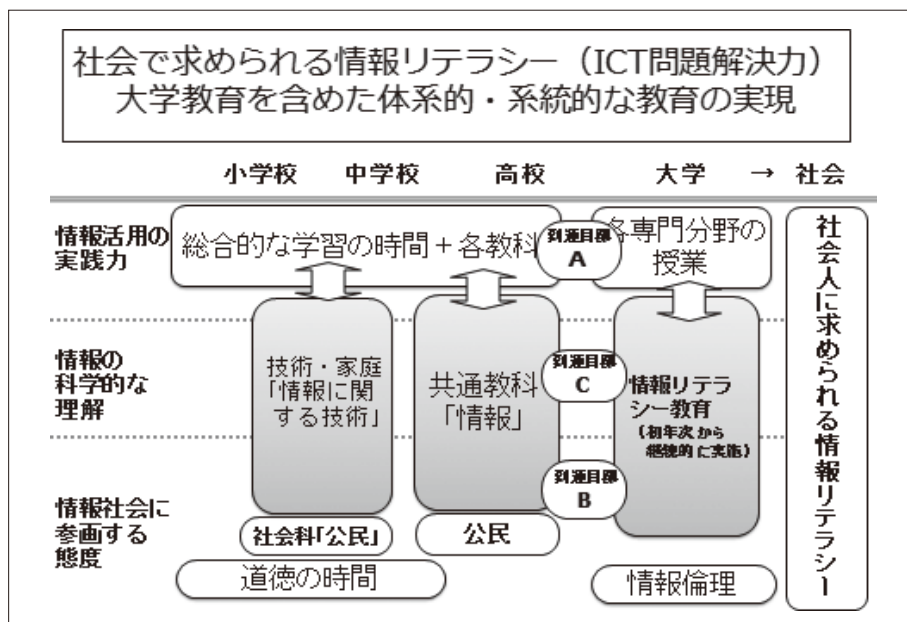


図2 大学教育を含めた体系的・系統的な情報教育

表1 大学における情報教育のガイドライン (3つの目標)

	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	枠組みを利用して与えられた問題を解決できる	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	情報通信技術の仕組みを理解し、モデル化とシミュレーションを問題発見・解決に活用できる	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	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

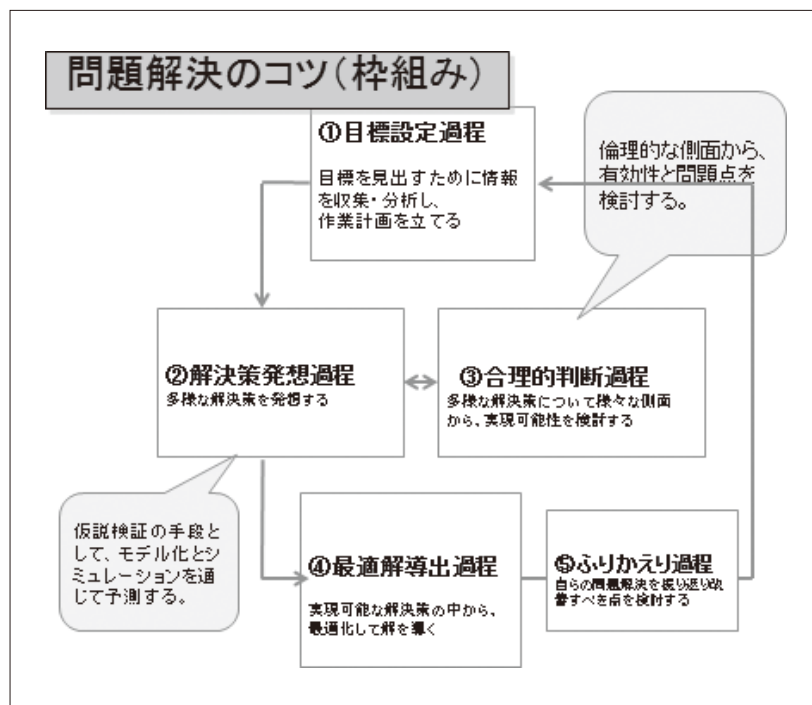


図3 問題解決の枠組み (到達目標 A)

