



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Development and Validation of a Question Classification Method for Refining Logical Reasoning
Author(s)	邱, 麗
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第16255号
Issue Date	2025-03-25
DOI	<a href="https://doi.org/10.14943/doctoral.k16255">https://doi.org/10.14943/doctoral.k16255</a>
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/95375">https://hdl.handle.net/2115/95375</a>
Type	doctoral thesis
File Information	Li_Qiu.pdf



博士学位論文

Development and Validation of a Question Classification Method  
for Refining Logical Reasoning  
(論理推論の精緻化に向けた問い分類手法の開発と検証)

邱 麗

北海道大学大学院理学院  
自然史科学専攻

2025 年 3 月

## Abstract

In a knowledge-based society, adapting to globalization and structural changes requires more than just acquiring knowledge. It demands the use of logical reasoning to appropriately apply knowledge, solve problems adaptively and rationally, while creating new value. This process necessitates not only adherence to formal logic but also critical evaluation of the validity of one's own and others' reasoning through reflection.

In response to these societal shifts, educational settings increasingly emphasize fostering adaptive and creative problem-solving skills by enhancing learners' critical thinking and metacognition through the promotion of reflection. However, several challenges impede the effective practice of reflection. First, many learners have underdeveloped metacognitive abilities, making it difficult for them to objectively review their own thinking. Second, there is a lack of clear criteria for assessing the quality of reflection, leading to an insufficient understanding of its significance among learners. Third, time constraints and inadequate guidance hinder the effective implementation of reflective practices. Fourth, cultural and psychological barriers, such as collectivist values and resistance to self-criticism, further complicate the process. To overcome these obstacles, it is crucial for educators to establish explicit criteria for evaluating reflection and to design appropriate questions to facilitate it.

In the learning process, understanding and applying knowledge involves three types of logical reasoning: inductive, deductive, and hypothetical, each with its own limitations. Therefore, reflection on the learning process, which reevaluates these types of reasoning, can enhance the understanding and application of knowledge. This study aims to develop a classification method for questions related to these three types of logical reasoning to facilitate reflection among children and teachers in actual learning scenarios, and to validate the effectiveness of this method.

Chapter 3 focuses on the three elements underpinning inductive, deductive, and abductive reasoning: "premises," "rules," and "conclusions." A three-level framework was proposed to classify questions based on these elements, resulting in five categories. Twenty-four graduate students enrolled in a university course generated questions, which were classified by raters with varying levels of expertise using the proposed framework. The results demonstrated a high level of inter-rater agreement, suggesting that the classification method possesses a certain degree of objectivity. Furthermore, novice raters were able to accurately classify questions after receiving appropriate explanations and practical training. However, despite the importance of Level 3 questions for promoting effective reflection, most questions posed during the course were limited to Level 1 fact-checking questions, with few Level 3 questions. This finding suggests that even graduate students have not mastered the logical reflection process necessary for generating more sophisticated questions.

Chapter 4 introduces a refined classification method designed to elicit a greater number of Level 3 questions. This method establishes three specific perspectives for each type of logical reasoning, resulting in a total of nine question categories. Using this refined method, the same raters from Chapter 3 classified the Level 3 questions in greater detail, again yielding a high level of inter-rater agreement. This result further supports the objectivity of the refined classification method for Level 3 questions. Moreover, the findings suggest that, with proper explanation and training, even novice raters can utilize the method to facilitate deep reflection among students and teachers in educational settings. However, the uneven distribution of questions across categories implies that certain categories may vary in classification difficulty.

Chapter 5 summarizes the research findings, discussing how the question classification method proposed and tested in this study enhances the visibility of the quality of reflection in the processes of understanding and applying

knowledge. It provides an educational foundation for refining logical reasoning and discusses its applicability not only in educational settings like classroom design and assessment activities but also in professional training for businesses and other adult learners. The limitations of this study, such as the sample size, inter-rater discrepancies, and the practical effects of the classification methods, are also addressed, along with future research directions.

Chapter 6 considers the academic and practical contributions of this research. Academically, the validated framework for assessing reflection quality establishes a common basis for communication among educational practitioners. Additionally, the analysis of graduate students' questioning tendencies highlights the need for reflection support programs in teacher training and higher education. Practically, the classification methods can assist teachers in designing appropriate questions when incorporating lecture-based and Socratic dialogue methods. Moreover, these methods can be applied to problem-solving processes in PBL (Problem-Based Learning) and post-lesson reflective journals, as well as professional development programs across various business sectors.

## 論文概要

知識基盤社会において、グローバル化の進展や社会構造の変化に適応するためには、単なる知識の習得にとどまらず、論理推論を用いて知識を適切に活用し、問題を適応的かつ合理的に解決し、新たな価値を創出することが求められている。この過程では、形式論理の遵守に加え、リフレクションを通じて、自らの論理推論の妥当性を批判的に評価することが重要である。

こうした変化を受け、教育現場では、より適応的で創造的な問題解決能力を育成するために、リフレクションの推進が不可欠とされている。しかし、リフレクションの実践にはいくつかの課題が存在する。第一に、多くの学習者はメタ認知能力が未発達であり、自身の思考を客観視することが困難であること。第二に、リフレクションの質を評価する明確な基準が欠如しており、学習者がリフレクションの意義を十分に理解できていないこと。第三に、リフレクションに必要な時間や適切な指導が不足しており、効果的な実施が困難であること。第四に、集団主義的文化や自己批判への抵抗といった文化的・心理的障壁が存在すること。これらの阻害要因を解消するためには、教師がリフレクションの評価基準を明示し、適切な問いを設計することが有効である。

学習場面における知識の理解と適用のプロセスでは、帰納推論、演繹推論、仮説推論の三つの論理推論が重要な役割を担っているが、それぞれに限界がある。このため、知識の理解と適用における学習プロセスに対するリフレクションは、これらの論理推論を問い直すことによって促進される。本研究は、実際の学習場面において、子供たちや教師が知識の理解と適用のプロセスへのリフレクションを促進できるよう、三つの論理推論に対する問いの分類手法を開発し、その妥当性を検証することを目的とする。

第3章では、帰納推論、演繹推論、仮説推論が「前提」「規則」「結果」の3要素に基づいていることに着目し、それぞれの論理推論に対する問いのレベルを3段階に設定し、合計五つのカテゴリーとする分類手法を提案した。大学院向け授業を履修した大学院生24名が挙げた問いに対して、この分類手法を用いて、熟達度が異なる分類者が実際の問いを分類した結果、分類者間で高い一致度が得られたため、この問いの分類手法の客観性が一定程度確認された。また、分類経験の浅い者も、適切な説明と実践的トレーニングを受けることで、問いを正確に分類できることが示唆された。しかし、効果的なリフレクションを促進するには第3レベルの問いが重要であるにもかかわらず、授業における問いの多くが第1レベルの事実確認にとどまり、第3レベルの問いは少数であった。この結果から、大学院生であっ

ても、論理推論プロセスを論理的にリフレクションし、より精緻に問いを立てる方法を習得していないことが示唆された。

第4章では、第3レベルの問いをより多く引き出すための分類手法を提示するため、三つの論理推論をより具体的にリフレクションするための、それぞれ三つの観点を設定した。これにより各論理推論に対して問うべき具体的な問いは九つに分類された。この分類手法を用いて、第3章と同じ分類者が、第3章で用いた第3レベルの問いをより詳細に分類した結果、高い分類者間一致度が得られた。したがって、第3レベルの問いに特化した分類手法の客観性が一定程度確認された。また、分類経験の少ない者であっても、適切な説明と実践的トレーニングを経ることで、教育現場において生徒や教員が深いリフレクションを促進する手段として活用できる可能性が示唆された。しかし、各推論内の各カテゴリーに属する問いの数に偏りが見られたため、カテゴリーごとに分類する難易度に差がある可能性も示唆された。

第5章では、研究成果を総括し、本研究が提案し検証した問いの分類手法が、知識の理解と適用のプロセスに対するリフレクションの質の可視化を促し、論理推論の精緻化のための教育基盤を提供するとともに、授業デザインや評価活動といった教育や、企業等の社会人向けの研修などへも応用できることについて論じた。その上で、問いデータの量や分類不一致、問い分類手法の実践効果など、本研究の限界と今後の課題について検討した。

第6章では、本研究の学術的および実用的意義について考察した。学術的貢献として、リフレクションの質を評価するフレームワークの検証により、教育実践者間の意思疎通を図る基盤を提供できること、さらに大学院生の問いの傾向分析を通じ、教員研修プログラムや大学教育におけるリフレクション支援プログラムが必要であることを示した。実用的意義としては、学校現場において講義型授業やソクラテス式問答法を取り入れる際に、本研究の分類手法を活用することにより、教師が適切な問いを設計し、学習者に自身の論理推論をリフレクションさせ、その妥当性を批判的に評価させることができる。また、PBL型授業での問題解決過程や授業後のリフレクション日誌への、本分類手法の応用の可能性のみならず、ビジネス領域における職種別の活用可能性についても考察した。

# 目次

ABSTRACT.....	2
論文概要 .....	4
目次.....	6
<b>第1章 論理推論に対するリフレクションの重要性.....</b>	<b>9</b>
1.1 知識基盤社会の到来 .....	9
1.2 知識基盤社会に求められるリフレクション：DeSeCo と社会人基礎力.....	12
・DeSeCo の枠組みとリフレクション.....	12
・社会人基礎力の構成.....	15
1.3 論理推論に対するリフレクションの必要性.....	17
・DeSeCo と論理推論におけるリフレクション.....	17
・日本の社会人基礎力と論理推論におけるリフレクション.....	18
1.4 教育におけるリフレクションの促進の課題.....	19
<b>第2章 本研究の目的と各章の構成.....</b>	<b>23</b>
2.1 教育における論理推論の重要性とそれをリフレクションすることの重要性.....	23
・情報の理解（情報を意味あるものとして捉える）.....	23
・情報の整理（知識の構造化と概念の統合）.....	24
・情報の適用（知識の応用と問題解決）.....	24
・論理的思考と学習の本質的關係.....	24
2.2 教育におけるリフレクションの阻害要因に対する問いの分類手法の有効性.....	25
2.3 本研究の目的：三つの論理推論に対する問いの分類手法の開発と検証.....	27
・帰納推論（Inductive Reasoning）.....	27

・ 演繹推論 (Deductive Reasoning) .....	28
・ 仮説推論 (Abductive Reasoning) .....	28
・ リフレクションとして三つの論理推論を問う必要性 .....	29
・ 本研究の目的 .....	35
2.4 各章の構成 .....	36
<b>第3章 三つの論理推論に対する問いの分類手法の検証 .....</b>	<b>38</b>
3.1 3階層の問いの分類 .....	38
・ 第1レベルの問い：意図の曖昧な問い .....	38
・ 第2レベルの問い：推論を確認する問い .....	40
・ 第3レベルの問い：推論プロセスを問う問い .....	40
3.2 三つの論理推論に対する問いの分類手法の客観性の検証 .....	42
・ 分類対象となる質問群 .....	44
・ 問いの分類 .....	46
・ 分類手法の客観性 .....	46
・ 分類結果の不一致を解消する前の客観性の検証結果 .....	47
・ 分類結果の不一致を解消する後の検証結果 .....	49
3.3 考察 .....	52
<b>第4章 三つの論理推論に対する具体的な問いの分類手法の検証 .....</b>	<b>54</b>
4.1 第3レベルの具体的な問いの分類手法 .....	54
・ 帰納推論に対する具体的な問い .....	54
・ 演繹推論に対する具体的な問い .....	56
・ 仮説推論に対する具体的な問い .....	57
・ 三つの論理推論に対する第3レベルの問いの分類 .....	59
4.2 第3レベルの具体的な問いの分類手法の客観性の検証 .....	60
・ 分類結果の不一致を解消する前の客観性の検証結果 .....	61
・ 分類結果の不一致を解消する後の客観性の検証結果 .....	63

4.3 考察.....	67
第5章 総合考察と今後の課題.....	68
第6章 本研究の学術的・実用的な意義.....	70
引用文献.....	76
謝辞.....	85

# 第1章 論理推論に対するリフレクションの重要性

## 1.1 知識基盤社会の到来

1980年代後半以降、グローバル化の進展や情報通信技術（ICT）の急速な発展に伴い、知識や技術の重要性が一層明確になった（OECD, 1996; 松尾, 2016）。この変化をきっかけに、産業構造は大きく変革を遂げ、従来の「工業社会（Industrial Society）」から「知識基盤社会（Knowledge-Based Society）」への移行が進んだ（Foray, 2004; OECD, 2019）。

従来の工業社会では、標準化された製品の大量生産や、生産プロセスの細分化に基づくアセンブリーラインの導入が経済成長の原動力となっていた（Bell, 1973）。このモデルでは、資本（Capital）や労働（Labor）といった物理的要素が生産性向上の主要因とされ、効率的な生産管理とコスト削減が競争力の鍵と考えられていた（Drucker, 1993）。

しかし、デジタル技術の発展、グローバルな知識労働の拡大、そして新興産業の台頭により、知識の創出と活用が経済成長の中心的な要因となった（Castells, 1996; Brynjolfsson & McAfee, 2014）。これにより、以下のような構造的変化が生じた。まず、価値創造の源泉が変容した。近年、経済発展を牽引する主要因は、製造業から、ソフトウェア、金融、バイオテクノロジーなどの知識集約型産業へと移行している（Foray, 2004）。企業競争力においても、物理的資産の優位性は後退し、イノベーションの創出、データ活用能力、そして人的資本（Human Capital）の質が競争力を左右する重要要素として位置づけられている（OECD, 2019）。また、労働市場における構造的変化が生じた。労働市場においては、反復可能なルーチン業務が自動化技術や人工知能（AI）の進展によって代替される傾向が顕著となっている。一方で、高度な認知能力や創造的思考力を要する職種に対する需要が増大している（Autor et al., 2003）。さらに、終身雇用や年功序列といった従来型の雇用形態は縮小し、プロジェクトベースで柔軟性に富んだ就業形態が一般化しつつある（Friedman, 2005）。さらに、生産・流通モデルの革新が起きた。生産・流通モデルにおいても、オンデマンド生産および製品・サービスのカスタマイズ化が進展し、個別ニーズに対応した提供が可能となっている（Anderson, 2006）。さらに、経済活動の主軸は、物理的な物流中

心の構造から、デジタルプラットフォームを介した知識および情報の流通へと移行している (Castells, 1996)。

このような変化を受け、知識基盤社会では、「知識が社会・経済の主要な資源となり、その活用が持続的成長を支える基盤となる」という認識が確立されていった (OECD, 2019; Drucker, 1993)。今後も、デジタル革命や AI 技術の発展に伴い、知識基盤社会への移行はさらに加速すると考えられる。

