HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|---|---|
| Title | 創造的問いを育む新しい探究モデル「KCKI」の試行 : 探究学習におけるリサーチクェスチョンの創出の支援 |
| Author(s) | 邱, 麗; 山下, 尚子; 陳, 心怡; 池田, 文人 |
| Citation | 高等教育ジャーナル : 高等教育と生涯学習, 30, 63-74 |
| Issue Date | 2023-03 |
| DOI | 10.14943/J.HighEdu.30.63 |
| Doc URL | http://hdl.handle.net/2115/88831 |
| Type | bulletin (article) |
| File Information | HighEdu_30_63.pdf |

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

10.14943/J.HighEdu.30.63
*J. Higher Education and Lifelong Learning* **30** (2023)
〈Report〉



# A Trial of New Inquiry Model "KCKI" for Fostering Creative Questions —Supporting the Creation of Research Questions in Inquiry Learning—

Li Qiu[1)]*, Naoko Yamashita[2)], Xinyi Chen[1)] and Fumihito Ikeda[1,2,3)]

1) Department of Natural History Science, Graduate School of Science, Hokkaido University

2) MEXT KAKENHI Grant-in-Aid for Challenging Research (Pioneering) JP19109437

3) Institute for the Advancement of Higher Education, Hokkaido University

# 創造的問いを育む新しい探究モデル「KCKI」の試行 ―探究学習におけるリサーチクェスチョンの創出の支援―

邱　麗[1)]**，山下　尚子[2)]，陳　心怡[1)]，池田　文人[1,2,3)]

1) 北海道大学大学院理学院自然史科学専攻

2) 文部科学省科学研究費補助金挑戦的研究（開拓）JP19109437

3) 北海道大学高等教育推進機構

*Abstract* ― In Japan, seven new inquiry subjects were established in senior high schools from the 2022 academic year. However, one of the major challenges in inquiry learning is for teachers to teach students how to formulate research questions as a source of inquiry. If teachers leave the formation of research questions to the experience of their students, they will fall into the same trap as the "yutori" education of the past. Therefore, we have presented a new inquiry model based on knowledge creation by knowledge inheritance, that is "KCKI". This KCKI model was implemented to 25 first- and second-year students attending one of the high level-high schools in Sapporo. The results showed that the program was useful in supporting research questioning. From the results of questionnaires, etc., it was found necessary to improve the cases handled in this program. In the future, we will review the three steps of logical reasoning to ensure the quality of the educational program.

(Accepted on 25 January 2023)

*) Correspondence: Graduate School of Science, Hokkaido University, Sapporo 060–0810, Japan
E-mail: li.qiu.r0@elms.hokudai.ac.jp
**) 連絡先：060–0810　札幌市北区北 10 条西 8 丁目　北海道大学大学院理学院

## 1　はじめに

グローバリゼーションが進み，科学技術が高度化するに伴い，私たちが生きる社会ではVUCAと呼ばれる不確実で予測困難な時代を迎えつつある。VUCAとはVolatility（変動性）・Uncertainty（不確実性）・Complexity（複雑性）・Ambiguity（曖昧性）という時代の特徴を表す，4つの語の頭文字を取った造語である。このような時代には明確な答えがないどころか，問題そのものも不明確である。したがって，このような時代を生きていくためには，適切な問題を発見し，定義する能力，すなわち「問う力」が求められる。このような時代背景の中で，高等学校の学習指導要領が改訂され，2022年度から「探求」という名称の付く科目が7つ新たに導入された。そのうち，「総合的な探求の時間」は必修である。総合的な探求の時間では「自己のキャリア形成の方向性とつながりながら，自ら課題を発見し解決していくための資質・能力の育成」が要求されている。

しかし，池田らがかつてから探求学習を重視する4つの高校にて，1・2年生約200名の生徒を対象に，質問力を測定するテストを試行したところ，「質問の仕方がわからない」という理由により，ほとんどの生徒が質問を複数挙げられなかったため，一定程度の信頼性と妥当性は担保できたものの，テストとしては不安定な結果となった（池田 2022a）。質問の仕方を学んでいないため，探究や研究の源となるリサーチクエスチョン（Research Question：RQ）を立てる以前に，質問することに慣れていないことが分かった。一方，ベネッセ教育総合研究所の調査によれば，探求学習を先行して実施した7割強の学校の中には，約4割の学校の教員は探求学習を行う際に，「課題の設定」に困難を感じていることがわかった（ベネッセ総合教育研究所 2018）。また，株式会社トモノカイは探求学習の指導経験を持つ高等学校の360名の教員を対象に，行なった意識調査の結果によると，「課題の設定，解決策の提案等を生徒に考えさせる指導方法がわからない」という課題が明らかになった（教育新聞編集部 2022）。VUCA時代を生き抜いては必要な「問う力」を育成するために，まず探究学習を指導する教員が，生徒たちに探究の出発点となる問い，すなわちRQを立てられるよう指導できるようになる必要がある。

しかし，従来の探究モデルではRQの元になる疑問や問いが前提にされており，問い（RQ）をどのように立てるかを提示していない。最初に提案された探求モデルはヒューウェルが名付けた仮説演繹法である。仮説演繹法は演繹推論の真理保存性と帰納推論の新規性の長所を組み合わせた探求方法であり，具体的な手順は以下のようになる（Whewell 2014）。

1. 何か問題を発見する
2. その問題に関する事実を収集する
3. 事実に基づく帰納推論により問題の原因を仮説として導く
4. その仮説から演繹推論により実験可能な予測を導く
5. この予測を実験等によって検証もしくは反証する
6. 検証結果に基づき仮説を受け入れる，もしくは修正する