題解決力」・「自らが立てた新たな課題を解決する能力」を育成することに主眼を置くため、到達目標と到達点が表1のように提案されている。

初等中等教育で情報活用の実践力とされている目標は、「問題発見・解決思考の枠組み(到達目標A)」として、図3の問題解決の枠組みを徹底して修得させることを目標としている。この枠組みは松田(2015)の「問題解決の縦糸・横糸モデル」の「縦糸の流れ=問題解決の枠組み」に基づいたものである。初年次の情報リテラシー教育で問題解決の枠組みをある程度修得し、その後、それぞれの分野の専門教育で実践的に活用できる力を修得することを目指している。

到達目標Bは、「情報倫理的な側面」に相当する部分を含むが、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力を育成することを目指している。到達目標Cは「科学的な理解・技能の側面」で、情報通信技術の仕組みを理解し、モデル化とシミュレーション等を問題発見・解決に活用できる力を育成することを目指している。

3. 「縦糸・横糸モデル」によるカリキュラム開発

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では、問題解決の縦糸・横糸モデルに基づいて、私情協の「ICT問題解決力」育成のためのガイドラインを活用したカリキュラムを開発している。

本学科は情報コミュニケーションと国際コミュニ

ケーションをキーワードにした学科である。情報と語学の知識・技能を修得することにより社会で活躍できる汎用的な資質・能力を備えた人材を輩出することを目標としている。情報系学科としては珍しい文系の学科である。しかし、今回のカリキュラム改訂では、社会のニーズを鑑み、情報系人材を多く輩出することに力点を置いた改訂を目指した。プログラマ・システムエンジニアなどを目指す情報システム系、Webデザイナー・ゲームクリエイターなどを目指す情報デザイン系のカリキュラムの充実を検討している。

全ての学生が学ぶ学科共通のコアカリキュラムと、それぞれの専門性を修得するための専門分野のカリキュラムが存在する。問題解決の縦糸・横糸モデルの視点で考えると、学科共通のコアカリキュラムについては、基本的な問題解決の流れを修得することを目指して、縦糸の活動に重点を置いた授業を実施することが望ましいと考える。国際コミュニケーション、情報システム、情報デザインなどそれぞれの専門科目については、問題解決の縦糸・横糸の活動を通して、専門性を身につけるために覚えるべき必須項目としての内部知識、参照すべき外部知識を修得することを目指す(図4)。

4. ICT問題解決力評価のためのルーブリック

問題解決の縦糸・横糸モデルを活用してICT問題解決力を育成する場合の評価方法について検討する。本モデルに即した能力を獲得する過程は、ブルームの教

育目標分類(図5)と類似するものだが、大きく異なる点として、下3段階は個々の要素を修得する段階、上3段階は要素を関連づけ・体系的に活用する段階と捉える。

例えば、手順知識である縦系・横系の過程は、まず、縦系の流れを覚え [レベル1], (例えば、理科実験など) 他の問題解決の手順との共通点や相違点をふまえて手順の意味を言い替えられるようにする [レベル2]。そ