知識基盤社会では、人間の創造性、学習プロセスの体系化、知識の組織的生産、労働の階層的分割の解消といった要素が、経済成長や社会の発展においてより重要な役割を果たすようになった (Kujath & Stein, 2018)。この社会では、知識が経済的価値の中核を担い、知識の創出・共有・応用のスピードが競争力を左右する (Foray, 2004; OECD, 2019)。

また、知識基盤社会は、「新たな知識・情報・技術が、政治・経済・文化をはじめ、社会のあらゆる領域の活動の基盤として飛躍的に重要性を増す時代」と定義され、その具体的な特性として、以下の四つの要素が挙げられる (中央教育審議会, 2005)。

## 1. 知識のグローバル化

現代社会において、知識は国境を超えて共有され、国際的な競争および協力が一層活発化している。この背景には、インターネットおよびデジタル技術の進展があり、知識流通に伴うコストが著しく低下した結果、学術研究、技術革新、さらにはビジネス分野におけるグローバルな連携が加速している (Castells, 1996; OECD, 2019)。具体例として、オープンサイエンスおよび国際共同研究の進展が挙げられる。国際的なデータ共有および研究協力体制の構築により、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) に対するワクチン開発が短期間で実現した (Aschwanden, 2021)。また、オープンアクセスジャーナルの普及により、発展途上国の研究者も最先端の学術知識に迅速かつ容易にアクセスできる環境が整備されつつある (Piwowar et al., 2018)。

## 2. 技術革新の加速

知識基盤社会においては、新技術の登場速度が著しく速まり、絶え間ない競争および技術革新が生じている (Brynjolfsson & McAfee, 2014)。特に、人工知能 (AI)、ビッグデータ、バイオテクノロジー、ナノテクノロジーといった先端分野における進展が、社会全体の構造および人々の生活様式に多大な影響を及ぼしている (Schwab, 2016)。具体例として、産業構造および労働市場への影響が顕著である。

製造業では、モノのインターネット（Internet of Things, IoT）を活用したスマートファクトリーの普及により、生産プロセスの効率化および高度化が加速している（Kagermann et al., 2013）。また、金融業界では、フィンテック（Fintech）の発展を契機として、従来の銀行業務がデジタル化へと移行し、金融サービスの提供形態が大きく変容している（Arner et al., 2016）。そして、労働市場においては、反復的なルーチン業務の自動化が進む一方で、創造的思考力および問題解決能力を備えた労働者への需要が高まっている（Autor et al., 2003）。

### 3. パラダイム転換の促進

知識の発展過程においては、既存のパラダイム（枠組み）が覆されることが少なくなく、こうした状況下では、多領域にわたる知識と柔軟な思考力に基づく意思決定能力が不可欠となる（Kuhn, 1962）。科学技術の進展に伴うパラダイム転換の具体例として、以下が挙げられる。医学分野では、「遺伝子治療技術の進展により、従来の対症療法中心の医療から、個別化医療（Precision Medicine）への転換」が進められている（Topol, 2019）。そして、経済学分野では、「市場原理に基づく従来型政策から、デジタル経済の進展を踏まえた新たな経済モデルへの移行」が指摘されている（Mazzucato, 2018）。このように、知識基盤社会においては、既存の前提を不断に問い直し、新たな知識および技術を統合しながら適応していく能力が極めて重要である。

### 4. 多様な主体の参画

知識基盤社会においては、性別や年齢を問わず、多様な主体が知識の創出および活用のプロセスに積極的に参画することが不可欠である。デジタル技術の進展に伴い、教育機会が拡大し、多様な背景を有する人々が社会発展に寄与できる環境が整備されつつある（OECD, 2019）。具体例として、オンライン教育の普及および生涯学習の拡充が挙げられる。大規模公開オンライン講座（Massive Open Online Courses, MOOCs）の普及により、世界各地の人々が一流大学の講義を受講する機会を得るようになった（Yuan & Powell, 2013）。また、企業においては、リスキリング（Re-skilling）およびアップスキリング（Up-skilling）施策が推進され、デジタル時代に対応可能な人材育成が進展している（World Economic Forum, 2020）。一方で、多様性がイノベーション創出に与える影響も指摘されている。例えば、異なる文化的背景や経験を持つメンバーで構成されたチームは、単一文化で構成されたチームに比して、創造性および問題解決能力が高いことが示されている（Page, 2007）。このように、知識基盤社会において

は、包摂的な環境づくりと多様性の尊重が、持続的な知識創出およびイノベーションの促進に寄与する重要な要素となっている。

### 知識基盤社会における課題と今後の展望

知識基盤社会においては、グローバル化の進展および社会構造の変化に適応しつつ、知識や情報を適切に活用し、諸課題を解決するとともに新たな価値を創出する能力の重要性が一層高まっている (Foray, 2004)。この変化は、教育、産業、政策立案の各領域に以下のような影響を及ぼしている。教育分野においては、知識の蓄積にとどまらず、創造的かつ批判的に知識を活用する能力の育成が求められる (Mezirow, 1991)。また、産業分野では、新技術を迅速に導入し、知識集約型産業の成長を促進することが不可欠である (Brynjolfsson & McAfee, 2014)。そして、政策分野においては、知識の公平な分配を確保するとともに、デジタル格差の是正が喫緊の課題となっている (United Nations Conference on Trade and Development, 2021)。さらに、今後の知識基盤社会において持続可能な成長を実現するためには、単に知識を活用するだけでなく、倫理的・社会的側面を踏まえた政策および教育の在り方が問われるようになってきている (Floridi, 2013)。

## 1.2 知識基盤社会に求められるリフレクション：DeSeCo と社会人基礎力

### DeSeCo の枠組みとリフレクション

知識基盤社会において求められるコンピテンシー（能力）を特定するために、OECD は「コンピテンシーの定義と選択 (Definition and Selection of Competencies : 以下, DeSeCo)」プロジェクトを実施した。本プロジェクトは、1997 年から 2003 年にかけて実施され、国際的な視点から必要な能力に関する理論的・概念的基盤を構築することを目的として設立された。

このプロジェクトでは、経済学、心理学、哲学などの分野の専門家が集まり、特定の教科や学校の枠を超えて身につけるべき「キー・コンピテンシー (Key Competencies)」を選定し、その意義や指標について深く議論した。その成果として、キー・コンピテンシーに関する共通認識が形成され、2003 年に「キー・コンピテンシー」という報告書が発表された。また、その要約版である「キー・コンピテンシーの定義と選択：エグゼクティブ・サマリー (The Definition and Selection of Key Competencies: Executive

Summary)」が OECD の公式ウェブサイトで開催されている (OECD, 2005)。その概要は以下のとおりである。

## 1. コンピテンシーの定義とキー・コンピテンシーの要件

### (1) コンピテンシーの定義

OECD が 1999 年～2002 にかけて行った「能力の定義と選択」、すなわち DeSeCo プロジェクトにおいて、コンピテンシー (Competency) は「単なる知識や技能を超えたものであり、特定の文脈において心理社会的な資源 (技能や態度を含む) を活用し、動員することで複雑なニーズに対応できる能力 (Ability)」と定義された (OECD, 2005)。

### (2) キー・コンピテンシーの要件

この定義に基づき、キー・コンピテンシーは次の三つの条件を満たすものとされた。

- 経済的・社会的側面から測定可能な利益 (Measurable Benefits) をもたらす価値があること。
- 広範な文脈に適用可能であり、生活の多くの領域に貢献すること。
- すべての個人にとって重要であり、生涯にわたる学習と成長を支援すること。

これらの基準をもとに、キー・コンピテンシーの中核概念が設定され、三つのカテゴリーに分類された (OECD, 2005)。

## 2. コンピテンシーの核心：思慮深い思考 (リフレクション) と行動

コンピテンシーの中心概念として、「思慮深い思考と行動 (Reflective Thought and Action)」の能力が挙げられる。この能力は、創造的な思考を発揮し、知識や技術といったツールの適切性を批判的に評価し、自身の目標や状況に応じて柔軟に適用することを可能にする (OECD, 2005)。

また、思慮深い思考とは、他者との関わりの中で自身の視点や考え方を振り返り、自らの選択や行動の妥当性を評価するプロセスを指す (OECD, 2005)。知識や技術は、多様な状況下で問題解決のための道具として活用されるが、それらの適切性を評価するためには、各段階の論理性を内省するプロセスが不可欠である。

### 3. リフレクションと論理的思考の役割

#### (1) 知識や技術の適切性を評価するリフレクション

知識や技術は、それ自体が目的ではなく、課題解決のための道具である。Schön (1983) は、知識や技術を厳密に適用して道具的に問題解決する技術的合理性を批判し、「実践を振り返るリフレクション (reflection-on-action)」だけでなく、実践の中でのリフレクション (reflection-in-action) を重視している。彼は、複雑で不確実な状況に直面した際、行動中に実際の状況との省察的な会話をを行いながら、問題の枠組みを柔軟に設定し直すことの重要性を説いている。したがって、その適用プロセスにおいては、「その選択が本当に適切であるのか？」という内省 (リフレクション) を通じて、知識や技術の価値を最大限に引き出し、状況に応じて適切な選択が可能になる。

#### (2) 意思決定における論理的思考の重要性

意思決定の過程では、合理的な結論を導くために論理的思考が不可欠である (福田, 2003)。論理的思考を用いた意思決定のプロセスは、単なる直感や経験に基づくものではなく、情報を整理し、前提と結論の関係を明確にすることで、その妥当性を保証する。リフレクションは、この論理的思考プロセスを補完し、意思決定の合理性を確認する重要な役割を果たす。

これらのキー・コンピテンシーは、知識基盤社会において個人が必要とする能力の枠組みを提供するものであり、その中心に「思慮深い思考と行動」が位置づけられている。この能力は、知識や技術を批判的に評価し、自身の目標や状況に応じて柔軟に適用し、意思決定の妥当性を検討するために不可欠である。

特に、自身の思考プロセスを内省し、論理的思考を用いて知識の適切性や意思決定の妥当性を評価することが、適切なリフレクションに通じるため、知識基盤社会で求められる重要な能力である。今後の教育や社会的実践においても、これらのリフレクションを核としたコンピテンシーを身につけることが、個人の成長だけでなく、社会全体の発展にも寄与することが期待される。

## 社会人基礎力の構成

日本においても、グローバル化や知識基盤社会の到来を受け、個人が適応し成長するための能力の枠組みが整備されつつある。その一環として、経済産業省は「人生 100 年時代の社会人基礎力」を提唱し、従来の社会人基礎力の概念を拡張・発展させた（経済産業省，2018）。

この枠組みは、2006 年に策定された社会人基礎力の各能力を踏襲しつつ、個人が仕事や生活の中で自己の能力を発揮し、キャリアをリフレクション（振り返り）することに重点を置いている。特に、「学び」「統合」「目的」の三つの新たな視点を導入し、これらのバランスを取ることが重要であると強調されている。

社会人基礎力は、「前に踏み出す力」「考え抜く力」「チームで働く力」という三つの能力から構成され、それぞれが具体的な 12 の能力要素に分けられている（経済産業省，2006）。この枠組みは、変化の激しい知識基盤社会において、主体的かつ柔軟に対応する能力を養うことを目的としている。

### 1. 新たな三つの視点

2018 年に改定された「人生 100 年時代の社会人基礎力」では、「学び」「統合」「目的」という三つの視点が新たに導入された（経済産業省，2018）。

#### 学び（何を学ぶか）

知識やスキルの習得に留まらず、「学び方」を学ぶことを重視。生涯にわたり学習を継続するための方法論や適応力を育む（Schön, 1983）。

#### 統合（どのように学ぶか）

自己の視野を広げ、多様な経験やスキル、他者の得意分野を組み合わせ、総合的に学ぶ力。たとえば、異なる分野の知識を組み合わせ、新しい価値を生み出す「知識創造のプロセス（Nonaka & Takeuchi, 1995）」に類似する。

## 目的（どう活躍するか）

自己実現や社会貢献を目的として、積極的に行動する能力。企業経営やキャリア形成において、「ミッションドリブンな働き方」の重要性が強調されている（Drucker, 1999）。

## 2. 社会人基礎力とリフレクションの関係

社会人基礎力の根幹には、「リフレクション（Reflection）」が位置づけられている。リフレクションとは、日々の経験や他者との関わりの中で、自身の考えや行動を振り返るプロセスであり、学習と成長の要となる（Mezirow, 1991）。リフレクションのプロセスと、リフレクションと論理的思考力との関係は以下のとおりである。

### (1) リフレクションのプロセス

リフレクションのプロセスには、以下の三つの段階が含まれる（Schön, 1983）。

- ① 経験の分析：過去の行動や意思決定を客観的に振り返る。

例：「プロジェクトでの課題は何だったか？」

- ② 学びの抽出：経験から得られる教訓を明確にし、知識として蓄積。

例：「問題解決のどの部分が有効だったか？」

- ③ 新たな行動への適用：次回の行動に活かし、より適切な選択を行う。

例：「次のプロジェクトでは、別のアプローチを試そう」

### (2) リフレクションと論理的思考

私たちの日々の生活や仕事において問題解決は論理的思考が求められる。論理的思考が必要な理由としては主に三つある。一つ目は、問題の特定と分析のためであり、適切なリフレクションを行うには、問題の構造を論理的に理解することが不可欠である（Facione, 2011）。二つ目は、課題の発見と仮説の

形成のためであり、自身の過去の経験から、パターンを見出し、より適切な判断を下すためには論理的思考が必要である (Lipton, 2004)。最後三つ目は、意思決定の精緻化のためであり、思考のプロセスを内省し、合理的な選択を行うためのスキルを向上させる (Tversky & Kahneman, 1974)。そのため、日々の経験や他者との関わりの中で、論理的思考と結びつき、行動や考えの妥当性を内省 (リフレクション) することで、より合理的かつ効果的な問題解決につながると考えられる。

以上のように、日本における「人生 100 年時代の社会人基礎力」の枠組みは、知識基盤社会に適応し、個人が生涯にわたり成長し続けるための能力を体系化している (経済産業省, 2018)。特に、「学び」「統合」「目的」という三つの視点と、リフレクションを通じた経験の振り返りが、個人のキャリア形成と知識創造において重要な役割を果たす。

また、知識基盤社会の進展により、論理的思考を活用しながらリフレクションを行うことの重要性が増している。これにより、単なるスキルの習得ではなく、経験を知識へと変換し、新たな価値を生み出す能力が求められる時代となっている (Nonaka & Takeuchi, 1995)。

### 1.3 論理推論に対するリフレクションの必要性

これまで見てきたように、知識基盤社会において、複雑な問題を解決するためには、単なる知識の習得にとどまらず、知識を活用し、適応的かつ創造的に思考する能力が求められる (OECD, 2019)。この文脈において、論理推論 (Logical Reasoning) に対するリフレクション (Reflection) の重要性が強調されている。