この仮説演繹法の問題点は導いた仮説が必ずしも創造的なものではないということである。この問題を解消するために，米国の科学哲学者であるC.S.パースはアブダクション（仮説推論）というモデルを提唱した。アブダクションは，次の3つのステップから成り立つ（Sebeok and Umiker-Sebeok 1979=1994）。

1. 驚くべき事実Cが観察される
2. もし仮説Hが真であればCは当然である
3. ゆえにHを真とするのは妥当である

このように仮説の制約を緩めることにより，創造の余地を残している。日本の探究学習のプロセスも，大きく，課題発見，課題設定と課題解決の3つに分けている（鈴木 2018）。しかし，仮説演繹法にせよアブダクションにせよ，問題の発見，もしくは驚くべき事実との遭遇を前提としている点が問題である。なぜなら，科学技術が高度に発展した現代社会において，生徒たちが未知の問題や驚くべき事実に遭遇することは極めて稀だからである。生徒たちの体験に基づいた疑問，ひいては問い（RQ）を前提にすれば，かつてのゆとり教育と同じ轍を踏むこと

になる。ゆとり教育は知識量偏重の詰め込み教育から，子供たちの経験を基に主体的に知識を形成していくことが目指されたものの，子供たちの経験を重視したことにより，形成した知識が退行してしまった。国立天文台が全国の小学生に行った調査結果，天動説を信じている子供が 4 割にも達したことを指摘している（縣 2004）。地動説の根拠となる惑星の逆行現象を観察するためには，高度な観測技術と膨大な時間が必要であり，学校教育の中では極めて困難である。

以上のことから，上述のような知の退行を繰り返さないための新しい探求モデルの提出に加えて，創造的な問いの生成を支援する指導法の考案が急務である。本報告は，未知の問題や事実の発見を前提とするのではなく，既存の知識から創造的な問い（RQ）を生み出す新しい探求モデルである KCKI（Knowledge Creation by Knowledge Inheritance）モデルに基づいた教育プログラムを，札幌市内の高校生 25 名に対して試行した結果について説明する。

## 2　KCKI モデルに基づく創造的問いの創出

知識は図 1 のように整理される（Ikeda 2021）。K1 は私たちが生きているこの世界のすべての知識である。私たち人類が体験できる知識は K2 の領域であり，K1 の一部である。なぜなら，どれだけ科学技術は進歩しても，私たちがこの世界のすべてを体験できるという保証はないからである。この K2 のうち，言葉によって表現できる知識が K3 の領域である。私たちは，言葉によって表現できないが知っている暗黙知があるからである（Polanyi 1966）。例えば，私たちは歩くことができても，どのようにして歩けるのかを言葉で完全に表現することはできないため，どのようにして歩くかを知ってはいても，言葉で説明することはできない。このような暗黙知は，K2 から K3 の領域を除いた領域である。

一方，言葉で表現できても，体験できない知識も存在し得る。例えば，超弦理論は確からしいとされるものの，超弦を観測するためには莫大なエネルギーがあり，人類には不可能だと言われている。K4 がこのような知識の領域である。さらに，この世界には存在しないが，言葉上でのみ存在し得る知識も考えられる。K5 の領域である。例えば，かつては燃焼の元になるフロギストンというマイナスの質量を持つとされる物質が考えられていたが，実際にはそのような物質を仮定することは現実的でない。このフロギストンのような知識は言葉上のみで存在する可能性が高いと言える。そして，言葉によって表現される知識のすべて，すなわち K3，K4，K5 を足し合わせた領域は，論理空間と呼ばれる。

論理空間は，オーストリア出身の科学哲学者ウィトゲンシュタインの著『科学哲学論考』において提示された概念である。この論理空間は，私たちが未来永劫に渡って生み出し得るすべての科学的知識の集合である。科学的知識は，数式や記号を含む，広い意味での「言葉」によって記述される必要があるためである。

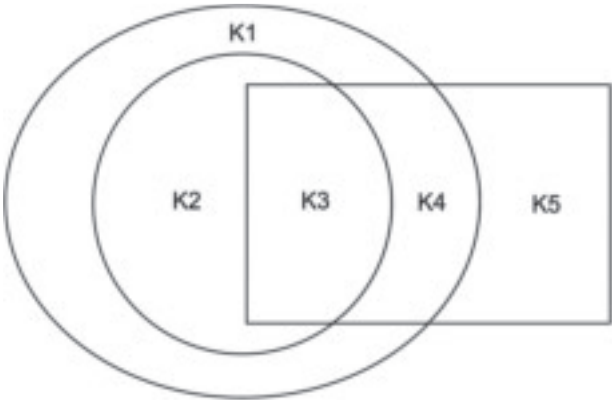


図 1　K5 理論による知識の分類

論理空間における科学的知識は，図 2 に示すように，すでに科学的に検証された「検証済み」の知識，まだ科学的に検証されていない「未検証」の知識，

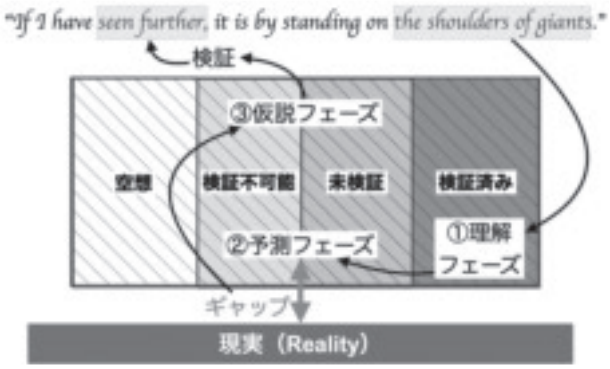


図 2　KCKI モデル

科学的には検証できないが実在するであろう「検証不可能」な知識，および言葉上でだけ存在し，実際には存在しない「空想」の知識という４つの領域に分けることができる（池田 2022b）。