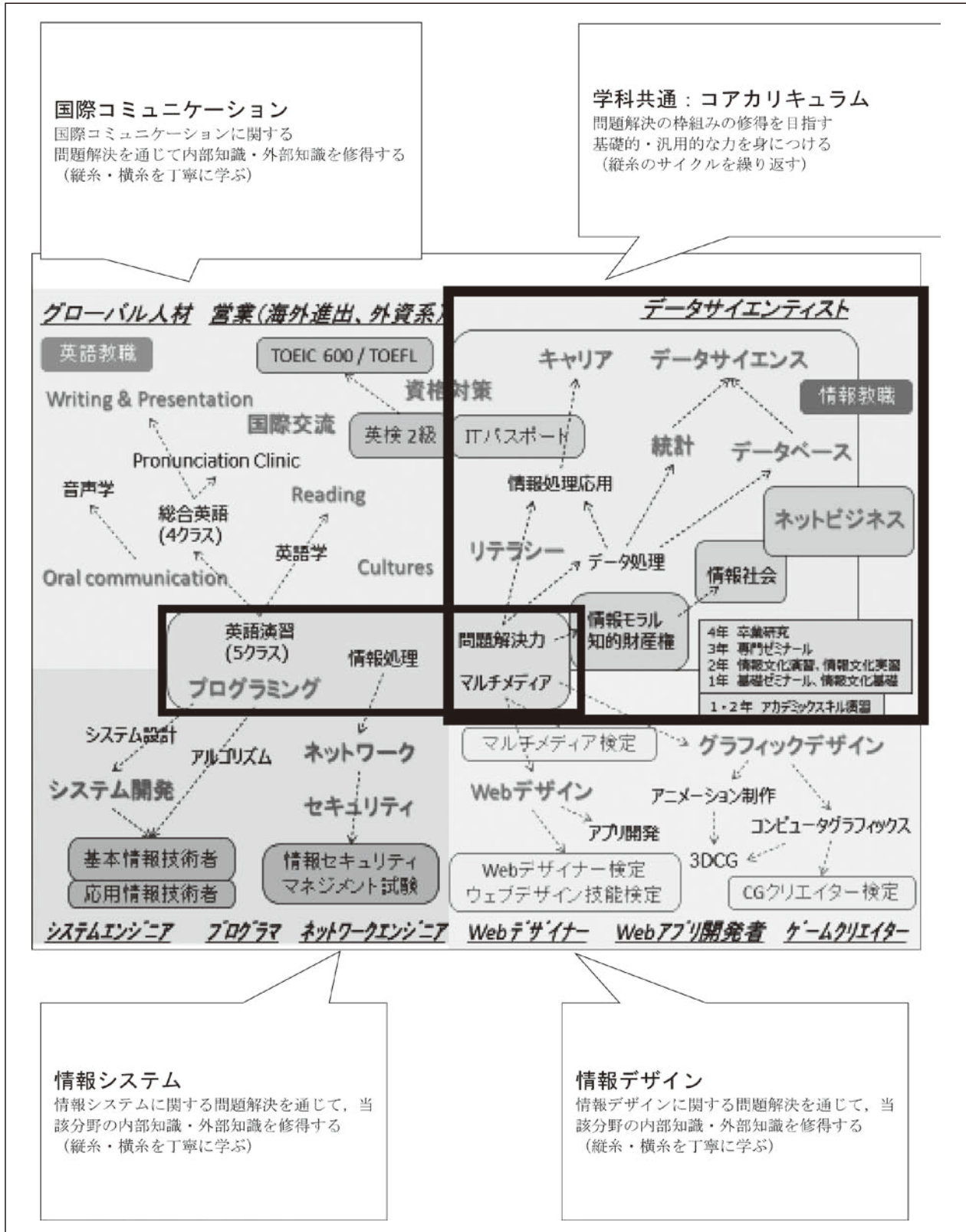


図4 問題解決力育成を目指す情報文化学科のカリキュラムイメージ

の上で、さまざまな具体的課題に対して、手順を適用して活動を進められるようになる[レベル3]。ここまでの段階は、情報の収集・分析・処理をあまり意識せずに取り組める課題を選ぶのがよい。同様に、横糸の活動についても、下位3段階を修得させる。

その上で、縦糸の各過程の目的を意識しながら、それに役立つ情報を収集・分析し、求められるアウトプットを出力するという横糸の活動を適用できるように指導する。役立つ情報とは何で、求められるアウトプットに向けて何を分析したらよいかを考えるのが分析段階[レベル4]であり、それをふまえて具体的な課題で実行できる総合段階[レベル5]に進む。最後は、自分の活動が適切だったかどうかを評価し、改善の視点や方策を見いだせる(自己学習できる)こと[レベル6]を目指す。

見方・考え方や内部知識も、まずは個々の要素についてレベル1～3の修得を図る。ただし、例えば、情動的な見方・考え方は「情報の活用を考える」「多様な良さに着目する」など、横糸の活動やそこで活用すべき汎用的内部知識を想起させるメタ認知的役割を果たす。よって、これらは上述の横糸の手順の修得と関連づけて同時並行的に指導することも可能である。**表2**に到達目標Aを縦糸に着目した場合、**表3**に横糸の活動に着目した場合のルーブリック案を示す。