特に、OECD の DeSeCo プロジェクトおよび日本の「社会人基礎力」の枠組みは、論理的思考の発展と適応的な問題解決能力の育成において、リフレクションの役割を強調している。以下では改めて、これらの枠組みと論理推論におけるリフレクションの必要性について論じる。

#### DeSeCo と論理推論におけるリフレクション

OECD の DeSeCo プロジェクトは、知識基盤社会において必要とされるキー・コンピテンシー (Key Competencies) を明確化し、次の三つの主要なコンピテンシーを提示した (OECD, 2003)。一つ目が、「道具を相互作用的に用いる (Using Tools Interactively)」であり、言語、シンボル、情報技術などを適切に活用する能力である。二つ目が、「異質な集団との交流 (Interacting in Heterogeneous Groups)」で

あり、多様な人々と協働し、適応的に関係を築く能力である。三つ目が、「自律的に行動する (Acting Autonomously)」であり、複雑な状況において、批判的に思考し、適切な意思決定を行う能力である。

このような DeSeCo の枠組みでは、論理的推論の適用において、単なる知識の活用ではなく、Schön (1983) が強調するような自己の思考プロセスを批判的に振り返り (Critical Reflection)、新たな状況に適応するためのリフレクションが不可欠である。リフレクションの必要性は以下の3点に示す通りである。一つ目は、推論の前提の検討である。例えば、「過去の経験に基づく前提が、新たな状況でも適用可能か？」といった問いである。このような推論の前提に対する問いは、DeSeCo における「自律的に行動する」能力を発揮し、適切な意思決定を行うための、前提の妥当性に対するリフレクションである。次に、認知バイアスの排除である。例えば、「確証バイアスに基づいた判断をしていないか？」といった認知バイアスに対する問いである。このような認知バイアスに対する問いは、DeSeCo における「異質な集団との交流」において、多様な視点を受け入れるために、自己の推論を批判的に振り返ることにつながる。三つ目は、論理の一貫性の検証である。例えば、「帰納的推論や演繹的推論が適切に使われているか？」のような論理の一貫性に対する問いは、DeSeCo における「道具を相互作用的に用いる」能力において、論理的推論の適用を評価し、矛盾を修正する能力が求められることにつながる。

## 日本の社会人基礎力と論理推論におけるリフレクション

一方、日本の社会人基礎力は、経済産業省が2006年に提唱し、2018年には「人生100年時代の社会人基礎力」として改訂した(経済産業省, 2018)。この枠組みは、次の三つの主要能力を包含する。

- 前に踏み出す力 (主体性, 実行力)
- 考え抜く力 (論理的思考力, 創造力)
- チームで働く力 (傾聴力, 協調性)

特に、「考え抜く力」には論理的思考力が含まれ、問題解決や意思決定の際にリフレクションを行うことが不可欠とされている (Facione, 2011)。

社会人基礎力において、リフレクションは、個人が知識を適切に活用し、論理的推論の妥当性を評価するための基盤として機能する。例えば、問題発見と課題設定においては、「考え抜く力」の一環として、問題の本質を特定し、課題を明確化する能力が求められる。例えば、「この推論が現実の問題解決に適用可能か？」のような問いを立てる必要がある。また、意思決定の妥当性評価については、「前に

踏み出す力」の発揮には、リフレクションを通じた意思決定の検証が不可欠である。例えば、「この判断は論理的に整合性があるか?」といった問いを立てる必要がある。そして、多様な視点の統合にあたっては、「チームで働く力」において、多様な視点を受け入れ、論理的な議論を行うためにリフレクションが求められる (Nonaka & Takeuchi, 1995)。例えば、「異なる立場の意見を考慮したか?」のような問いを立てる必要がある。

以上の議論から、論理推論に対するリフレクションは、知識基盤社会において、個人が適応的かつ合理的に問題を解決するための重要なプロセスである。DeSeCo の枠組みでは、「自律的に行動する」能力を通じて、推論の前提やバイアスを検討することが求められる。一方、日本の社会人基礎力においても、「考え抜く力」を通じた論理的推論とリフレクションの実践が強調されている。そしていずれの枠組みにおいても、自他の論理推論に対するリフレクションの重要性が強調されている。このように、論理推論の適用においては、単なる形式論理の遵守だけでなく、リフレクションを通じて適応的に思考し、自己の推論の妥当性を批判的に評価することが不可欠である。

## 1.4 教育におけるリフレクションの促進の課題

繰り返しになるが、21 世紀の知識基盤社会では、急速な技術革新と情報の流動性の増大により、従来の教育モデルでは対応しきれない課題が生じている (Foray, 2004; OECD, 2019)。特に、単なる知識の暗記や従来型の演繹的推論に依存した学習では、予測困難な問題に適応する能力を養うことができない (Bransford et al., 2000)。このような状況において、教育におけるリフレクションの推進は、より適応的で創造的な問題解決能力を育成する上で不可欠である。さらに、教育におけるリフレクションは、学習者の批判的思考やメタ認知を促進し (King & Kitchener, 1994; Brookfield, 1995)、学習者の理解を深め、自己調整学習を促進する重要なプロセスである。しかし、リフレクションの実践にはいくつかの課題が存在し、教育環境においてその効果を十分に発揮できない場合がある。教育・学習におけるリフレクションの促進を妨げる主な課題を以下の 4 点から論じる。

### (1) 学習者のメタ認知能力の未発達

リフレクションは、メタ認知能力と密接に関連しており、学習者が自らの思考や学習プロセスを認識し、調整する能力を前提としている (Flavell, 1979)。しかし、多くの学習者は、自己の認知プロセスを意識的に振り返る習慣を持っていないため、効果的なリフレクションが困難となる (Zimmerman, 2002)。一つは、認知負荷の高さが原因である。リフレクションは、単なる知識の再生ではなく、自己の思考を客観的に分析する高度な認知活動を伴う (Sweller, 1988) ため、特に、初学者や経験の少ない学習者にとっては、リフレクションそのものが学習負担となり、適切に機能しないことがある (Chi, 2000)。二つ目は、指導機会の欠如である。メタ認知的リフレクションを促進するための指導が十分に行われていない場合、学習者は「どのように振り返ればよいのか」が分からず、リフレクションの質が低下する (Pintrich, 2002)。例えば、「振り返りを書いてください」と指示されただけでは、単なる出来事の羅列に終始し、学習の深化につながらない。このような課題を解決するためには、リフレクションを促進する具体的なガイドラインやフレームワークを導入する (例えば、Gibbs のリフレクションモデル; Gibbs, 1988)、あるいは、教師がモデリングを行い、効果的なリフレクションの例を示す (Schön, 1983)、といったことが考えられる。

## (2) 評価基準の不明確さ

リフレクションは内省的なプロセスであるため、成果の評価が難しい (Moon, 1999)。その結果、学習者のリフレクション活動が形式的なものになり、効果が限定的になる場合がある。第一に、リフレクションの質の評価が難しいことである。リフレクションは、学習者の内面の変化を伴うため、定量的な評価が困難 (Boud et al., 1985) であるとともに、リフレクションの深さや質をどのように測定するかが明確でないと、学習者がリフレクションの意義を十分に理解できない (Ryan & Deci, 2011)。また、学習者が「正しい答え」に依存していることも妨げとなる。教育環境では、学習者が「正解のある問い」に慣れているため、リフレクションにも正解を求めがち (Kember et al., 2000) であり、生徒たちは、「このリフレクションの内容は、先生が求めているものと一致しているのか？」と考え、形式的な振り返りにとどまってしまう。このような課題を解決するために、リフレクションの評価基準を明確化し、学習者に提示する (例えば、Moon (1999) のリフレクションのレベルを活用)、あるいは、リフレクションのプロセスを重視し、学習者が安心して内省できる環境を整える (Ryan & Deci, 2011) といったことが考えられる。

### (3) 時間と環境の制約

リフレクションには一定の時間が必要であるが、学習カリキュラムの制約や学習環境の影響により、十分なリフレクションの機会が確保されない場合がある (Brookfield, 1995)。第一に、学習時間の不足が挙げられる。教育現場では、知識の習得や試験対策が優先されるため、リフレクションのための時間が確保されにくい (Eraut, 2004)。試験の範囲を終わらせるために、リフレクションの時間を削減せざるを得ないのが現状である。また、学習環境も大きく影響する。リフレクションには静かで集中できる環境が必要だが、教育機関や職場ではそのような時間やスペースが十分に確保されていない (Boud & Walker, 1998)。そして、学習者がリフレクションを行う際に、適切な支援やフィードバックを受けられる環境が整っていないと、効果的なリフレクションが難しくなる (Ryan & Deci, 2011)。このような課題を解決するためには、リフレクションを組み込んだ学習プログラムの導入 (邱他, 2023) や、リフレクションの授業や学習プロセスへの組み込みを定期的 to 実施する (Brookfield, 1995) ほか、オンラインツールや学習日誌を活用し、自己のペースでリフレクションを行える環境を整備したり (Moon, 1999)、といったことが考えられる。

### (4) 文化的・心理的要因

リフレクションは、自己の経験や考え方を内省する過程を伴うため、文化的要因や心理的要因が影響を及ぼす (Boud & Walker, 1998)。文化的要因としては、個人主義的な文化と集団主義的な文化では、リフレクションのアプローチが異なる (Hofstede, 2001)。例えば、欧米の教育では、個人の思考や意見を強調するリフレクションが推奨されるが、日本などの文化では、「自己の考えを主張すること」に遠慮する心理が影響すると一般的に言われる。また、心理的要因としては、自己の失敗や課題を振り返ることに対する心理的な抵抗が影響する (Ryan & Deci, 2011)。例えば、「自分の弱点を直視するのが怖い」「ネガティブな感情を持たたくない」といった抵抗感である。このような課題を解決するためには、グループディスカッションを活用し、個人のリフレクションを支援する (Hofstede, 2001) といった対策が考えられる。

以上のことから、教育・学習におけるリフレクションの促進には、メタ認知能力の発達、評価基準の明確化、学習環境の整備、文化的・心理的要因への配慮が必要である。リフレクションを実践的に活用

するためには、教育機関や指導者がリフレクションの価値を理解し、学習者が効果的に取り組める環境を整備することが不可欠である。

## 第2章 本研究の目的と各章の構成

リフレクションは、単なる振り返りではなく、自己の思考プロセスを批判的に検討することである (Dewey, 1933; Hartmana et al., 2023)。講義内容に関するリフレクションにおいて、問いを用いることで学習者は自身の理解をさらに深め、認知の枠組みを拡張することができる (King, 1992)。しかし、1.4 節で論じたように、リフレクションを十分に機能させるためには、適切な環境や支援が必要であり、様々な阻害要因が存在する。本章では、教育現場での学習プロセスにおける論理推論へのリフレクションの重要性を説明した上で、リフレクションの促進を阻害する課題を分析し、問いの分類手法を提案する意義について論じる。

### 2.1 教育における論理推論の重要性とそれをリフレクションすることの重要性

学習とは、単に知識を暗記することではなく、新しい情報を取り入れ、それを理解し、整理し、適用することによって、知的な成長を遂げるプロセスである (Piaget, 1950)。このプロセスにおいて重要なのは、情報をただ受動的に受け取るのではなく、論理的に処理し、既存の知識と結びつけ、適切に応用することである。

学習が進む過程では、以下の三つの主要なステップが存在する。

#### 情報の理解 (情報を意味あるものとして捉える)

情報を理解するとは、単に事実を知るのではなく、その背景や関係性を認識し、概念的に整理することを指す (Bruner, 1961)。たとえば、数学の授業で「方程式とは何か？」を学ぶ際に、単に「方程式＝数学の式」と暗記するのではなく、

- 変数と定数が含まれている
- 両辺の等式が成り立つ
- 未知の値を求めるための道具である

といった特徴を把握し、それがどのような役割を持つのかを理解することが求められる。この段階で学習者は、情報を自らの知識体系に組み込むために論理的推論を行う。

### 情報の整理（知識の構造化と概念の統合）

理解した情報を整理するとは、新しい知識を既存の知識と関連付け、より高次の概念へ統合することである（Ausubel, 1968）。このとき、論理的思考が不可欠となる。例えば、歴史の授業で「産業革命」について学ぶ際、「産業革命の前後で社会がどう変化したのか」「なぜこの時期に産業革命が起こったのか」「他の社会変革（フランス革命、情報革命など）とどのように比較できるのか」といった問いを立て、因果関係や共通点・相違点を整理したとする。これにより、学習者はバラバラの情報を単なる断片的な知識としてではなく、体系的な知識として理解することができる（Sweller, 1988）。

### 情報の適用（知識の応用と問題解決）

整理された知識を実際の場面で活用することで、学習が完成する。この過程では、論理的思考を駆使して既存の知識を応用し、新しい問題に対処する能力が求められる。例えば、物理の授業で「力の法則」を学んだ後、それを日常の現象（車のブレーキ、飛行機の浮力など）に適用する際、「ニュートンの法則がこの現象にどのように関係しているか」「異なる状況下でこの法則がどう適用されるか」「例外的なケースではどのような追加の要因を考慮すべきか」といった問いを持つことで、学習者は知識を単なる教科書の内容ではなく、実生活の問題解決に役立つツールとして活用することができる（Perkins & Salomon, 1989）。

### 論理的思考と学習の本質的關係

以上のように、学習には情報の理解、整理、適用というプロセスがあり、それぞれの段階で論理的思考が欠かせない。理解の段階では、情報を分析し、その本質を捉える論理的思考が必要となる。また、整理の段階では、既存の知識と新しい知識を結びつけ、体系的に構築する論理的推論が必要となる。そして、適用の段階では、抽象的な知識を具体的な場面に応用し、新たな問題を解決するための論理的判断が必要となる。このように、学習とは単なる記憶作業ではなく、論理的思考によって知識を精緻化し、構造化し、活用するプロセスそのものである。したがって、学習者が論理的思考を深めるためには、論理的思考の推論プロセスに対するリフレクションが不可欠である。

## 2.2 教育におけるリフレクションの阻害要因に対する問いの分類手法の有効性

1.4 節で論じたように、教育においてリフレクションが効果的に機能しない主な要因は主に、①学習者のメタ認知能力の未発達、②評価基準の不明確さ、③時間と環境の制約、④文化的・心理的な要因、の四つが考えられる。それぞれの要因について、問いの分類手法の有効性を考察する。