万有引力の法則を確立したニュートンは，先輩科学者であるフックに宛てた手紙の中で，"If I have seen further it is by standing on the shoulders of Giants." と書いたように，新しい知識の創造（seen further）は先行研究（the shoulders of Giants）の上で行われる。これまでの探究モデルである仮説演繹法もアブダクションも，ひいては日本の探究学習も，このことを抜かしている。本研究では，先行研究，すなわち検証済みの知識を理解する①理解フェーズを出発点とし，そこから新しいことを予測する②予測フェーズ，そしてその予測と現実とのギャップを解消する方法を仮説として考案する③仮説フェーズ，最後にその仮説を検証するという，図２に示すような，知の継承に基づく知の創造（Knowledge Creation by Knowledge Inheritance）モデルを提唱する。このように既存の検証済みの知識を探究の出発点とすれば，天動説を信じるというような知の退行は生じない。

### 2.1　KCKI モデルにおける①理解フェーズ

このフェーズでは，先行研究によって科学的に検証された既存の知識を理解し，継承する。理解する，すなわち「分かった」という状態は，理解の対象となる知識を構成している個々の言葉を一つのまとまり（ゲシュタルト）として認識することである。言い換えると，個々の言葉から抽象化し一般化した概念を獲得することであり，このような思考は「帰納推論」と呼ばれる。

帰納推論とは，個々の事象から，その共通性などに基づいて，「A ならば B」という抽象化され一般化された命題を導くことである。例えば，様々な量の電荷を帯びた油滴から電子一個当たりの電荷（電気素量）を推測（回帰）したり，同じような姿形をした黒い鳥を「カラス」と名づけ（分類）たりする思考である。このような帰納推論の抽象化・一般化を広く捉えたものが「理解」である。

### 2.2　KCKI モデルにおける②予測フェーズ

このフェーズでは，前のフェーズで一般化・抽象化された理解を応用して，まだ明らかになっていない事柄や実現したい事柄を想像し，探究の目標を導く。一般化・抽象化された知識，すなわち命題を具体的な事象に適用して予測するような思考は「演繹推論」と呼ばれる。

演繹推論の代表的な枠組みとして三段論法がある。例えば，「ソクラテスは人である」「人はみな死ぬ」ゆえに「ソクラテスは死ぬ」というような推論である。「人はみな死ぬ」という命題が一般化・抽象化された知識であり，この知識を「ソクラテスは人である」という個別の事実に適用することによって，「ソクラテスは死ぬ」という個別の事象を予測している。

このような演繹推論においては，前提となる知識（命題）と適用する個別の事実が正しければ，そこから導かれる結論は必ず正しいという性質がある。なぜなら，結論は前提に包含されているからである。すなわち，演繹推論は新しい知識を生み出すものではない。

### 2.3　KCKI モデルにおける③仮説フェーズ

このフェーズでは，前のフェーズで予測された探究の目標と現実とのギャップを解消する方法を仮説として考案する。つまり，すでに分かっているギャップという事実を説明する方法を考えるということであり，このような思考は「仮説推論」，または狭義での「アブダクション」と呼ばれる。

仮説推論は演繹推論の逆向きの推論である。例えば，「昨夜，雨が降った」「雨が降れば地面が濡れる」ゆえに，「朝，窓を開けると庭が濡れているはずだ」と，まだ観測されていない「庭が濡れている」という事象を予測するのが演繹推論であるのに対して，仮説推論では，「朝，窓を開けると庭が濡れていた」「雨が降ると地面が濡れる」ゆえに「昨夜，雨が降ったに違いない」と推測する。

このように，仮説推論では観測された事実「朝，窓を開けると地面が濡れていた」からそれを説明する命題「雨が降れば地面が濡れる」に基づき原因「昨

夜，雨が降ったに違いない」と推測するが，観測された事実を説明する知識は複数考えられる。例えば，誰かがホースで水を撒いても地面は濡れるし，津波が押し寄せても地面は濡れる。このため，仮説推論では，もっとも可能性の高い仮説を選択することが求められる。

こうして選択された仮説を実現するための問いがRQとなる。先ほどの例で，数ある仮説の中から「雨が降れば地面が濡れる」という仮説を選択したとすれば，「雨が降れば地面が濡れるか？」という問いが探究によって検証すべきRQということになる。

## 3　KCKIモデルに基づく研修プログラム

以上で説明した新しい探究モデルであるKCKIモデルに基づき，RQの創出を支援する研修プログラムを開発し，2022年9月24日（土）に，北海道大学情報教育館4Fの多目的室2において，札幌市内の進学校に通う高校1，2年生の希望者25名を対象に実施した。

研修プログラムは，オンラインによる事前学習と当日の対面での研修，およびオンラインによる事前・事後課題から構成される。この他，研修終了後に受講者にオンラインによるアンケート調査を実施した。以下，それぞれの内容を詳しく説明する。

### 3.1　事前学習

受講者には，研修日の3日前に約1時間の解説動画をオンデマンドで視聴し，事前に配布された資料を参照しながら，同じく事前に配布されたワークシートに記入していくという事前学習を行なってもらった。

研修者に問う力の重要性について認識させるため，この事前学習では創造的な問いの生成が求められる背景について，これから社会に起こりうる問題を交えて解説した。また，当日の研修の準備として，KCKIモデルの基礎についても解説した。具体的な内容は以下の通りである。