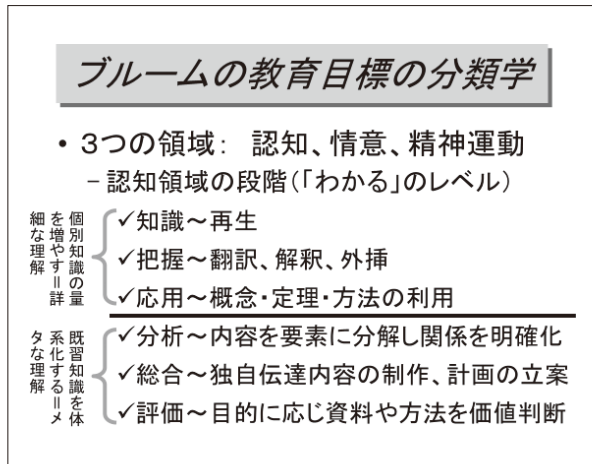


図5 ブルームの教育目標の分類学

表2 到達目標 A のルーブリック案 (縦糸の活動に着目した場合)

	レベル1 (暗唱・識別)	レベル2 (適用)	レベル3 (総合)
【到達度1】 問題解決の枠組みを理解し、価値創出を意識した目標を設定することができる	問題解決の流れやそこで活用すべき見方・考え方を覚えていて、適切な問題解決可否かを識別できる 目標設定過程の作業目的や工夫すべき点を覚え、目標設定の適切さや作業計画の良さを識別できる	問題解決の流れを理解し課題に応じて適切に適用している 目標や条件として必ず検討すべき事項やそれを明らかにするために情報収集すべき場合を意識して、目標設定している 作業のよさを意識して計画を立案している	問題解決の流れを理解し、自ら課題を発見し挑戦できる 必ず検討すべき目標や条件に加えて、オリジナリティのある目標を設定できる 情報や情報技術を効果的に活用したよりよい作業計画を立案できる
【到達度2】 目標に応じて多様な解決策を検討かつ合理的な判断をした上でより良い解決策を創出できる	ICTを活用する／しない、異なる活用方法を考えるなど、複数の解決策を発想できる 設定した目標を達成出来そうな解決策か否かを識別できる 解決策を批判的に吟味し、問題点の有無を識別できる	設定した目標(良さ)や条件に合致した複数の解決策を発想できる 発想した解決策を批判的に吟味し、問題点(デメリット)を最小化するより良い改善案を発想できる	オリジナリティのある目標を達成するために、新技術の活用などを含めた挑戦的な解決策を含めた多様な案を発想できる 発想した解決策を批判的に吟味し、問題点(デメリット)を最小化し、情報や情報技術を効果的に活用したより良い改善案を発想できる
【到達度3】 解決策の優先順位を選別し、最適解を導出するとともに意思決定できる	解決策の優先順位を選別できる 最適解を識別できる	制約条件を満たす全ての解決策から、優先順位を選別した上で、最適解を導出することができる 最適解を導出した上で適切に意思決定できる	制約条件を満たす全ての解決策から、良さの優先順位を考慮し、オリジナリティがあり、多くの人が満足する解決策を導出できる 価値を創出できる最適解を導出した上で、他人を説得し、合意形成できる

表3 到達目標Aのルーブリック案（横糸の活動に着目した場合）

	レベル1	レベル2	レベル3
目標設定過程	問題解決の様々な場面で情報の活用を考えて、目標と条件を検討して目標を設定することができる	多様な「良さ」に着目しながら、「良さ」のトレードオフ関係を検討し、目標と条件を検討して目標を設定することができる	システム的な観点で問題を捉え、目標と条件を分析し目標を設定することができる
代替案発想過程	設定した目標を達成できそうな代替案を発想することができる	解決方法の工夫を情報の収集や処理方法の工夫という観点から考え、解決方法には常に多様な代替案があることを意識して多くの代替案を発想することができる	合理的判断過程で見つかった問題点を最小化するより良い改善案を発想することができ、解決が困難と思われてきた状況や分野についても、情報技術を活用した新たな解決方法を発想することができる。
合理的判断過程	道徳的規範知識、情報技術の知識を活用して、発想した代替案がモラルに反していないかどうかを合理的に判断することができる	「良さ」の間にはトレードオフ関係があり、状況や判断する人によって求める「良さ」の観点が変化するということまで考慮に入れて、発想した代替案がモラルに反さず、目標達成のために適切かどうかを合理的に判断することができる	想定外のケースや、誤りを犯す危険性を考慮し、変化や突発的な事態への対応方法まで検討した上で、発想した代替案がモラルに反さず、目標達成のために適切かどうかを合理的に判断することができる
最適解導出過程	制約条件を満たす全ての代替案から最も良いものを選択することができる	「良さ」の間のトレードオフ関係を考え、多くの代替案の中から「良さ」に応じて、制約条件を満たす全ての代替案から最も良いものを選択することができる	意思決定の権利を行使する際に、決定がもたらす結果への責任や他者への影響を自覚して、制約条件を満たす全ての代替案から最も良いものを選択することができる
合意形成過程	意思決定者に導出した最適解を説明し、意思決定を導くことができる	多くの価値観を持つ意思決定者に対して、なぜ当該代替案を最適と判断したのかを説明し、意思決定を導くことができる	意思決定者に、意思決定の権利を行使する際に、決定がもたらす結果への責任や他者への影響を理解させた上で、当該最適解がどのように導かれたかを適切に説明し、意思決定を導くことができる