### 学習者のメタ認知能力の未発達

メタ認知能力は、学習者が自己の思考過程を客観的に把握し、学習戦略を適切に調整するために不可欠である (Flavell, 1979)。具体的には、メタ認知には「認知についての知識」と「認知を調整するスキル」の二つの側面があり、学習者が自身の理解度や問題解決の進め方を意識することが求められる (Schraw & Moshman, 1995)。しかし、多くの学習者はメタ認知能力が十分に発達しておらず、自分の学習プロセスを適切に振り返ることが難しい (Veenman et al., 2006)。教師が適切な問いやプロンプトを設計し、学習者が自身の思考や意思決定の過程を言語化する機会を提供することが重要である (King, 1992 ; King, 1995) ため、前述の問題を克服するために効果的だと考えられる。例えば、「なぜこの答えに至ったのか？」や「他に何をできたか？」といった問いを活用することで、学習者は自己の認知プロセスをより深く省察し、リフレクションの質を向上させることができる (Koriat, 2007 ; Husebø et al. 2013)。

### リフレクションの評価基準の不明確さ

リフレクションの質を測るための明確な基準が存在しない場合、学習者は適切な振り返りを行うことが難しくなる可能性がある。Moon (1999) は、リフレクションを単なる出来事の回想にとどめず、学習の深化につなげるためには、適切な枠組みや指針が必要であると指摘している。同様に、Hatton & Smith (1995) も、リフレクションが表面的な振り返りに終わるのを防ぐためには、学習者に対して明確な基準や適切な問いを提供することが重要であると述べている。例えば、Schön (1983) は、実践の中でのリフレクション (reflection-in-action) と実践を振り返るリフレクション (reflection-on-action) を区別し、適切なガイドがあることで学習者がより深い省察を行えると説明している。したがって、教師がリフレクションの目的や評価基準を明示し、評価的な問いを設計することで、学習者は自身の経験をより深く分析し、学びを促進することができる (Boud et al., 1985 ; Husebø et al. 2013)。

## 時間と環境の制約

リフレクションは深い学習を促進する重要なプロセスであり、十分な時間をかけることで、学習者は自身の経験を整理し、概念を統合することができる (Dewey, 1933)。しかし、多くの教育現場では、過密なカリキュラムや成績評価を重視する環境であるため、学習者が十分な振り返りの時間を確保することが難しい (Schön, 1983)。特に、標準化されたテストや短期間での知識習得を求める教育システムでは、リフレクションの機会が軽視されがちである (Moon, 1999)。この課題に対処するためには、短時間で効果的にリフレクションを行う工夫が必要である。その一つの方法として、教師が適切な問いを活用し、学習者が授業中や学習活動の合間にリフレクションを行えるようにすることが挙げられる (Boud et al., 1985)。例えば、「今日学んだことで最も重要だと思う点は何か?」「この概念をどのように実生活に応用できるか?」といった問いを取り入れることで、学習者は短時間でも自己の学習を振り返ることができる (Kolb, 1984)。さらに、対話型のリフレクションやピア・ディスカッションを活用することで、時間の制約がある中でも、学習者同士の相互作用を通じて振り返りの質を向上させることが可能である (Brookfield, 2005)。

## 文化的・心理的要因

リフレクションは、学習者が自身の経験を振り返り、深い学びを得るために重要なプロセスであるが、その実践には文化的要因や心理的要因が影響を及ぼす (Kolb, 1984)。特に、自己評価に対する不安や、誤りを認めることへの抵抗感が強い学習者は、振り返りを避ける傾向がある (Boud, 2001)。例えば、集団の調和を重視する文化では、個人の失敗を公にすることが恥と捉えられやすく、自己の課題を率直に振り返ることが心理的負担になることがある (Hofstede, 2001)。また、完璧主義的な傾向を持つ学習者は、自らの弱点を認めることに強い抵抗を感じるため、リフレクションを表面的な振り返りにとどめてしまう可能性がある (Brown & Harris, 2013)。このような課題に対処するためには、肯定的で安全な学習環境を構築し、適切な問いを活用することが有効である (Ryan & Deci, 2000)。例えば、「この経験から学んだことは何か?」や「次に活かせる改善点はあるか?」といった前向きな問いを提示することで、学習者が失敗を学習の一環として受け入れやすくなる (Schön, 1983)。さらに、ピア・フィードバックや対話型のリフレクションを取り入れることで、学習者同士が支え合いながら振り返る機会を増やし、心理的負担を軽減することができる (Mezirow, 1991)。

## 2.3 本研究の目的：三つの論理推論に対する問いの分類手法の開発と検証

論理的思考とは、与えられた情報を整理し、推論を行い、新たな知識や結論を導き出す能力を指す (Johnson-Laird, 1999)。論理的思考には、以下のような三つの主要な推論方法が含まれる。

### 帰納推論 (Inductive Reasoning)

帰納推論 (Inductive Reasoning) とは、複数の具体的な事例を観察し、それらの共通点や規則性を見出すことで、一般的な法則や理論を導き出す推論の方法である (Bruner, 1961)。この方法は、科学的発見や日常的な学習において広く用いられ、経験から知識を構築するための基本的な思考プロセスである。そのプロセスは、①観察 (Observation) により個別の事例やデータを収集し、②パターンの発見 (Pattern Recognition) でそれらの事例やデータにおける共通点や繰り返し現れる傾向を見つけ、③一般化 (Generalization) として、得られたパターンをもとに、より広い範囲に適用可能な法則を導き出す、という流れとなる。

例えば、「りんごを手から離すと、必ず地面に落ちる。」「石を投げると、地面に落ちる。」「雨が降ると、水滴は地面に向かって落ちる。」という観察データから、「すべての物体は地面に向かって落ちている。」というパターンを見出すことにより、「すべての物体は地球の中心に向かって引き寄せられる」というより広範な一般的な仮説が生まれる。また、言葉であれば、「He runs fast.」「She sings well.」

「It works perfectly.」という具体的な事例から、「He, She, It の後には三単現の 's' がついた動詞 (runs, sings, works) が使われている。」というパターンが見出され、そこから「英語の現在形の動詞は、主語が三人称単数 (he, she, it) のときに 's' がつく。」というより一般的な文法ルールを導き出す。日常生活であれば、「価格が上がると、多くの消費者が購入を控える。」「ガソリン価格が高騰すると、公共交通機関の利用者が増える。」「コンサートのチケットが安いと、多くの人が購入する。」という具体例から、「価格と消費者の需要には逆の関係がある。」というパターンが見つかり、「需要が価格に反比例する」というより汎用性の高い需要の法則が導き出される。

## 演繹推論 (Deductive Reasoning)

演繹推論 (Deductive Reasoning) とは、一般的な原理や法則を基にして、特定の状況に適用し、論理的に結論を導き出す思考プロセスである (Johnson-Laird, 1999)。「もし前提が正しければ、結論も必ず正しい」という特徴を持ち、数学、科学、法律、論理学など、多くの分野で重要な役割を果たす。

演繹推論は、通常、大前提 (一般的な法則) → 小前提 (個別の事例) → 結論 という形式で成り立つ。例えば、「大前提 (規則) : すべての哺乳類は肺で呼吸をする。」と「小前提 (前提) : 犬は哺乳類である。」から、「結論 (結果) : したがって、犬は肺で呼吸をする。」を導くような推論である。本論文では、大前提のことを「規則」、小前提を「前提」、結論を「結果」と呼ぶ。これは、帰納推論や仮説推論を同じ用語で説明するための措置である。演繹推論では、二つの前提が正しければ、結論 (結果) も必ず正しくなるのが特徴である。

例えば数学では、「大前提 (規則) : 三角形の内角の和は 180 度である。」と「小前提 (前提) :  $\triangle ABC$  は三角形である。」とから、「結論 (結果) : したがって、 $\triangle ABC$  の内角の和は 180 度である。」を導く。このように数学の証明では、演繹推論を用いて一般的な定理を特定のケースに適用し、正しい結論を導き出す。一方、科学では、例えば、「大前提 (規則) : すべての金属は熱を伝えやすい (熱伝導性を持つ)。」と「小前提 (前提) : 銅は金属である。」とから、「結論 (結果) : したがって、銅は熱を伝えやすい。」を推論する。このように、科学では一般的な法則 (物理の原理) を特定の物質に適用することで、特定の結論を導くことができる。こうした演繹推論は日常生活でも行われる。例えば、「大前提 (規則) : 雨が降ると地面が濡れる。」「小前提 (前提) : 今、雨が降っている。」とから、「結論 (結果) : したがって、地面は濡れている。」と推論する。このように、日常的な思考の中でも私たちは無意識のうちに演繹推論を用いている。

## 仮説推論 (Abductive Reasoning)

仮説推論 (Abductive Reasoning) とは、観察された事象に対して、それを生じさせる最も妥当と思われる原因や説明を推測する推論の形式である (Peirce, 1878)。仮説推論は、演繹法 (一般原則から結論を導く) や帰納法 (個別の事例から一般法則を導く) とは異なり、不完全な情報から最適な仮説を形成するプロセスを指す (Josephson & Josephson, 1996)。例えば、ある患者が「熱がある」「のどが痛い」「咳が出る」という症状を訴えたとする。医師はこの限られた情報から、「風邪」や「インフルエンザ」

「COVID-19」などの可能性を考える。そして、「最近の流行状況」や「患者のワクチン接種歴」などの追加情報を収集しながら、最も妥当な診断を行う。これは、観察された事実をもとに、最も合理的な仮説（病気の種類）を導くプロセスであり、仮説推論の典型的な例である。

学習のプロセスにおいても、仮説推論は重要な役割を果たす。学習者は、既存の知識と新たな情報を統合しながら、論理的推論を用いて概念を理解し、応用していく（Chi et al., 1988）。例えば、科学教育では、観察結果をもとに仮説を立て、実験によってその仮説を検証することで、知識を構築していく。このような過程を通じて、学習者は論理的思考を深め、より精緻な理解を形成することができる（Kuhn, 1991）。例えば、理科の授業で、ある生徒が「教室に置いた植物が枯れてしまった」という現象に直面したとする。単に「枯れた」という事実を知るだけではなく、以下のように、その原因を考えることが学習の本質となる。すなわち、観察された結果（事実）として「葉が黄色くなっている、水やりの頻度は変えていない、他の場所にある同じ種類の植物は元気である。」があり、既存の知識（規則）として「日光が不足すると葉が黄色くなる。」を適用すると、「この植物は日光が不足しているにちがいない。」という仮説（結論に対する前提）を導く。そしてこの仮説を検証するために、その植物を窓際に移動させ、1週間後の変化を観察し、植物が元気になれば、「日光不足」が原因だったと判断できる。このように、「観察→仮説→検証→知識の構築」というプロセスを通じて、学習は進んでいく。

このように、学習の質を向上させるためには、単なる情報の記憶ではなく、仮説推論を活用して知識を適用・構築する能力を育成することが不可欠である。具体的には、問題解決型学習や探究学習（Inquiry-Based Learning）といった教育手法を取り入れることで、学習者が論理的推論を実践しながら学ぶ機会を増やすことができる（Hmelo-Silver, 2004）。また、教師は「この結果が得られたのはなぜか?」「他にどのような説明が考えられるか?」といった問いを提示し、学習者が自ら仮説を立て、検証する習慣を身につけられるよう支援することが求められる（Bruner, 1961）。

### リフレクションとして三つの論理推論を問う必要性

論理推論を精緻化するためには、リフレクションが重要な役割を果たす（Dewey, 1933）。なぜなら、三つの論理推論のそれぞれには限界があるためである。したがって、三つの論理推論のそれぞれの限界を認識し、その限界を問い、検証することを通じて、論理推論が精緻化される。

## 帰納推論の限界

帰納推論とは、個別の観察事例から一般的な法則や規則性を導き出す推論の方法である（Hempel, 1966）。例えば、「これまで観察したすべての白鳥は白かった。したがって、すべての白鳥は白い」というように、有限の事例に基づいて一般的な結論を導く。しかし、帰納推論には主に以下の四つの限界がある。すなわち、（1）帰納の問題、（2）反例の可能性、（3）確率的な不確実性、（4）新奇な状況への適用の困難さ、である。

### 1. 帰納の問題 (Problem of Induction)

帰納推論の最も根本的な問題は、デイヴィッド・ヒューム（David Hume, 1739/1748）によって指摘された「帰納の問題」である。ヒュームによれば、帰納推論には論理的な正当性を保証する原理が存在しない。つまり、「過去に成り立っていたことが未来も成り立つ」と考えること自体が、また帰納的に推論されているに過ぎない（Hume, 1739）。例えば、「太陽は毎日昇る」という一般化は、過去の観察に基づいているが、それが未来も必ずしも成り立つとは限らない。したがって、帰納推論には原理的な正当化が困難であるという問題がある。

### 2. 反例の可能性とブラックスワン問題

帰納推論のもう一つの大きな限界は、反例の可能性である（Popper, 1959）。カール・ポパー（Karl Popper）は、「科学的理論は反証可能でなければならない」と主張し、帰納推論に基づく一般化は常に反例によって覆る可能性があることを示した。例えば、「すべての白鳥は白い」という主張は、黒い白鳥が発見されることで直ちに否定される（Taleb, 2007）。これは「ブラックスワン問題（Black Swan Problem）」と呼ばれ、少数の反例が従来の知識体系を根底から覆ってしまう可能性を示している。このように、帰納推論によって導かれた規則は、絶対的な確実性を持たない。

### 3. 確率的な不確実性

帰納推論のさらなる限界は、推論が確率的な不確実性を伴うことである（Salmon, 1966）。科学的推論では、帰納推論を用いて確率的な予測を行うが、その推論が常に正しいとは限らない。例えば、医学分野では「この薬は80%の患者に効果がある」という知見が得られたとしても、20%の患者には効果がな

いことを意味している。つまり、帰納推論は完全な決定性を持たず、確率的な誤差を伴う。特に複雑なシステムにおいては、環境要因の影響によって帰納的に導かれた結論が変動することがあり、その不確実性を完全に排除することはできない (Howson & Urbach, 1993)。

#### 4. 新奇な状況への適用の困難さ

帰納推論の最後の限界は、新しい状況への適用が困難だという点である。帰納推論は、過去のデータに基づいて未来を予測するが、新しい事象や未経験の状況に直面した際には適用が難しくなる (Goodman, 1955)。例えば、AI や機械学習モデルが過去のデータを基に予測を行う場合、学習データに存在しないパターンに対しては適切な推論ができないことがある。これは「新規性の問題 (Problem of Novelty)」とも呼ばれ、帰納推論が既存のデータに依存しているために、新しい状況に柔軟に対応できないことを示している。

以上のように、帰納推論には限界があるため、それぞれの限界を認識し、それぞれの限界の可能性について問いを立て、検証することによって論理推論が精緻化される。

#### 演繹推論の限界

演繹推論とは、一般的な前提から論理的に必然的な結論を導き出す推論の方法である (Russell, 1912)。例えば、次のような三段論法が典型的な演繹推論である。