最初に，問いの重要性を理解してもらうために，先行きが不透明で予測困難なVUCA時代において，既存の枠組みに捉われず，自らの問いを見出し探究していくことの重要性について，環境問題などを事例として解説した。

次に，これからの社会においては創造性が求められることを理解してもらうために，「創造性」の定義，及び「創造性」を生み出せることは社会で生きる武器（＝スキル）であることを，事例に基づき解説した。

最後に，当日の研修の予習として，KCKIモデルにおける3つの推論方法（帰納推論，演繹推論，仮説推論）について，それぞれの例題を交えて解説した。

### 3.2　事前・事後課題

研修の前に，KCKIモデルを活用する以下のような3つの問から構成される事前･事後課題を課した。前後の回答の変化を見ることにより，本研修プログラムの効果を検証する。

1. まず始めに尊敬する歴史上の偉人を一人挙げ，その人物の尊敬すべきところを調べて説明してもらう（帰納推論）。
2. その人物が日本で歌手として転生した場合，どのように活躍している姿を想像し，説明してもらう（演繹推論）。
3. その人物が国内チャート1位という成功を収めるために，どのような方法を取るべきかを考え説明してもらう（仮説推論）。

事後課題では事前課題と考えさせる推論の流れは変えずに，内容を一部変更した。始めに好きな芸能人を一人挙げ，その人物の尊敬すべき点を説明してもらい（帰納推論），次に職業が教師だった場合の姿を想像し説明してもらう（演繹推論）。最後に，その人物が大人気教師となるために必要な補強・改善すべき点を説明してもらう（仮説推論）。

### 3.3　当日の研修

当日の研修は，対面により，午前中に90分×2コマ，午後に60分の理解度テストと30分の解説を

行った。

1コマ目はKCKIモデルにおける帰納推論→演繹推論→仮説推論という3つの論理推論の流れと個々の論理推論を理解するための知識説明と演習を行った。帰納推論に関する演習では，(1) 提示された言葉や絵柄から共通性を見つける，(2) 物語に潜む教訓を探る，(3) 説明文を読み内容を図式化する，ということを個人で行った。演繹推論に関する演習では，法則から予想できる対策や導き出せる結論を考案した。仮説推論に関する演習としては，飛行機の墜落事故の原因となるダウンバースト現象や産褥熱の発見に至るプロセスについて考察した。その様子を図3に示す。

図3　講義と演習の様子

2コマ目は，KCKIモデルを実際の問題に適用し，問い（RQ）を立てるまでをグループで行った。テーマは地球温暖化であり，その対策としてマイバッグを活用するための方法に関する問いを立てる。グループワークに取り組む様子を図4に示す。

まず，地球温暖化対策として講じられていることを一つずつ付箋に書き出す。そして挙げられた対策をグループ分けし，それぞれのグループに共通する性質を考える。さらにこれらの分類に基づき，マイバッグが地球温暖化対策として有効かどうかを検討する。ここまでが①理解フェーズにおける状況把握，帰納推論と理解の創出に該当する。

次に，マイバッグを実施した場合の効果を予測し，その効果を検証するための方法を考える。ここが②予測フェーズにおける演繹推論による予測と応用である。

図4　グループワークの様子

最後に，マイバッグを実施した場合の課題，すなわち現実とのギャップについて考察し，その課題を解決するための方法を検討する。そしてその方法を具体化するために理解しなければならないことを問いにし，発表する。ここが③仮説フェーズにおける予測・応用の実現方法の考案と問い（RQ）の創出である。

### 3.4　KCKIモデルの理解度テスト（QQテスト）

KCKIモデルの効果を評価するために，KCKIモデルの3つのフェーズを十分に理解できているかどうか，およびこの3つのフェーズを経て適切な問い（RQ）を創出できているかどうかを評価するテスト（Question-intelligence Quotient Test）を，当日の午後に実施した。受講者がテストに取り組む様子を図5に示す。

テスト課題は糖尿病に関する1200字程度の説明文であり，以下の大問3つで構成されている。

1. 大問1は，本説明文の内容を図式化するという問題である。言葉で説明された事柄を図式によって抽象化する問題であり，帰納推論の力を問う問題である。
2. 大問2は，説明文に記述されている糖尿病対策に関する主張を実施した場合の弊害を予測するという問題である。筆者の主張を現実に応用し

た場合を想像するという，演繹推論力を問う問題である。

3. 大問 3 は，説明文の主張を現実に応用した場合に生じる可能性のある弊害を解消するための方法を考案するという問題である。弊害が生じたことを前提としてその解決策を考えるという，仮説推論力を問う問題である。

図 5　テストに取り組む様子

本テストは大問のそれぞれの配点を 20 点満点とし，合計 60 点で評価した。帰納推論の力を問う大問 1 では，内容の理解度を 10 点満点，関係の把握度を 10 点満点とし，合計 20 点満点とした。課題である糖尿病に関する説明文では，糖尿病ケアに必要な 3 種類の教育について説明されている。それぞれの教育内容を適切に説明できているかどうかにより，理解度を評価した。また，これら 3 つの教育の関係を適切に把握しているかどうかにより，把握度を評価した。大問 2 では，説明文において筆者が主張する「個人を超えた社会的な基盤による規制」を実施した場合に弊害として生じ得る適切な事例を挙げた数により，20 点満点で評価した。大問 3 では，弊害を回避するような個人を超えた社会的な基盤による適切な規制を挙げた数により，20 点満点で評価した。