5. 系統的な能力育成のためのゲーミング教材の開発

現在、系統的な能力育成のためのゲーミング教材を開発している(図6～13)。これは、問題解決の縦糸・横糸モデルを系統的に学ぶ教材である、まずは、問題解決の流れの全体像を理解するために、簡単な課題で縦糸の流れを体験する。その後、それぞれの問題解決の場面で見方・考え方を活用して詳細に検討する横糸の活動を体験する流れになっている。授業10回を想定しており、授業開始時に10分程度の問題解決体験、授業終了時に定着度を測定するための事後テスト5分程度で構成されるゲーミング教材である。初回は「イヤホンを購入する」という簡単な課題で問題解決の流れを体験する。

6. まとめ

本稿では、問題解決の縦糸・横糸モデルに基づいた私情協の「ICT問題解決力」育成のためのガイドラインを活用した大学における情報教育カリキュラムを開発、ICT問題解決力を評価するルーブリックを作成する試み、系統的なICT問題解決力育成のためのゲーミング教材の開発について論じた。今後は、評価のためのルーブリックをさらに改善し、汎用的に多くの学習者のICT問題解決力を育成することのできるゲーミング教材の開発を目指す。

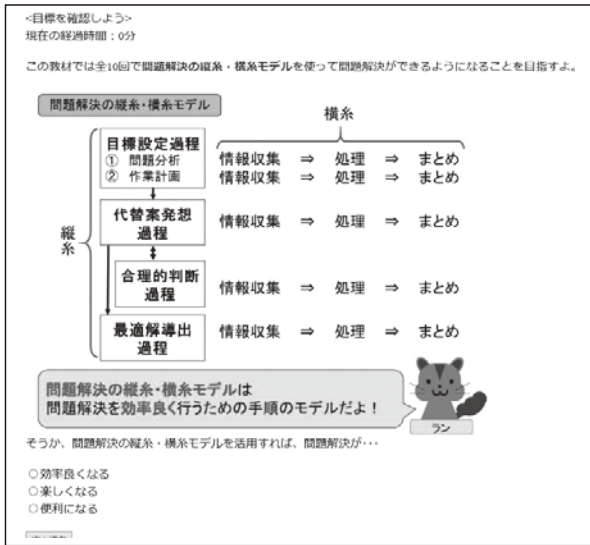


図6 ゲーミング教材(縦系・横系モデルの解説)

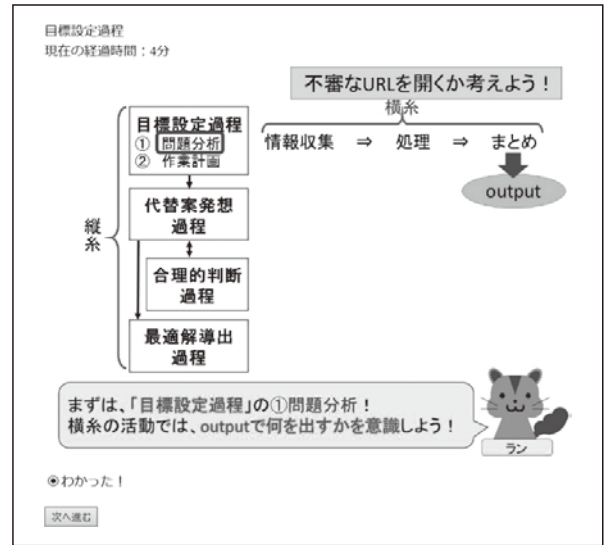


図7 ゲーミング教材(目標設定過程の問題分析)(糸)