- 大前提 (規則) : すべての人間は死ぬ (一般的な法則)。
- 小前提 (前提) : ソクラテスは人間である (個別の事実)。
- 結論 (結果) : したがって、ソクラテスは死ぬ。

このように、演繹推論の特徴は「前提が正しければ、結論も必ず正しい」という点にある。しかし、演繹推論にはいくつかの限界があり、(1) 前提の真偽に依存する、(2) 知識の拡張が困難、(3) 実世界の不確実性に適応しにくい、(4) 経験的な知識を生成できない、という点が指摘されている (Hempel, 1966; Popper, 1959)。以下、それぞれの限界について論じる。

## 1. 前提の真偽に依存する

演繹推論の最大の問題は、前提が誤っている場合、結論も誤るという点である (Russell, 1912)。演繹推論は、その論理形式が正しければ結論も正しくなるが、前提自体が誤っていれば、いかに論理的に整合性があっても無意味な結論となる。例えば、「大前提 (規則) : すべての鳥は飛ぶ。」を「小前提 (前提) : ペンギンは鳥である。」に適用すると、「結論 (結果) : したがって、ペンギンは飛ぶ。」が得られる。この結論は論理的には正しい形式で導かれているが、大前提 (規則) が誤っているため、結論 (結果) も誤る。このように、演繹推論は前提の正しさに完全に依存しており、前提が間違っていると無意味な結論を導くことになる (Quine, 1951)。

## 2. 知識の拡張が困難

演繹推論は、新しい知識を生み出すのではなく、既存の知識を整理することに留まる (Hempel, 1966)。すでに知られている一般原理から特定の事象を説明することはできるが、未知の事象についての新たな発見にはつながらない。例えば、「大前提 (規則) : すべての哺乳類は肺を持つ。」を「小前提 (前提) : 犬は哺乳類である。」に適用すると、「結論 (結果) : したがって、犬は肺を持つ。」が得られる。この推論は論理的に正しいが、「犬が肺を持つ」という知識は、すでに前提の中に含まれている情報を単に再構成しただけであり、新しい発見にはならない。この点で、演繹推論は知識の拡張が困難である (Popper, 1959)。

## 3. 実世界の不確実性に適応しにくい

演繹推論は「確実性」を前提とするため、現実世界の不確実性や確率的な状況には適応しにくい (Kyburg, 1974)。実世界の意思決定では、前提が確定的でないことが多く、確率的な推論が必要になる場合がある。例えば、「大前提 (規則) : 風邪をひけば 90% の患者は発熱する。」を「小前提 (前提) : A さんは風邪をひいている。」に適用すると、「結論 (結果) : したがって、A さんは発熱する。」と推論される。この推論は確率的には妥当であるが、演繹推論としては成立しない。なぜなら、演繹推論は 100% の確実性を前提とするため、「90% の確率で起こる」という条件では適用できないからである (Carnap, 1950)。そのため、現実の意思決定では、演繹推論よりも帰納推論や仮説推論がより有用な場面が多い。

#### 4. 経験的な知識を生成できない

演繹推論は、既存の前提から結論を導くため、経験的なデータや観察に基づく知識の生成には適さない (Kuhn, 1962)。科学の発展には新しい事実の発見が不可欠であり、それには観察や実験が必要となる。たとえば、「大前提 (規則) :すべての金属は電気を通す。」を「小前提 (前提) :銅は金属である。」に適用すると「結論 (結果) :したがって、銅は電気を通す。」が得られる。この推論は論理的には正しいが、「すべての金属は電気を通す」という前提自体が、帰納的な観察や実験に基づいていなければならない。つまり、演繹推論だけでは、新しい物理法則の発見や科学的知識の拡張は不可能であり、経験的なアプローチが必要となる (Hempel, 1966)。

#### 仮説推論の限界

仮説推論は、与えられた観察結果に対して、最も妥当な説明を推測する推論の方法である (Peirce, 1878)。例えば、「結果:地面が濡れている。」に、「規則:雨が降れば地面が濡れる」を適用することにより、「前提:もしかすると昨夜は雨が降ったのかもしれない。」という仮説を立てるような推論である。このように、仮説推論は不完全な情報から最も合理的な説明を推測する。しかし、仮説推論には主に、①仮説の選択の恣意性、②確実性の不保証、③反証可能性の問題、④知識の偏りの影響、という四つの限界が考えられる。

##### 1. 仮説の選択の恣意性

仮説推論の最大の問題は、どの仮説を選ぶかが明確に決まらない点である (Lipton, 2004)。例えば、「結果:地面が濡れている。」が観察されたとして、仮定される前提としては、「前提1:雨が降った。」「前提2:誰かが庭に水をまいた。」「前提3:水道管が破裂した。」など様々な仮説が考えられる。そして、これらの前提のどれを選ぶかには明確な基準がない。仮説選択の基準として「最も単純な説明 (Occam's Razor)」が用いられることがあるが、単純さが必ずしも正しい説明であるとは限らない (Sober, 1988)。したがって、仮説推論は論理的に確定的な結論を導くのではなく、仮説の選択に主観的な要素が介在するという限界を持つ。

## 2. 確実性が保証されない

仮説推論は、本質的に不確実性を伴う (Harman, 1965)。仮説推論の結論は「最も妥当な説明」を推測するものであり、「必ず正しい結論」ではない。例えば、「結果：窓が割れている。」が観察された時に、「規則：泥棒は窓を割って侵入する。」を適用して、「前提：泥棒が侵入したのかもしれない。」という仮説を導く場合を考える。この仮説は合理的に見えるが、実際には「強風で飛んできた石が窓を割った。」という別の説明が正しい可能性もある。このように、仮説推論の結論は常に他の説明と競合し、不確実性が付きまとう (Josephson & Josephson, 1994)。したがって、どれがもっともらしい前提であるかを問う必要がある。

## 3. 反証可能性の問題

カール・ポパー (Karl Popper, 1959) によれば、科学的な理論は反証可能でなければならない。しかし、仮説推論によって導かれた仮説の多くは、必ずしも明確に反証可能とは限らない。例えば、「UFO は宇宙人の乗り物である」という仮説が立てられた場合、それを反証するための決定的な証拠を得ることは難しい。このように、仮説推論によって得られた仮説は、多くの場合、証拠に基づいて修正や補強が可能であるため、明確に否定されることが困難である (Hempel, 1966)。このため、仮説推論が導く結論の科学的な厳密性には限界がある。

## 4. 知識の偏りの影響

仮説推論は、すでに持っている知識や経験に大きく依存するため、知識の偏り (Cognitive Bias) に影響されやすい (Tversky & Kahneman, 1974)。例えば、医師が患者の症状を診断するとき、自分がよく遭遇する病気に基づいて診断を下す傾向がある (代表性ヒューリスティック)。このため、より適切な診断が可能であるにもかかわらず、先入観や偏見によって誤った仮説を選んでしまうことがある。さらに、仮説推論は「確認バイアス (Confirmation Bias)」の影響を受けやすい。人は、自分の仮説を支持する証拠を優先的に探し、反証する証拠を軽視する傾向がある (Nickerson, 1998)。例えば、先の「窓が割れているのは泥棒が入ったからだ。」という仮説推論であれば、たまたま数日前に近所に泥棒が窓を割って侵入したという経験が影響している可能性がある。このため、仮説推論が正しい結論に到達するとは限らず、誤った仮説が採択されてしまう可能性がある。

## 本研究の目的

これまで論じてきたように、教育における学習もしくは学びとは、単に知識を覚えることではなく、知識の習得を通じて論理的な思考、すなわち論理推論力を育み、習得した知識を用いて論理推論を行い、新しい知識を形成していくことである。したがって、論理的な思考力を向上させ、知識を深く理解し、習得した知識を適切に適用するためには、論理的思考の推論過程に対するリフレクションが不可欠である。

一方で、教育におけるリフレクションを妨げる要因を解消するためには問いの分類手法が有効である。なぜならば、問いの分類手法を提供することにより、教育におけるリフレクションを妨げる以下の四つの要因を解消できるからである。一つ目は、メタ認知能力が未発達な子どもたちであっても、問いの観点が示されていれば、それに従って適切な問いを立てることができ、有効なリフレクションができる。二つ目は、これまではリフレクションの評価基準が不明確であったために適切なリフレクションをしづらかったが、問いの分類手法を提供することにより、それがリフレクション、すなわち問いの評価の観点となる。三つ目は、リフレクションを行うには時間も集中できる環境も必要だが、問いの分類手法を教育プログラムの中に埋め込むことにより、リフレクションを含めた授業設計を行うことができるとともに、グループディスカッションなどを通じた発散的なリフレクションも可能となる。最後に、文化的・心理的な要因については、問いの分類手法が提示されることにより、この分類基準に基づいた問いを挙げることで学びにつながることを示され、文化的・心理的な障壁を超えた学びの場が形成できる。

教育における学びにおいて、帰納推論、演繹推論、仮説推論の三つの論理推論が重要な役割を担っているため、論理的思考の推論過程へのリフレクションとは、これら三つの論理推論を問うことだと言える。

なぜ論理推論を問う必要があるかといえば、それぞれの論理推論には限界があるためである。つまりいずれの推論にも欠点があり、完全なものではない。したがって、これらの限界に疑問を抱き、問いを立て、検証することを通じて、論理推論、ひいては論理的思考が精緻化され、習得される知識も新たに形成される知識も洗練されたものとなる。

以上のことから、本研究の目的は、実際の学習場面において子どもたち、あるいは教師が知識の理解と適用のプロセスに対するリフレクションを促進できるような、三つの論理推論に対する問いの分類手法を開発し、検証することとする。

## 2.4 各章の構成

本論文は、論理推論に対する問いの分類手法を開発し、その客観性を検証するとともに、教育現場における知識の理解と適用のプロセスへのリフレクション促進および論理的思考力の向上に資する活用可能性について検討することを目的としている。以下に、各章の構成について述べる。

第1章では、現代社会において求められるリフレクションの重要性について概説する。特に、知識基盤社会における適応的かつ合理的な問題解決能力の育成、そして学習者自身が思考過程を振り返る力を養う必要性に着目し、教育現場でのリフレクション促進の課題について整理する。

第2章では、先行研究を概観し、リフレクションを促進するための具体的手法に関する研究動向を整理する。また、論理推論に着目した問いを用いることが、リフレクションの質を高める上で有効である理由を示し、本研究の目的を明確にする。

第3章では、帰納推論、演繹推論、仮説推論という3種類の論理推論に対する問いを、問いの具体性に応じて三つのレベル（第1レベル：意図の曖昧な問い、第2レベル：推論を確認する問い、第3レベル：推論プロセスを問う問い）に分類する手法を提案する。この分類手法の妥当性および客観性を検証するため、大学院生を対象に収集した問いデータを複数の分類者が分類し、一致度を $\kappa$ 係数により評価する。

第4章では、第3章で検証した問いの分類手法をさらに精緻化し、特に第3レベルの具体的な問いについて、帰納推論、演繹推論、仮説推論ごとに「早すぎる一般化」「論理の揺らぎ」「オッカムのカミソリ」など、推論過程を問う観点を導入した分類手法を開発する。この手法を用いて、第3章で対象とした大学院生の問いデータのうち、第3レベルの具体的な問いをさらに分類し、 $\kappa$ 係数により分類手法の客観性を再度検証するとともに、分類結果をもとに学習者のリフレクションの実態について考察する。

第5章では、第3章と第4章で得られた分類結果を踏まえ、論理推論に対する問いの分類手法が学習者の深いリフレクションを促す可能性について総合的に考察する。また、本研究における限界についても言及し、今後の研究課題として、問いの分類手法をさらに発展させ、リフレクションを促進する教育プログラムの開発や、AI技術を活用した問い分類支援システムの構築など、実践的展開の方向性について展望する。

第6章では、本研究の成果をまとめるとともに、問いの分類手法の理論的・実践的意義を総括する。また、分類手法の教育現場への適用可能性や、ビジネス領域、医療現場、法律実務など実社会での活用

可能性について議論し、論理推論に対する問いの分類手法が、教育・実務両面において有効な手法であることを示す。

以上の章構成を通じて、本研究が提案し検証する論理推論に対する問いの分類手法が、教育現場や実社会においてリフレクションを促進し、論理的思考力の向上に寄与する有効な手立てであることを明らかにする。

## 第3章 三つの論理推論に対する問いの分類手法の検証

2.3 節で論じたように、三つの論理推論はあくまでも推論であるため、導かれた結論は絶対的なものではなく、それが導かれるプロセスも絶対的なものではない。したがって、それぞれの論理推論には疑問の余地があり、これらの疑問の観点について一つ一つ問い、一つ一つ検証していくことにより、それぞれの論理推論は精緻化されていく。これがリフレクションであり、熟慮である。第3章では、三つの論理推論に対する問いの分類手法を提案し、その分類手法を、実際の授業のリフレクションとして挙げられた学生からの問いに用いた場合の客観性を検証する。

三つの論理推論はそれぞれ共通する三つの要素から構成される。すなわち、何らかの事象の原因や条件となる「前提」、その前提によって生じる「結果」、そして前提と結果とを結ぶ「規則」の三つである。帰納推論は、複数の前提と結果の対（事象、あるいは事例）における共通性に基づき一般的な「規則」を推論する。演繹推論は、主に帰納推論によって形成された規則を前提に適用して結果を推論し、これをさらに繰り返すことでより複雑な演繹推論を行う。仮説推論は、主に帰納推論によって形成された規則を観察された結果に適用して、それを生じさせた前提を推論し、これをさらに繰り返すことでより複雑な仮説推論を行う。

したがって、それぞれの論理推論のプロセスには、問うレベルは以下の三つがある。一つ目のレベルは、それぞれの論理推論を構成する三つの要素のうちの一つだけを使った問いである。二つ目のレベルは、それぞれの論理推論を構成する三つの要素のうち二つを使った問いである。そして三つ目のレベルは、それぞれの論理推論を構成する三つの要素すべてを使った問いである。それぞれ以下に詳述する。

### 3.1 3階層の問いの分類

#### 第1レベルの問い：意図の曖昧な問い

帰納推論の場合、「昨夜、雨が降った（前提）」「翌朝、庭が濡れていた（結果）」、「1週間前の朝、雨が降った（前提）」「その日の昼、庭が濡れていた」…という複数の事象から、それらの共通性、すなわち「雨が降る」と「庭が濡れる」とから一般化して、「雨が降れば、庭が濡れる（規則）」を導く。この場合の一つだけの要素を用いた問いとは、例えば、「昨夜、雨が降ったのは本当か？」（前提