### 3.5　アンケート調査

研修内容を改善するために，狩野モデルに基づくアンケート調査を実施した。狩野モデルとは，サービスや製品の機能ごとに，その機能があった場合となかった場合のユーザ満足度を調べることにより，サービスや製品の品質を分析する枠組みである。この枠組みに基づいたアンケート調査の結果により，以下の 5 つの品質に，それぞれの機能が評価される（狩野他 1984）。

1. 当たり前品質（M）：その機能があるのは当然であるという品質。それがなければそのサービスや製品に対して不満を感じる。
2. 一元的品質（O）：その機能があれば満足をもたらし，なければ不満をもたらす。
3. 魅力的品質（A）：その機能があれば高い満足をもたらすが，なくても仕方がないと受け止められる。
4. 無関心品質（I）：その機能があってもなくても，満足も不満ももたらさない。
5. 逆品質（R）：その機能があれば不満をもたらし，なければ満足をもたらす。
6. 懐疑的品質（Q）：回答の信憑性が疑われるような品質。

これらの品質の間には，当たり前品質＞一元的品質＞魅力的品質＞無関心品質という，改善のための優先順位がある（Matzler and Hinterhuber 1998）。これにより，ユーザの考えるサービスや製品を構成する機能ごとのニーズを品質として把握できると同時に，その優先順位に従って個々の機能を改善していくことができる（Berger, et.al. 1993）。

本アンケートは，3 コマ目の理解度テストの受験とその解説が終了した後に，アンケート用の Google フォーム URL にその場でスマートフォン等からアクセスし，回答させた。

## 4　結果と考察

KCKI モデルに関する理解度テスト，事前・事後課題，およびアンケート調査の結果とそれに対する考察は以下のとおりである。

### 4.1　理解度テストの結果と考察

受講者 25 名全員がテストを受け，回答を提出した。その基本統計量は**表 1** に示すとともに，合計点に関するヒストグラムを**図 6**，大問 1 の得点に関するヒストグラムを**図 7** に，大問 2 の得点に関するヒストグラムを**図 8** に，大問 3 の得点に関するヒストグラムを**図 9** に示す。

表 1　各大問と合計の得点に関する統計量

| | 大問 1 | 大問 2 | 大問 3 | 合計 |
|---|---|---|---|---|
| 最小値 | 2 | 5 | 0 | 12 |
| 最大値 | 20 | 20 | 20 | 60 |
| 最頻値 | 20 | 15 | 10 | 45 |
| 平均値 | 13.92 | 12.8 | 11.4 | 38.12 |
| 標準偏差 | 5.87 | 4.81 | 6.21 | 13.3 |

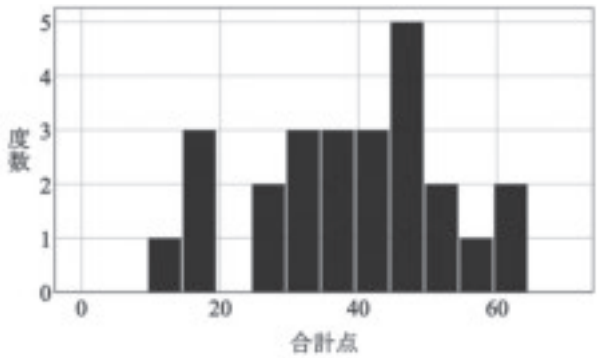


図 6　合計点に関するヒストグラム

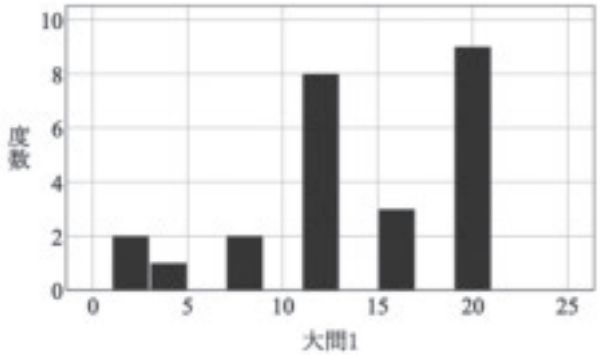


図 7　大問 1 の得点に関するヒストグラム

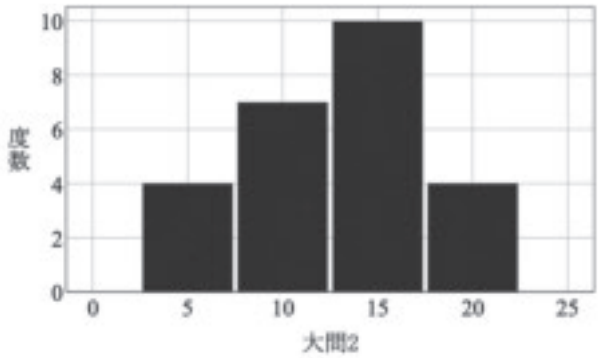


図 8　大問 2 の得点に関するヒストグラム

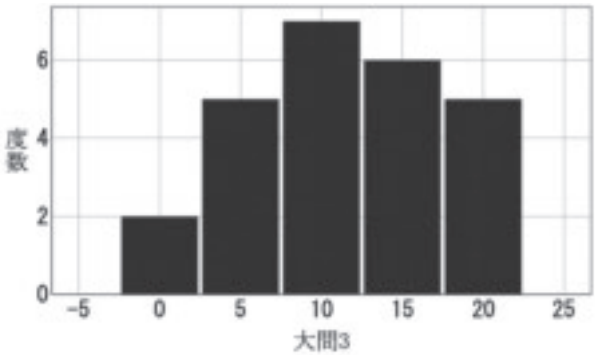


図 9　大問 3 の得点に関するヒストグラム

まず，大問 1 における個々の受験者「内容の理解度」と「関係の把握度」のそれぞれの得点に対して，t 検定を行なった。その結果，t (24) は 0.85 で，$p > 0.01$ において有意差は検出されなかった。つまり，理解度と把握度の得点には差がない。次に，それぞれの得点に対して相関分析を行なった。その結果，相関係数 r は 0.813 であり，$p < 0.01$ において，理解度と把握度との間には強い相関が認められた。その散布図を**図 10** に示す。