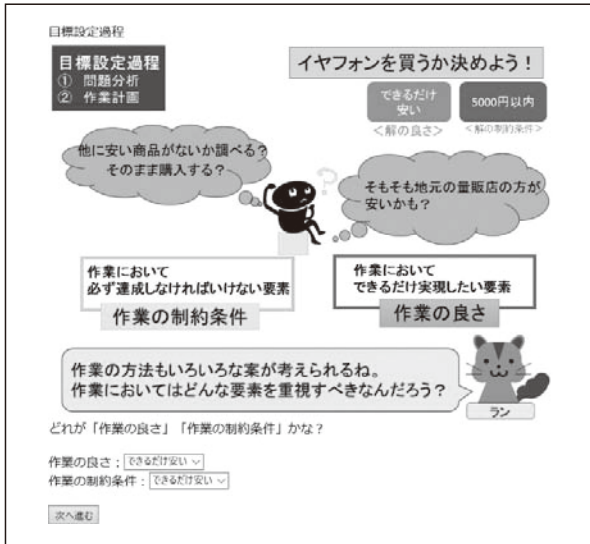


図8 ゲーミング教材(目標設定過程の作業計画)

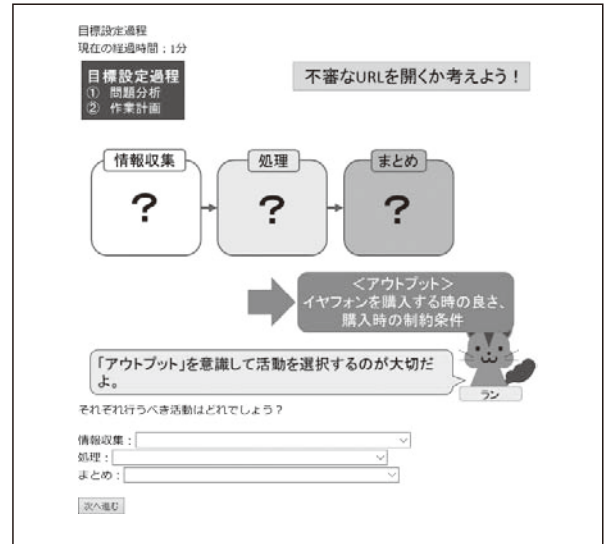


図9 ゲーミング教材(目標設定過程の作業計画)

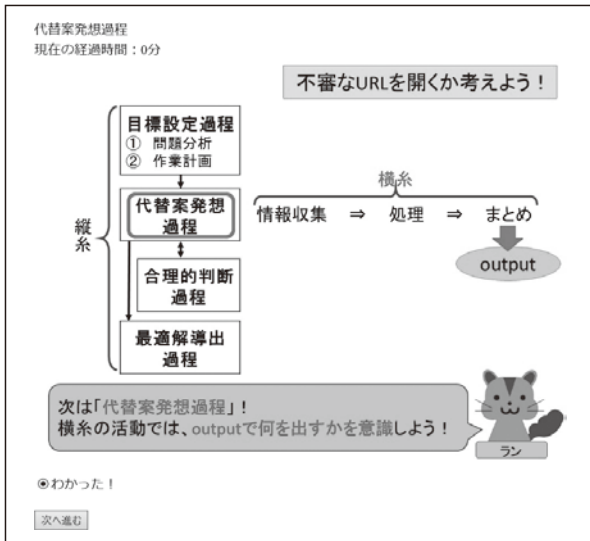


図10 ゲーミング教材(代替案発想過程)