だけを問う), 「その日の昼に庭が濡れていたのは何時か?」(結果だけを問う)というように, 規則を導くプロセスで使われる前提もしくは結果だけを問うような問いである。このような問いは事実確認を行うための問いとしては大事であるが, 何のためにその問いをするのか, という意図が暗黙であるため, 帰納推論の何を問いたいのかが不明である。例えば, 「その日の昼に庭が濡れていたのは何時か?」という結果だけを問うような問いの場合, 雨が降ってからどれくらいの時間が経っているかを知ることにより, 庭が濡れているのが雨のせいではない可能性を疑っているのか, それとも庭が濡れていた時間を知ることによって降った雨の量を特定したいのか, わからない。したがって, このような問いは意図の曖昧な問いと言える。

次に演繹推論の場合, 「今夜は雨が降る予報だ(前提)」に, 帰納推論によって導かれた「雨が降れば, 庭が濡れる(規則)」を適用して, 「明日の朝は, 庭が濡れているだろう(結果)」と予測することである。この場合の一つだけの要素を用いた問いとは, 例えば, 「今夜, 雨が降る確率は何パーセントなのか?」(前提だけを問う), 「雨が降っても庭が濡れないこともあるのではないか?」(規則を疑う), というように, 結果を予測するプロセスで使われる前提もしくは規則だけを問うような問いである。このような問いは事実確認を行うための問いとしては大事であるが, 何のためにその問いをするのか, という意図が暗黙であるため, 演繹推論の何を問いたいのかが不明である。例えば, 「今夜, 雨が降る確率は何パーセントなのか?」という前提だけを問うような問いの場合, パーセントが低ければ翌朝庭が濡れていない可能性があることを疑っているのか, 雨が降る量を推定した上で翌朝の庭の濡れる程度を推測したいのか, わからない。したがって, このような問いは意図が曖昧な問いである。

最後に仮説推論の場合, 「今朝起きたら庭が濡れていた(結果)」に, 帰納推論によって導かれた「雨が降れば, 庭が濡れる(規則)」を適用して, 「昨夜は, 雨が降った(前提)」に違いないと憶測することである。この場合の一つだけの要素を用いた問いとは, 例えば, 「庭が濡れていたのは何時間くらいか?」(結果だけを問う), 「雨が降っても, 庭が濡れないこともあるのではないか?」(規則を疑う), というように, 前提を憶測するプロセスで使われる結果もしくは規則だけを問うような問いである。このような問いは事実確認を行うための問いとしては大事であるが, 何のためにその問いをするのか, という意図が暗黙であるため, 仮説推論の何を問いたいのかが不明である。例えば, 「雨が降っても庭が濡れないこともあるのではないか?」という規則だけを問うような問いの場合, 庭が濡れたからといって雨のせいではないこと(規則=命題の逆)を疑っているのか, 雨が降らなければ庭は濡れない

こと（規則＝命題の裏）を疑っているのか、わからない。したがって、このような問いは意図が曖昧な問いである。そもそも命題（規則）が真であったとしても、その裏や逆が真であることは保証されないため、そのような問いはそもそも論理的ではない。

## 第2レベルの問い：推論を確認する問い

それぞれの論理推論を構成する三つの要素のうち二つを用いて表現された問いが第2レベルの問いである。帰納推論の場合、複数の前提と結果の対を引用して帰納される規則について問うものである。例えば、「雨が降った」（前提）と「庭が濡れた」（結果）から「雨が降れば庭が濡れる」という規則が得られるのか？といった問いである。演繹推論の場合は、前提と規則を引用して、そこから演繹される結果について問うものである。例えば、「昨夜、雨が降った」（前提）に「雨が降れば庭が濡れる」（規則）を適用して、「昨夜、雨が降ったから、今朝は庭が濡れている（結果）と言えるか？」というような問いである。仮説推論の場合は、結果と規則を引用して、そこから推論される前提について問うものである。例えば、「今朝、庭が濡れていた」（結果）に「雨が降れば庭が濡れる」（規則）を適用して、「今朝、庭が濡れていたから、昨夜は雨が降ったと言えるか？」というような問いである。

このような問いは自明なことを訊いているように思われるかもしれないが、授業などで初めて学ぶような概念の場合には、それぞれの推論によって導かれる要素が正しいかどうか不安であるため、このような推論を確認する問いというのも十分に考えられる。このような推論を確認する問いを挙げ、その説明を自身で考える（self-explanation）ことにより、その概念に対する理解が深まるとともに、推論の過ちをメタ認知することが可能となる（Chi et al., 1994）。また、推論を確認する質問は、批判的思考を支える要素であり、特に反証検討（counterevidence evaluation）を促し、推論の正当性を吟味し、偏りや誤りを排除するために不可欠である（Ennis, 1996）。さらに、科学的探究活動において、「そのデータは本当に仮説を支持しているか？」といった問いは、データ解釈の妥当性を点検し、誤った因果推論を防ぐ役割を果たす（Zimmerman, 2000）。

## 第3レベルの問い：推論プロセスを問う問い

それぞれの論理推論を構成する三つの要素のすべてを用いた問いが第3レベルの問いである。例えば帰納推論であれば、「複数の『雨が降った』（前提）と『庭が濡れた』（結果）から『雨が降れば庭が濡れる』（規則）が導かれるが、これら複数の事象のサンプル数は、規則を導くのに十分なのか？」（帰

納推論における早すぎる一般化を疑う問い」といった問いである。演繹推論であれば、「『昨夜、雨が降った』(前提)に『雨が降れば庭が濡れる』(規則)を適用すれば、『今朝は庭が濡れているだろう』(結果)と予測できるが、庭が濡れていない可能性はないだろうか?」(規則の例外を疑う問い)という問いである。仮説推論の場合、「『今朝、庭が濡れていた(結果)』に『雨が降れば庭が濡れる』(規則)を適用すると、『昨夜、雨が降った』(前提)はずだが、庭は満遍なく濡れているだろうか?」(観察された結果を疑う問い)というものである。

このような第3レベルの問いを立てることは、第1レベル、第2レベルの問いを立てることよりも重要だと考える。なぜなら、私たち人間は日常的に、無意識のうちに演繹推論、帰納推論、仮説推論を行っている(Johnson-Laird, 2006)が、推論過程において誤りが生じることも少なくなく、自己の推論を点検し確認することが重要だからである。例えば、ヒューリスティクス(近道的思考)が人間の判断に系統的なバイアスをもたらし、誤った推論につながることを指摘されている(Tversky & Kahneman, 1974)。また、私たちの持っている様々なバイアス(確証バイアス、信念バイアスなど)は、私たちの論理推論に影響し、しばしば非論理的な判断を下すことが確認されている(Evans, 1989)。さらに、メンタルモデル理論に基づく、私たち人間は有限の作業記憶容量のもとで推論を行うため、完全な論理演算ではなく、簡略化した心的モデルを用いることが多く、これが私たちの推論に誤りを生じさせる一因となっている(Johnson-Laird, 2006)。だからこそ、第3レベルの問いにより、論理推論のプロセス(論理推論を構成する三つのうちの二つの要素)とその結論(残りの一つの要素)をすべて把握した上でのリフレクションが重要となる。

以上をまとめると、第1レベルから第3レベルまでの問いは以下の五つに分類できる(Qiu et al., 2024)。これら五つの分類基準を用いて実際の問いを分類し、その妥当性と、問いの傾向を明らかにする。

#### 第1レベルの問い

- a) 曖昧な問い：前提、規則、結果のいずれか一つしか含まないもの

#### 第2レベルの問い

- b) 帰納推論を問う問い：前提と結果を含み、欠けている規則を問うもの
- c) 演繹推論を問う問い：前提と規則を含み、予測できる結果を問うもの

- d) 仮説推論を問う問い：結果と規則を含み、推論できる前提を問うもの

### 第3レベルの問い

- e) 具体的な問い：前提，規則，結果の要素をすべて含んだ上で，いずれかの要素をさらに問うもの

## 3.2 三つの論理推論に対する問いの分類手法の客観性の検証

本研究では，上述した問いの分類に基づき，複数の分類者が同一の質問群を分類し，その分類がどれだけ一致しているかにより，客観性を検証する。分類 (classification) は，科学研究，調査，データ分析，政策決定など，さまざまな場面で情報を整理し，意味づけるために不可欠な作業である。したがって，分類においては，客観性 (objectivity)，すなわち研究者個人の主観や先入観を排し，誰が行っても同じ結果になるようにすることが極めて重要である。分類における客観性が重視される主な理由は以下の通りである。

### 1. 分類が知識構築の基盤であるため

分類は単にデータを整理する作業にとどまらず，何が「事実」として認識され，どのように理解されるべきかを形作る基盤となる。すなわち，分類の枠組みによって，私たちが現象をどのように捉えるかが規定される。Rudner (1966) は，「分類とは科学的推論の出発点であり，観察の枠組みを与える」と述べている。分類基準に恣意性や主観が混じると，その後の観察，分析，解釈まで歪められ，得られる知識そのものの信頼性が損なわれてしまう。例えば，環境科学で「絶滅危惧種」を分類する場合，分類基準が客観的でなければ，ある研究者は「絶滅危惧」と判断し，別の研究者は「問題なし」と評価するなど，一貫性を欠く結果となる。このような状況では，科学的知見が蓄積されず，保護政策も混乱してしまう。分類は，「世界をどう捉えるか」を決定づける行為であるため，その客観性は科学だけでなく，公正で持続可能な社会の基盤を支えている。

### 2. 主観によるバイアスがデータ解釈を歪めるため

分類基準が明確でなく、研究者の主観に頼ってしまうと、個人の価値観や先入観によってデータが歪曲される危険性がある。特に社会科学や医学分野では、この問題が顕著である。Martin (1973) は、精神医学領域で診断名(分類)が医師ごとにばらつく問題を指摘し、「診断(分類)に主観が入り込むと、患者の治療方針や社会的評価に大きな影響を与える」と警告した。このように、分類における主観性は、現実世界に具体的な不利益をもたらしかねない。例えば、うつ病患者を「軽度」と分類するか「重度」と分類するかで、処方薬や療法が変わるケースもある。この判断が主観的で一貫しない場合、患者に不適切な治療が施される可能性がある。

### 3. 分類の再現性と比較可能性を担保するため

科学研究では、同一の対象について異なる研究者が独立に研究を行っても、同様の結果が得られる(再現性) ことが必要である。分類が主観的であれば、この再現性が損なわれるからである。Krippendorff (2018) は、内容分析やデータ分類において「複数の分類者が同じデータを扱った場合でも同様の分類結果になること(信頼性)」を最重要視しており、「分類が主観的であると、データ比較や知識蓄積が困難になる」と述べている。例えば、教育研究で「児童の質問力」を評価・分類する場合、ある教師は「積極的」と判断し、別の教師は「消極的」と分類するようでは、教育プログラムの効果を比較・検証することは困難となる。

### 4. 公平性・中立性を担保するため

分類が客観的でない場合、特定の集団に対する差別や不利益につながる危険もある。Bowker & Star (1999) は、分類システムが社会的現実を作り出す力を持つことを指摘し、「分類過程に潜むバイアスが、特定集団に対する排除や不利益を生む可能性がある」と論じている。例えば、労働市場における「技能労働者」の分類基準が曖昧で、担当者の主観が混じると、特定の国籍や性別の人々が正当な評価を受けられなくなるリスクがある。このような不公正を防ぐためにも、分類手法には客観性が必要である。

### 5. 機械学習・AI 時代における客観性の重要性

現代では、データ分類が AI や機械学習モデルの訓練データとして用いられることが増えている。この段階で分類基準に主観性やばらつきがあれば、AI モデル自体が偏った判断を学習してしまう。Friedman et al. (2009) は、「データ分類や前処理段階でのエラーが、最終的なモデルの精度や公平性に

重大な影響を与える」と指摘している。例えば、採用選考に用いる AI システムにおいて、学歴や職歴の分類が主観的であれば、AI が誤った傾向を学び、不公平な選考を助長する結果になりかねない。

### 分類対象となる質問群

2020 年 4 月から 5 月にかけて、北海道内の某国立大学において、2020 年度春タームに開講された「科学技術社会構成論 I」の受講者 24 名を対象に、質問データを収集した。対象者は全員、修士課程 1 年次の学生であった。大塚（2020）によれば、大学初年次生を対象とした論理的思考力に関する実態調査において、命題の適切な活用や具体例に基づく統合的理解に課題が認められた。また、学部 1 年生を対象とする全学教育科目における調査では、受講者が授業内容に関して提出した問いを分析した結果、形式的に問いとして成立しているものはごく少数であったことが報告されている。一方で、多くの大学卒業生や大学院生は研究経験を積むことにより、課題の発見や定式化などの研究遂行能力を一定程度向上させていることが指摘されている（Seymour et al., 2004; Gilmore et al., 2015）。論理的思考力は、これら研究遂行能力の基盤をなす基本的スキルの一つであり、大学院生は授業内容を論理的に理解し、適切な問いを立てる能力を備えていると考えられる。これらの知見を踏まえ、大学院生を調査対象とすることが妥当であると判断した。

「科学技術社会構成論 I」は、大学院共通科目および理学院専門科目として位置づけられており、所属分野を問わず、全ての大学院生が受講可能な講義である。この科目は、履修者層の広がりから、多様な学生が履修すると想定された。また、こうした開かれた履修環境のもとでは、受講者から多様かつ豊富な問いが収集できる可能性が高いと考えられる。さらに、学習内容に対する理解度は、学生が生成する問いの質および量に大きな影響を与えることが先行研究で指摘されている（Miyake & Norman, 1979）。このことから、受講者が問いを立てやすくするためには、授業内容が高度な専門知識を前提とせず、広く一般的な理解が可能であることが望ましい。大学院共通科目は、多様な専門分野の学生を対象としているため、学習内容も比較的平易に設計されており、理解しやすいことが特徴である。このような理由から、「科学技術社会構成論 I」を調査対象科目として選定した。授業では、教員が視覚資料や参考文献を提示しながら、講義内容を体系的かつ詳細に解説し、学生の理解を促進する工夫が行われていた。

本授業は全 7 回で構成されており、各回において以下のテーマに基づき講義が展開された。第 1 回では、「問いの重要性と好奇心の影響要因」を主題とし、人間が問いを発する背景にある探究心と、好奇心を喚起する要素について論じた。第 2 回は、「何を問うのか」をテーマに、人間の知覚特性に着目し、

知覚過程における認知的ギャップがいかに問いを生むかについて説明した。第3回は、「何により問うのか」をテーマとし、人間の視覚特性に焦点を当て、対象に対する注意や意識の向け方が問いの生成に果たす役割について検討した。第4回では、「問いに答える」をテーマとして、知識獲得の過程における既有知識の活用と、問いに対する回答形成における知識の重要性について解説した。第5回は、「なぜより良い問いが大切か」を主題とし、問題解決過程において質の高い問いが果たす役割および、それが思考の深化や新たな発見につながる意義について論じた。第6回では、「科学とは何か」をテーマに、論理実証主義、反証主義、演繹的および帰納的推論など、科学的探究における基本的な理論枠組みとそれらが抱える課題について整理した。第7回は、「社会構成主義の観点から見た科学」をテーマとし、科学的知識の生成過程における社会的・文化的要因に着目し、科学的問いの創造と社会構成主義的視座に基づく科学観について解説した。以上のように、各回の講義では、人間の認知特性や科学哲学に関する理論的枠組みを参照しながら、問いの生成と応答に関する多面的な理解を促す内容が体系的に展開された。