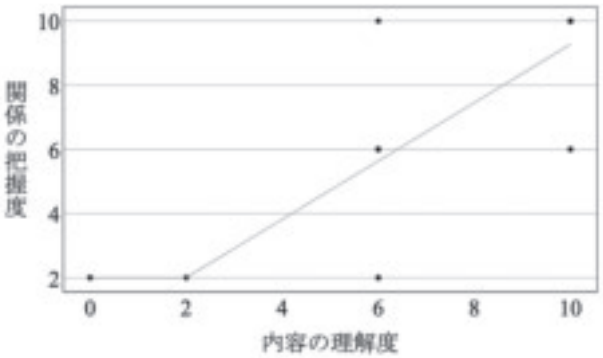


図 10　理解度と把握度に関する散布図

次に，3 つの大問に関する個々の受験者の得点について t 検定を行なった。その結果，大問 1 と大問 2 は t (24) ＝0.88 ($p > .001$) で，大問 1 と大問 3 は t (24) ＝1.74 ($p > .001$) で，大問 2 と大問 3 は t (24) ＝1.50 ($p > .001$) であった。各対の得点の平均には差が見られなかった。さらに，大問ごとの得点について相関分析を行なった。その結果，大問 2 と大問 3 の得点の相関係数は r＝.666 であり，これらの大問間には中程度の相関が見られた。

帰納推論力を問う大問 1 については，内容に関す

る理解度と関係の把握度との間に相関が見られた。つまり, 言葉として内容を理解することができれば, それらの関係も把握できる。図示の仕方は，問題中で例示された「コンセプマップ」のパターンと「表形式」に二分されたが，コンセプマップの方が，項目間の関係性をよりよく示すことができるため，関係の把握度の点数も高かった。図 7 を見ると，大問 1 の得点分布はフタコブになっており，①理解フェーズの理解にばらつきがあると言える。演繹推論力を問う大問 2 と仮説推論力を問う大問 3 では，弊害事例および解決方法を 4 つ以上挙げている受講者が半数以上おり，②予測フェーズと③仮説フェーズについては大半の受講者が理解できていると言える。しかし，図 8 と図 9 を見ると分かるように，大問 2 の方がやや得点が高いため，②予測フェーズの方が③仮説フェーズよりも多くの受講者がよく理解できていると言える。

しかしながら，①理解フェーズにおいて理解はできていても，その理解に基づいて演繹推論による予測ができていないケースが見られた。一方，演繹推論による予測ができていれば，仮説推論もできている傾向が見られた。KCKI モデルにおいては，②予測フェーズが重要だと考えられる。

### 4.2　事前課題と事後課題の結果と考察

事前課題は，受講生 25 名のうち任意提出によって 22 名から回答が得られた。評価の基準となる指標の設定が間に合わなかったため，採点はせず現状での論理的思考傾向を評価するのみに留まった。その中で論理的であった回答と論理性に乏しかった回答を三例紹介する。

**【回答 1】尊敬する偉人：フレミング**

問 1（帰納推論）尊敬するところ：フレミングは抗生物質ペニシリンを発見した人物。実験中のシャーレに偶然カビが生え，それによって発見できたそうだ。シャーレにカビが生えた時，多くの人は何も考えず捨ててしまうが，彼はそのカビの様子に疑問を持ち，そこから手がかりが得られるのではと考えたのだ。思いもよらない小さなことから創造力を働かせ仮説を立てた。

問 2（演繹推論）現代歌手になったらどのような活躍が想像できるか：大々的にはヒットしていないけれど寡黙に自分を信じて活動していると思います。

問 3（仮説推論）国内チャート 1 位を取るにはどうすべきか：フレミングは結局，ペニシリンを抽出出来ず，その普及は叶わなかった。彼はミュージシャンであってもおそらくあと一歩届かず 1 位にはなれないだろう。そんな彼は他のアーティストに協力を仰ぎタッグを組むことが必要だ。

**【回答 2】尊敬する偉人：織田信長**

問 1：その当時の武将たちがやっていなかった斬新なことを次々と行い，たくさんの成果を収めたこと。そして判断力もずば抜けてすごく，何かあるとすぐに行動していたこと。

問 2：熱狂的なファンが日本のみならず世界中にも多くいる人気のある歌手だが，その分アンチも多く，賛否両論の多い歌手になるだろう。

問 3：過激な部分もその人にとっての大きな歌手としてのポイントではあるものの，少しだけ控えめにするとより万人受けしていくだろう。

**【回答 3】尊敬する偉人：エジソン**

問 1：たくさんの発明をして特許も取得したところ。

問 2：世の中の疑問を歌にしていそう。若者の心にささるみたいな

問 3：広い世代に聴かれるようなものを題材にした曲をつくる。

今回の課題は問 1 で理解（帰納推論）した内容を根拠として，問 2 の想像（演繹推論）と問 3 の仮説（仮説推論）を導く内容であった。そのため，問 1 で史実の確認に留まらず，その史実を成し得た偉人自身の性質や法則まで説明できた生徒は，その後の問いにおいても論理性のある回答となった。そして，問 2 では歌手という職業を，問 3 ではチャート 1 位という目標達成に必要な計画をそれぞれ理解し想像ができることも論理的な回答の要であった。