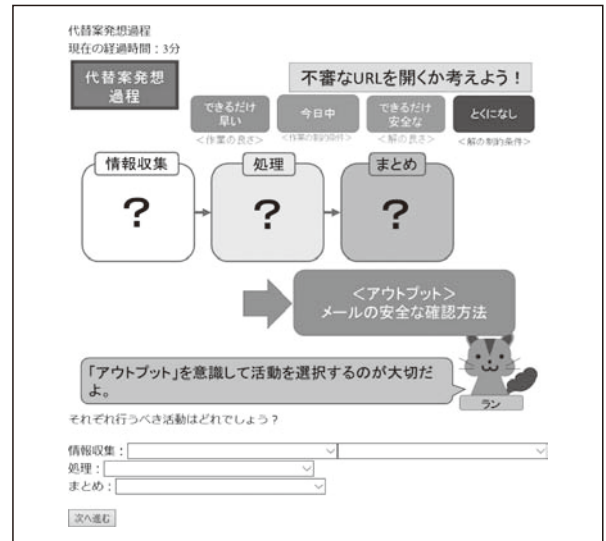


図11 ゲーミング教材(代替案発想過程)

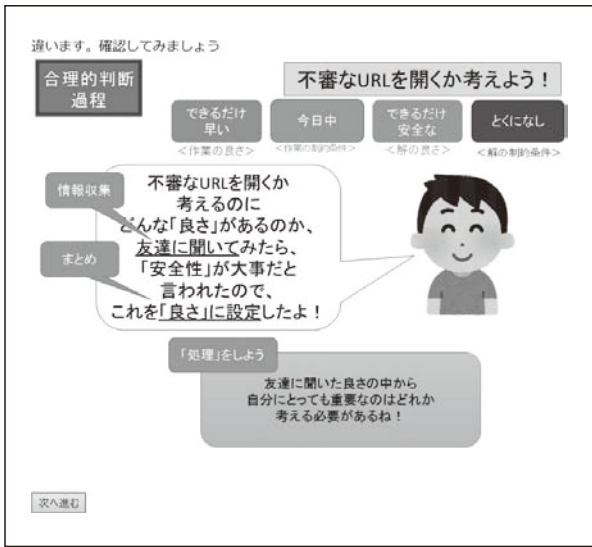


図12 ゲーミング教材 (合理的判断過程)

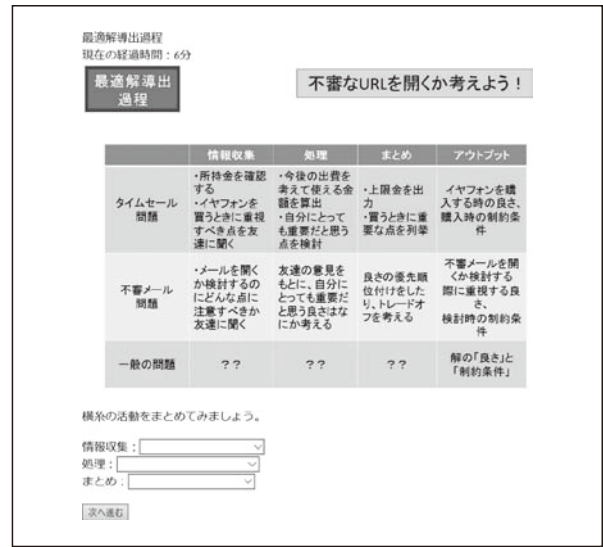


図13 ゲーミング教材 (最適解導出過程)

7. 謝辞

本研究の実施にあたり、日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(C)No.15K01087 代表：玉田和恵)の助成を受けたものである。科学技術融合振興財団(FOST)助成金(課題名「ICT問題解決力育成のための情報リテラシー教育モデルとゲーミング教材の開発」代表：玉田和恵)の支援を受けた。ここに記して感謝する次第である。

8. 参考文献

Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., Krathwohl, D. R. (1956) Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain",

David McKay Company

Bruer, J.T. (1993) Schools for Thought: A Science of Learning in the Classroom. The MIT Press.

松田稔樹(2016), 「縦糸・横糸モデルに基づくカリキュラム設計方法論構築の試み－SIG-10活動の中間まとめに向けて－」, 『日本教育工学会研究会報告集』, JSET16-3, 83-90.

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(江戸川大学情報教育研究所紀要)』, 14, 43-54

玉田和恵・松田稔樹(2004), 「「3種の知識」による情報モラル指導法の開発」, 『日本教育工学雑誌』, 28(2), 79-88.

玉田和恵(2017)「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を実現するための教材開発」私立大学情報教育協会編『教育改革ICT戦略大会』, 121-134