3.1 節で論じたように、私たちは三つの論理推論を日常的に無意識に行なってしまうため、リフレクションには第3レベルの問いが重要である。そこで第3レベルの問いの生成を促進するために、受講者に、最初に挙げさせた問いの中から最も重要だと思うものを選び、さらにブレイクダウンさせた。例えば、「友達 Aさんと Bさんは色々なことに興味を持ち、様々なトピックについてインターネットで調べているから、好奇心が旺盛な人は、新しい知識を積極的に探求する傾向があるか？」という帰納推論を問う問いをさらにブレイクダウンさせることにより、「Aさんも Bさんも好奇心が旺盛（前提）であり、新しい知識を積極的に探究している（結果）ので、好奇心が旺盛であれば知識欲求も高いと考えられるが、好奇心の旺盛さはどのように判断すべきか？」という、前提をさらに疑う具体的な問いの生成が予想される。

具体的には以下の二つの段階に分けて、問いを収集した。まず、第1段階では、受講者に学習内容をリフレクションさせ、疑問を感じたことを問いとして挙げさせた。この段階で挙げられた問いを「選択前の問い」と呼ぶ。次に、第2段階では、第1段階で挙げた問いの中から最も大切だと思う問いを選び、その理由を説明させた後、その問いをさらにブレイクダウンする問いを挙げさせた。この段階で挙げられた問いを「追加の問い」と名付ける。受講者は、教職員と学生とも利用できる ELMS (Learning Management System の一種) 上で、次回の授業までに挙げた問いをファイルとして提出した。

## 問いの分類

本研究において、問いの分類手法の客観性を検証するため、当該授業を受講した経験を有し、問いの分類経験もある筆者自身と、同じく同授業の受講経験はあるが、問いの分類経験はない大学院生1名の、計2名を分類者として選定した。この選定理由は、評価対象となる問いに対する理解が、分類作業の精度を左右する重要な要因となるためである (Lin & Murphy, 1997; Reeder et al., 2015)。具体的には、問いの意図を正確に捉えるためには、問いが提出された授業の文脈を把握するとともに、問い文に含まれる専門用語や授業内での固有表現の意味を正しく理解している必要がある。加えて、学習内容そのものに対する理解が不十分であれば、問いの背後にある狙いや問題意識を適切に読み取ることが困難となる。さらに、問いの分類手法に対する熟達度が異なる分類者を意図的に選定した理由は、両者間において分類結果の一致度が高かった場合、分類者の熟達度にかかわらず一定程度この手法を教育現場で実践可能であることを示唆するためである。すなわち、分類者間の一致度が高い場合、特別な専門知識や経験を要さずとも、本手法が汎用的に適用可能である可能性を確認する意図がある。

三つの論理推論に対する全体的な問いの分類手法を使用して、実際に問いを分類する前に、以下のよう分類の準備作業を実施した。まず、問いの分類コードを設定した。具体的には、MAXQDA2022のコードシステム欄に、「推論の要素」、「曖昧な問い (a)」、「帰納推論を問う問い (b)」、「演繹推論を問う問い (c)」、「仮説推論を問う問い (d)」、「具体的な問い (e)」という主要コードを設定した。「推論の要素」コードにはサブコードとして「前提」、「規則」、「結果」を設け、問いの分類に必要なコードを設定した。次に、ファイルの共有と分類手法を分類者間で共有した。すなわち、全ての問いと問いの分類コードを含むプロジェクトファイルを分類者間で共有し、授業内容に関連する各カテゴリーの問いの具体例を示しながら、三つの論理推論に対する全体的な問いの分類手法とコードの操作手法を共有した上で、問いの分類についての練習を行った。最後に、問いの分類の方針を共有した。すなわち、一つの問いを一つのカテゴリーに割り当てること、一つの問いデータに複数の問い文が含まれる場合は、それぞれ独立させてカテゴリー分けを行うこと、という方針を分類者間で共有した。

## 分類手法の客観性

以上の方法に基づき、2名の分類者が独立して同じ質問群に対して分類を行い、分類結果の一致度が高いほど、この問いの分類手法の客観性は高いと判断できる。一致度の定量的評価には、Cohen や Fleiss

の  $\kappa$  係数が広く使用される (Sai et al., 2020)。本研究では、2名の分類者間の一致度を測定する Cohen の  $\kappa$  係数 (Moreno & Swales, 2018) を採用した。 $\kappa$  係数を算出するために必要な質問群のサイズは以下のとおり推定される。すなわち、 $\alpha$  エラーを 0.05、 $\beta$  エラーを 0.2 とした場合、 $\kappa$  の中程度 (0.40) と良好 (0.90) 間の統計的差異を検定するためには、13~66 件のサンプルが必要である (Donner & Eliasziw, 1987)。さらに、 $\kappa$  の信頼区間を推定するためには、最低 25~50 件の評価対象が必要とされる (Donner & Eliasziw, 1992)。そのため、レベルごとの問いは、少なくとも各 50 件、合計で 100 件程度が必要である。 $\kappa$  の 95% の信頼区間の下限は、0.61 以上が理想的である (Donner & Eliasziw, 1992)。 $\kappa$  による一致度の強さは、Table 3-1 のように解釈された (Henry et al., 2017)。

### 分類結果の不一致を解消する前の客観性の検証結果

「質問をすることは、質問に答えることよりも難しい」といった単なる授業内容の繰り返りで、実際  
の問いとして成立してないものを除外し、最終的に 7 回の授業で 24 名の受講者が挙げた合計 1,164 個

Table 3-1  $\kappa$  係数による一致度の判定

(Henry et al., 2017, p.4, Table1)

$\kappa$ 係数	一致度の判定
<0	Poor
0.00-0.20	Slight
0.21-0.40	Fair
0.41-0.60	Moderate
0.60-0.80	Substantial
0.81-1.00	Almost perfect

の問いを分析の対象とした。このうち、選択前の問いは合計 679 個で、問いの数の平均値は授業 1 回あたり 28.3 個/人であり、標準偏差は 10.66、最大値は 45 個、最小値は 8 個であった。また、追加の問いは合計 485 個であり、問いの数の平均値は授業 1 回あたり 20.2 個/人、標準偏差は 10.10、最大値は 49 個、最小値は 5 個であった。

2 人の分類者間で分類が一致した各問いの代表的な例は以下の通りである。第 1 レベルの (a) 曖昧な問いとしては「How to ask really high-quality questions?」というものである。「高次の問いを問う方法 (ask really high-quality question)」という結果だけを問うているため、高次の問いを生成するための規則を知りたい、つまり帰納推論を問うのか、またはこの結果の前提となる条件を知りたいか、つまり仮説推論を問うのが不明であったため、曖昧な問いと判断された。第 2 レベルの (b) 帰納推論を問う問い、としては、「ミューラーリヤー、ヘリングやミュンスターバグー錯視等の図形から、錯視とは見えているものが正確に見えない現象だと言えるか?」というものである。これは、「同じ長さを持つ図形である」という前提に対して、「下の図形の方が長く見える (ミューラーリヤー錯視)」という結果、また、「平行している線である」という前提に対して、「歪んで見える (ヘリング錯視)」という結果だと判断できるため、これらの前提と結果とを結ぶ規則である「錯視とは見えているものが正確に見えない現象か」という一般的な規則を確認するものだと判断できる。同じく第 2 レベルの (c) 演繹推論を問う問い、としては、「豊かな環境であるほど脳の中のシナプス結合が多くなるから、国際学校に通う子どもたちはシナプス結合が多くなるのか?」という問いがあった。「豊かな環境であるほど脳の中のシナプス結合が多くなる」という規則を、「国際学校に通う子どもたち」という前提に適用し、「シナプス結合が多くなるか」という結果を問うていると判断できる。また同じく第 2 レベルの (d) 仮説推論を問う問い、の例としては、「未知のものは不安や恐怖の源である。本能的には自分と異なるものに対しては恐怖や嫌悪を抱くように思うのは無知ゆえなのか?」というものがあつた。「自分と異なるものに対しては恐怖や嫌悪を抱く」という結果に、「未知のものは不安や恐怖の源である」という規則を適用することにより、「無知なのか」という前提を問うていると判断できる。最後に、第 3 レベルの (e) 具体的な問い、としては、「反証テストが行えないからといって、その仮説が偽であると断定することはできない。超弦理論のように反証テストは不可能だが真ではないと言えないような理論は他にどんなものがありますか?」というものがあつた。「反証テストは不可能な超弦理論」という前提と、「真ではないと言えない」という結果から導かれる「反証テストが行えないが、仮説が偽であると断定することはできない」

という規則を導いた上で、「他の事例があるか」という前提と結果の要素をさらに問うていると判断できる。

以上のような分類を行った上で、2名の分類者間の一致度を測定した結果は83%であった。この一致度に基づいて算出された  $\kappa$  係数の値は 0.61~0.80 の範囲にあったため、一致度は高いと判断できる ( $\kappa=0.70, p<.001, 95\%CI [0.66-0.74]$ )。また、分類者間の分類結果のクロス表は Table 3-2 のとおりである。

### 分類結果の不一致を解消する後の検証結果

分類が不一致となったカテゴリーの組み合わせの結果を、Table 3-3 に示す。[a/b] 曖昧な問いと帰

Table 3-2 分類者間の分類結果のクロス表

		分類者 2					計
		a	b	c	d	e	
分類者 1	a	282	106	1	2	4	395
	b	57	564	8	3	7	639
	c	0	2	36	0	0	38
	d	2	5	3	37	0	47
	e	0	1	0	0	44	45
	計	341	678	48	42	55	1164

納推論を問う問いに関して、分類者間の不一致が多く見られた。つまり、一方の分類者が (a) 曖昧な問いと判定し、他方が (b) 帰納推論を問う問いと判定した事例が多かった。問いの例としては、「自分が問いを出した結果、有益なことはどんなことがあったか?」というものがあつた。この場合、一方の分類者は「自分が問いを出す」という前提のみが明確であるとして、この問いを (a) 曖昧な問いだと判定した。それに対して、他方の分類者は、前提を「問いを出す」、結果を「有益なこと」と特定し、これを規則、すなわち (b) 帰納推論を問う問いだと判断していた。この結果を受けて両者で協議し、この問いは、「自分が問いを出す」という前提だけがあり、これを前提として何らかの有益さと結ぶ規則を知

Table 3-3 分類不一致の組み合わせとその件数

カテゴリーの組み合わせ	件数
a / b	163
a / c	1
a / d	4
a / e	4
b / c	10
b / d	8
b / e	8
d / c	3
合計	201

りたいか、あるいは何らかの規則を適用した具体的な有益な結果を知りたいかが不明であるため、(a) 曖昧な問いとして分類されるべきだと判断した。このように、不一致となった全ての問いについては、2名の分類者が協議し、分類を一致させた。

合意後の各カテゴリーの問いの数を Table 3-4 に示す。この表から、選択前の問いや追加の問いに関わらず、カテゴリー間での偏りが大きいことがわかる。すなわち、(a) 曖昧な問いと (b) 帰納推論を問う問いの占める割合が高い一方で、(c) 演繹推論を問う問いや (d) 仮説推論を問う問い、そして (e) 具体的な問いの数は少ない。

Table 3-4 合意後の各カテゴリーの問いの度数

問いカテゴリー	問いの度数			総比率 (%)
	選択前 (個)	追加 (個)	合計 (個)	
a	173	160	333	28.6
b	386	292	678	58.2
c	40	6	46	4.00
d	37	13	50	4.30
e	43	14	57	4.90
合計	679	485	1164	100

### 3.3 考察

2名の分類者による分類結果に基づき算出された一致度係数（Cohen's kappa）は0.70であり、一般に高い一致度であると判断された。この結果は、分類者が本研究で用いた問い分類手法を適切に運用し、主観的な偏見やバイアスを排除しつつ、問いを客観的に認識できていることを示唆する。このことから、三つの論理推論に基づく問い分類手法の客観性が一定程度確認された。さらに、一致度係数 $\kappa$ の95%信頼区間は0.61以上であり、その範囲が比較的狭いことから、 $\kappa$ の推定値の信頼性が確保されており、分類結果の精度も一定程度高いと判断できる。以上のことから、問いを「前提」「結果」「規則」の3要素に分け、論理的に分析することによって、問いの客観的な分類が可能であることが示された。

加えて、本研究の分類手法に関する熟達度が異なる分類者間で高い一致度が確認されたことは、問いが創出された文脈を理解していれば、分類経験が少ない分類者であっても、手法に関する適切な説明と実践的なトレーニングを経ることで、問いを正確に分類できることを示唆している。この結果は、教育実践の場において、本研究で開発された問い分類手法の適用可能性を支持するものである。

一方で、分類過程において一部不一致も確認された。具体的には、ある分類者が「結果」と判定した問いを、他方の分類者が異なる要素に分類する事例が多く見受けられた。この不一致は、分類者が問い文中に含まれる「前提」「結果」「規則」の各要素を解釈する際に、判断基準に揺らぎが生じたことに起因すると考えられる。このため、授業場面で本分類手法を適用する際には、分類者が論理推論の各要素を正確に識別できるよう、要素特定に関する基準を明確化し、それに基づくトレーニングを実施する必要がある。

なお、本研究では、学習内容を論理的に捉えて問いを立てる力が一定程度備わっていると想定される大学院生を対象に問いを収集した。しかし、分類者間の合意形成後に各カテゴリーに属する問いの頻度を分析した結果、問いの分布に顕著な偏りが認められた。選択前の問いおよび追加の問いのいずれの場合においても、最も頻繁に確認されたのは帰納推論を問う問いであった。この結果は、2.3節で述べたように、帰納推論が科学的発見や日常的な学習場面において、広く活用される基本的な思考プロセスであるためと考えられる。

次いで多かったのは「曖昧な問い」に分類されるものであり、このことは、大学院生であっても、事実確認に留まる質問が多く、論理推論を構成する「前提」「規則」「結果」の関係性を論理的に意識す