【回答 1】は 22 名の回答者の中で最も論理的な思考に基づく回答であった。帰納推論の段階で，特筆

すべき事実（偶然得た結果を疑ったことで新たな事実を発見）からその人物の特性や法則（些細な発見から創造的な仮説を立てる）を導き出し，それに基づいた問２での想像（寡黙に自分を信じる活動）と問３での仮説（他者の協力が必須）となった。また，【回答 2】は根拠となる事実こそ書かれてはいなかったが，人物の特性や成功における法則について言及があった。そのため，それを根拠として導いた問 2，問３の論述も論理的な回答となった。全体のおよそ４割の生徒はこのような論理的な思考による回答であった。そして，残りの生徒の多くは問１での帰納推論（抽象化，法則化）が不足したため，終始論理性に欠ける回答となった。【回答 3】はそのうちの一つである。問１では一部の史実のみであったため問２で想像した「歌手」としての姿は論理性に乏しく，問３の「国内チャート１位」のための仮説はエジソンという人物でなくとも当てはまる汎用的な回答となった。

事後課題に関しては配布方法に問題があり十分な回答数を得られなかった。少数ながらもその回答の傾向としては，事前課題と同様に問１で事実から法則や特性などを帰納推論が出来た生徒は問 2，問３でも一貫した論理性を保っていた。また，事前課題と比べて三問通して論理的な記述の文量が増えた。しかし，事前課題で論理性が乏しかった生徒に関しては事後課題においても変化は見られなかった。以上の結果から，元々帰納推論の力がある生徒はこのプログラムを受けたことで論理的思考力が向上したといえる。

現在，回答の質を測る指標が設定できておらず，今回は点数化することはできなかった。採点基準の確立が今後の課題である。また，今回の出題では帰納推論が演繹推論と仮説推論に強く影響する結果となった。このことからも事象から法則を導き出すという帰納推論の力は論理的思考力において最も重要な推論であるといえる。しかし，今後は総合的な思考力の育成と評価を目指す上で，それぞれの推論を測るテストの開発を目指したい。

### 4.3　アンケートの結果と考察

アンケート調査の回答率は 100％であった。研修の構成要素ごとの回答結果から，Better・Worse 係数（Matzler and Hinterhuber 1998）を求めた結果を図 11 に示す。各係数の算出方法は以下の通りである。

- Better＝(A＋O)/(A＋O＋M＋I)
- Worse＝(O＋M)/(A＋O＋M＋I)

一元的品質に該当する構成要素がほとんどであるため，本研修は受講者の基本的なニーズを満たしていると言える。中でも，「自己紹介」「3 つの論理推

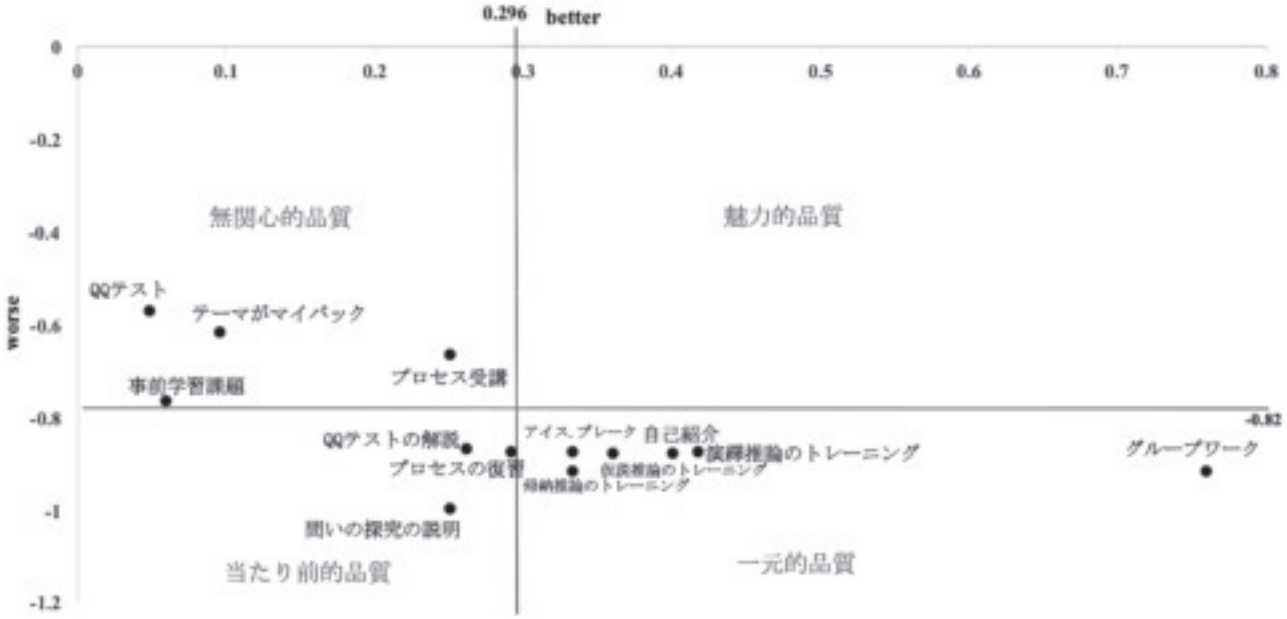


図 11　狩野モデルに基づくアンケート結果の better・worse 分析結果

論のトレーニング」などは魅力的品質の象限に近いため，これらを改善することにより満足度が大きく改善できることが期待される。また，当たり前品質と判断された「問いの探求の説明」「プロセスの復習」「QQ テストの解説」は本研修における必須の要素であり，さらなる改善を検討する必要がある。特に，「問いの探求の説明」は本研修の重要なポイントであるにも関わらず，満足度が低いことが大きな課題である。受講者が満足しなかった原因を解明し改善することが不可欠である。一方，「プロセスの復習」と「QQ テストの解説」については，個々の受講者の理解度に依存するため，受講者一人一人を調査し，満足度が低い原因を明らかにする必要がある。

無関心品質に該当する「研修全体」と「事前学習」については，受講者はその必要性を認識していないと言える。研修全体への関心を高めるためには，問いを立てることの重要性や創造性を持つことの重要性などを十分に伝える必要がある。また，事前学習の必要性が認められなかったということは，当日の研修自体で十分に理解できたと解釈できる。当日の研修では，事前学習のおさらいに留まるのではなく，それを踏まえて発展させた内容に改善していく必要がある。すなわち，受講者は事前学習と当日の研修内容との関連を良く意識していない可能性がある。また，グループワークのテーマがマイバッグであったことも無関心品質となっているため，このテーマが受講者の興味関心を促していないと言える。身近過ぎて当たり前のテーマと捉えた可能性がある。意外性のある，受講者の興味関心をひくようなテーマ設定を検討する必要がある。

## 5　まとめと今後の課題

今回我々は，従来の探求モデルにおいて欠如していた問い（RQ）の立て方に関する KCKI モデルを提唱し，そのモデルに基づいて RQ の創出を支援する研修プログラムを開発した。また，25 名の高校生を対象に研修を実施し，理解度テスト，及び事前課題・事後課題により，生徒の理解と変化を検討し，さらにアンケート調査を行なった。その結果，次の 2 点が明らかになった。まず，本研修プログラムは受講者の基本的なニーズを満たしており，そして本プログラムの研修により，KCKI モデルの各フェーズに対してある程度理解できたことが示された。次に，本研修プログラムを通して，受講者の一部について論理的思考力を向上した変化が見られた。以上のことから，本報告で試行した研修プログラムの適切性，及び創造的問いの創出を支援する可能性を示したといえる。

しかし，本研修プログラムの試行により，主に次の 2 つの課題も明らかになった。1 つ目は，KCKI モデルにおけるフェーズ毎の得点の平均値間には有意差がなかったが，得点を詳しく分析したところ，フェーズ間において得点分布に差が見られた。特に，理解フェーズにおける得点分布は，他の二つのフェーズの得点分布がほぼ正規分布となっているのに対して，図 7 に示したように割れが生じた。今後は理解フェーズのプログラムの改善が必要である。2 つ目は，本研修プログラムを通じて創出された RQ の質を検証できなかったことである。今後は RQ の質，すなわち創造性の有無や高低を評価する基準を開発するとともに，RQ の質を高めるために，この基準に基づいて KCKI モデルにおける各フェーズの質を向上させる必要がある。併せて，各フェーズの習熟度を評価するテスト問題を開発し，各フェーズの改善に向けてフィードバックする。

## 謝辞

本研究は，文部科学省科学研究費補助金挑戦的研究（開拓）JP19109437（研究代表者：池田文人）の助成により実施しました。

## 文献

縣　秀彦（2004），「理科教育崩壊：小学校における天文教育の現状と課題」，『天文月報』，日本天文会，Vol.97，No.12，p.726–736

池田文人・岩間徳兼・成田秀夫（2022a），「QQTest の開発と試行―探求学習の成果を測定するための指標づくりを目指して―」，『大学入試研究

ジャーナル』第 32 号，35–42.

池田文人 (2022b),『問いが鼓動するまで〜探究は偶然に…は始まらない！創造的問いを育む 3x3 プログラム〜』，渓水社.

狩野紀昭・瀬楽信彦・高橋文夫・辻新一（1984),「魅力的品質と当たり前品質」，日本品質管理学会会報『品質』，14 (2)，39–48

教育新聞編集部（2022),「総合的な探究の時間」の課題感〜指導教員の負担大きく，教育新聞，2022 年 8 月 24 日発行

鈴木寛（2018),「"想定外"と"板挟み"を乗り越え生きる力を養う「探求学習」とは」,『Learning Design』，07–08，29–31

ベネッセ総合教育研究所（2018)，課題整理：時期学習指導要領の解説から読み解く「探究」と，データで見る学校現場の状況，『VIEW21』高校版，ベネッセコーポレーション，2018 年 8 月号

Berger, K. C. et al. (1993), "Kano's methods for understanding customer-defined quality," *Center for Quality Management Journal* (Fall), 3–35.

Ikeda, F. (2021), "What are Scientific Questions?" *Journal of Higher Education and Lifelong Learning,* No. 28, pp. 35–43, 2021. DOI: 10.14943/J.HighEdu.28.35.

MatzleraHans, K. and Hinterhuberb, H. (1998), "How to make product development projects more successful by integrating Kano's model of customer satisfaction into quality function deployment," *Technovation* Volume 18, Issue 1, Pages 25–38.

Polanyi, M. (1966), *The Tacit Dimension,* University of Chicago Press.

Whewell, W. (2014), *The Philosophy of the Inductive Sciences, founded upon their history,* Cambridge University Press.

Sebeok, T. A. and Umiker-Sebeok, D. J. (1979), *You Know my method: a juxtaposition of Charles S. Peirce and Sherlock Holmes*, Gaslight Publications（富山太佳夫（1994)『シャーロック・ホームズの記号論：C.S. パースとホームズの比較研究』，岩波書店）