る姿勢が十分でなく、学習内容を論理的にリフレクションすることなく、曖昧な問いを生成してしまう傾向があることを示している。

一方で、選択前の問いから選ばれた問いに対し、追加で作成された問いにおいては、より高次の、特に第3レベルの具体的な問いが増加することを期待していた。しかし、実際には具体的な問いの数は期待ほど増えなかった。この結果からは、大学院生であっても論理推論におけるプロセスを論理的にリフレクションし、より精緻に問う方法を習得できていないと考えられる。したがって、三つの論理推論（演繹、帰納、仮説）のそれぞれについて、より具体的な問いを立てられるようにするためには、各論理推論における疑問を持つべき観点を明確化し、その観点に基づいた、第3レベルの問いをより多く挙げさせることを支援できる問いの分類手法を提示する必要がある。第4章では、このような問いの分類手法を提案し、その客観性を検証する。

## 第4章 三つの論理推論に対する具体的な問いの分類手法の検証

論理推論に対する深いリフレクションを行うためには、第3レベルの具体的な問いをできるだけ多く表出する必要がある。しかし、第3章で検証したように、第3レベルの具体的な問いの表出を促すために、学習内容を振り返って挙げた問いの中から大事だと思うものを一つ選んだ上で、それをさらにブレークダウンさせたにも関わらず、大学院生であっても、第3レベルの問いは増えなかった (Qiu et al., 2024)。そこで第3レベルの問いをさらに分類し、分類の観点を明確にする必要がある。なぜなら、分類の精度を上げ、観点を明示することにより、より具体的な問いを意識できるようになるからである。本章では、このような、第3レベルの問いのより詳細な分類手法を提案し、その客観性について検証する。

### 4.1 第3レベルの具体的な問いの分類手法

三つの論理推論は前提、規則、結果の三つの要素のうち、いずれか二つから残りの一つを推論することである。このプロセスは、推論の元となる要素を獲得する段階と、獲得された要素から残りの要素を導出する段階に分けられる。したがって、それぞれの論理推論のプロセスには問うべき共通の観点が三つずつある。一つ目は、推論の元となる複数の2要素の集合的な妥当性を問う観点である。二つ目は、複数の2要素間の結びつきの妥当性を問う観点である。最後に三つ目は、これらの要素集合から結論を導出する過程の妥当性を問う観点である。以下にそれぞれの論理推論におけるこれら三つの観点に基づく具体的な問いについて説明する。

#### 帰納推論に対する具体的な問い

帰納推論は、複数の前提と、それに基づく結果から、これらに共通する性質や規則を導出する推論形式である (Holland et al., 1986; Johnson-Laird, 2006)。帰納推論における重要な課題の一つが、過度な一般化 (Hasty generalization) である。この過度な一般化は、観察されたデータや事例が不十分であるにもかかわらず、性急に一般的な法則を導出してしまいう認知傾向を指す (Tversky & Kahneman, 1974)。このように、帰納推論に対する具体的な問いの第一の観点は、推論の元となる複数の2要素の集合的な妥当

性を問う「早すぎる一般化」である。これは、帰納推論の基礎となる前提や観察事例の集合が、規則を導出するのに十分であるかを問う視点である。この観点から発せられる問いは、「早すぎる一般化に関する問い」と称される。例えば、「化粧品の価格が上がると、多くの消費者が購入を控える」「ガソリン価格が高騰すると、自家用車の使用が減る」という観察事例に基づいて、「価格上昇は消費行動に抑制効果を与える」という一般的な規則を導出したとする。このとき、「米や水道料金など、生活必需品といった異なる種類の商品においても、価格上昇によって消費者の購入行動が減少するのか」という疑問が生じる。この問いこそが、「早すぎる一般化」に対する精査を促すものであり、帰納推論の妥当性を評価する上で不可欠である (Holland et al., 1986; Nisbett et al., 1983)。このように、帰納推論においては、データの網羅性や多様性を問うことで、性急な一般化を回避し、より信頼性の高い知識を獲得する姿勢が求められる。

帰納推論における妥当性を検討する第二の視点として、「斉一性の揺らぎ」が挙げられる。この視点は、自然界において同一の条件下では常に同一の結果が得られるとする斉一性原理 (Principle of the Uniformity of Nature) に対する懐疑を提起するものである (Hume, 1748/2003)。すなわち、これまでの経験に基づく一般化が未来においても同様に成立することを保証する根拠は存在しない、という問題である。この斉一性原理に対する疑問は、デイヴィッド・ヒュームによって『人間知性研究』 (An Enquiry Concerning Human Understanding) の中で古典的に提起されたものであり、彼は因果関係に基づく経験則が将来にわたって維持されるという保証が論理的には導出不可能であることを指摘した (Hume, 2003)。ヒュームによれば、私たちが特定の因果関係を信じるのは、過去においてある事象 A に続いて事象 B が繰り返し観察されたからである。しかし、未来においても同様の因果連鎖が維持されることは、単なる習慣 (custom) や心理的傾向に基づく期待にすぎず、論理的必然性を備えているわけではない (Hume, 2003)。このように、帰納的推論に内在する斉一性原理の前提が揺らぎを抱えていることは、科学的探究における知識の確実性や予測の正当性を根底から問い直す哲学的課題となっている (Popper, 1959)。具体的には、「与えられた前提から必ずこの結果が導かれるのか」という疑問を持ち、結果に影響を与える潜在的な前提条件の欠落や変動を問うことを指す。前述の「価格上昇が消費行動に抑制効果を与える」という帰納推論に対して、「価格上昇以外にも、消費者の所得水準や購買意欲といった要因が考慮されているのか」といった問いが挙げられる。この問いによって、単純な価格と消費行動の因果関係ではなく、他の変数との相互作用が検討されることになり、帰納推論の精度が向上する (Nisbett et al., 1983)。

このように、「斉一性の揺らぎ」に着目することによって、帰納推論に潜む単純化や省略を検証し、より堅固な因果推論を築くための批判的思考が促される。

帰納推論における妥当性を検討する第三の視点として、「オッカムのカミソリ」(Occam's razor)が挙げられる。この原理は、ある現象を説明する際に、必要以上に多くの仮定を含む複雑な説明よりも、より簡潔で無駄のない説明を選択すべきであるというものである(Thorburn, 1918; Sober, 1994)。帰納的推論の過程においては、観察データを単純化し、共通する法則性を抽出することが求められるが、この単純化に際して、情報の削除や歪曲が行われていないかを吟味する必要がある。この観点から生じる問題意識を、「オッカムのカミソリに関する問い」と呼ぶことができる。例えば、経済データを用いた帰納的推論において、異なる種類の商品がそれぞれ異なる価格変動パターンを示す可能性があるにもかかわらず、すべての商品について「価格が上昇している」と一括して表現することが適切かどうか問われる。このように、説明を単純化する過程で重要な情報が省略されることで、帰納推論の正当性が損なわれる可能性がある(Baker, 2016)。

### 演繹推論に対する具体的な問い

演繹推論は、既知の前提に複数の規則を適用し、必然的に結果を導出する論理的推論過程である(Copi & Cohen, 2016)。数学など形式体系では、前提と規則が厳密であれば、得られる結論は常に正しいとされる。しかし、日常的な学習や経験に基づく推論では、暗黙の前提や不完全な規則が介在する可能性がある。この不確定性に着目する視点を「早すぎる予測化」と呼ぶことができる。「早すぎる予測化」とは、限られた情報と明示されていない前提に基づいて、過度に早く結論を導き出してしまう危険性を指摘するものである。この観点に基づく問題提起を「早すぎる予測化に関する問い」と呼ぶことができる。例えば、「農業が盛んな地域では大量の水が灌漑に使用される」、「大量の水の使用は水源の枯渇を引き起こす」、「水源の枯渇は農作物の収穫量を減少させる」という前提から、「農業が盛んな地域では農作物の収穫量が減少する可能性がある」と演繹的に予測する場面を考えてみる。この推論に対して、「この地域では降水量が季節や年によってどのように変動しているのか?」といった疑問が生じるとすれば、それは「早すぎる予測化に関する問い」の典型例である。このような問いは、推論過程で省略された環境条件や背景情報を明らかにし、推論の精度を向上させる上で不可欠である(Johnson-Laird, 2006)。

演繹推論における妥当性を検討する第二の視点として、「論理の揺らぎ」が挙げられる。この視点は、前提と個々の規則の関係、すなわち、前提に規則を適用する推論過程が論理的に妥当であるか否かを吟味するものである (Copi & Cohen, 2016)。「論理の揺らぎに関する問い」とは、推論過程で用いられる法則や規則適用に潜む潜在的な不整合や誤謬に着目し、それを明らかにしようとするものである。例えば、前述した「農業が盛んな地域では大量の水が灌漑に使用される」、「大量の水の使用は水源の枯渇を引き起こす」、「水源の枯渇は農作物の収穫量を減少させる」という前提から、「農業が盛んな地域では農作物の収穫量が減少する可能性がある」と演繹的に予測したケースを考えてみる。この推論に対し、「大量の水が灌漑に使用されることで、むしろ農作物の収穫量が増加する可能性が高いのではないか?」という疑問が提示されるとすれば、それは「論理の揺らぎに関する問い」の典型例である。このような問いは、推論過程における前提と結論の論理的整合性を再確認し、誤った規則適用や前提の不備を見抜くために不可欠である (Johnson-Laird, 2006)。

演繹推論における妥当性を検討する第三の視点として、帰納推論の場合と同様に「オッカムのカミソリ」が挙げられる。この原理は、ある現象を説明する際に、不必要に複雑な仮定を排除し、できる限り単純な説明を採用すべきであるとするものである (Thorburn, 1918; Sober, 1994)。演繹推論の過程では、複数の前提と規則を組み合わせることで結論を導出するが、その際に情報を単純化、あるいは省略することがある。この情報削除や単純化が妥当であるか、また情報の歪曲が生じていないかを問う視点が「オッカムのカミソリに関する問い」である。例えば、前述した「農業が盛んな地域では大量の水が灌漑に使用される」「大量の水の使用は水源の枯渇を引き起こす」「水源の枯渇は農作物の収穫量を減少させる」という前提と規則に基づき、「農業が盛んな地域では農作物の収穫量が減少する可能性がある」と演繹的に推論したケースを考えてみる。この推論に対して、「農業に使用される水の量と、水源が枯渇するために必要な水量が異なる可能性があるが、その違いを無視してもよいのか」といった問いは、「オッカムのカミソリに関する問い」の一例である。このような問いは、推論過程で省略・単純化された情報を精査し、推論の正当性を担保するために不可欠である (Baker, 2016)。

### 仮説推論に対する具体的な問い

仮説推論は、観察された結果に既知の規則を適用し、その結果をもたらした可能性のある前提 (条件や原因) を推論する推論形式である (Peirce, 1931-1958; Harman, 1965)。仮説推論は、演繹推論が前提に規則を適用して必然的に結論を導くのに対し、観察された結果から最も説明力のある前提を仮定するという特徴を持

つ (Douven, 2017)。仮説推論の妥当性を問う第一の視点として、「早すぎる仮説化」が挙げられる。この視点は、観察された結果と既存の規則だけで、十分に確からしい前提を推論することが可能なのかを吟味するものである。このような疑義を表明する問いは、「早すぎる仮説化に関する問い」と呼ぶことができる。例えば、「患者が頭痛と疲労を訴えている」という観察結果に対して、「ストレスが蓄積すると頭痛が生じる」「睡眠不足は疲労感を引き起こす」という規則を適用し、「この患者は一般的なストレス反応を示している」と仮定するとする。この推論に対し、「ストレスが蓄積すると必ず睡眠不足になるのか」といった問いは、「早すぎる仮説化に関する問い」の典型例である。このような問いは、観察結果や規則だけでは説明しきれない可能性がある異なる前提や複合的要因を見落としていないかを検討する上で極めて重要である (Lipton, 2004)。

仮説推論における妥当性を検討する第二の視点として、「論理の揺らぎ」が挙げられる。この視点は、観察された結果に対して既知の規則を適用する際、その論理的整合性や適切性が確保されているかを吟味するものである (Harman, 1965; Lipton, 2004)。仮説推論は、多くの場合、不確実な情報や不完全な知識のもとで前提 (原因) を推測するため、規則適用そのものの確実性が担保されているとは限らない。このような疑問を提起する問いを、「論理の揺らぎに関する問い」と呼ぶことができる。例えば、先に挙げた「患者が頭痛と疲労を訴えている」という観察結果に対して、「ストレスが蓄積すると頭痛が生じる」「睡眠不足は疲労感を引き起こす」といった一般的な規則を適用し、「この患者は一般的なストレス反応を示している」と推論したケースを考えてみる。この推論過程において、「睡眠不足がこの患者において必ず疲労感を引き起こしている」と確実に言えるのか?」といった問いが典型的な「論理の揺らぎに関する問い」に該当する。このような問いは、規則が普遍的に成り立つものではなく、個別事例において異なる因果関係が潜んでいる可能性を明らかにするために重要である (Douven, 2017)。

仮説推論における妥当性を検討する第三の視点として、帰納推論および演繹推論の場合と同様に、「オッカムのカミソリ」が挙げられる。この原理は、ある現象を説明するための仮説を立てる際に、必要以上に多くの仮定を含む複雑な説明よりも、より単純で簡潔な説明を優先すべきであるとするものである (Thorburn, 1918; Sober, 1994)。仮説推論においても、観察された結果に対して既知の規則を適用し、最も適切と思われる前提を推論する過程で、情報の取捨選択が不可避である。しかし、単純化の過程において重要な情報が削除されたり、歪曲されたりすることがあり得る。この情報削除や情報歪曲の妥当性を問う視点を、「オッカムのカミソリに関する問い」と呼ぶことができる。例えば、「患者が頭痛と疲労を訴えている」という観察結果に対し、「ストレスが蓄積すると頭痛が生じる」「睡眠不足は疲労

感を引き起こす」という規則を適用し、「この患者はストレス反応が生じている」と推論したケースを考えてみる。この推論過程において、「患者の頭痛とストレスによって生じる頭痛の程度や持続時間の違いを無視してもよいのか?」といった問いは、「オッカムのカミソリに関する問い」の具体例である。このような問いは、説明の単純化が適切なレベルで行われているか、または過度な単純化によって本来必要な情報が失われ、推論の正当性が損なわれていないかを検討する上で重要である (Baker, 2016)。

### 三つの論理推論に対する第3レベルの問いの分類

以上を整理すると、三つの論理推論の各観点を問う具体的な問いの分類の観点は以下ようになる (池田他, 2023 ; Qiu et al., 2025)。

#### A 帰納推論に対する第3レベルの具体的な問いの分類指標

- A1 早すぎる一般化に関する問い：規則を導出するために必要な前提と結果の数の十分性、および前提と結果の総体的網羅性を問うもの
- A2 斉一性の揺らぎに関する問い：結果に影響を与えるような前提条件の不備を問うもの
- A3 オッカムのカミソリに関する問い：複数の前提と結果から抽象化し、規則を導出する過程での情報の削除の妥当性や歪曲の有無を問うもの

#### B 演繹推論に対する第3レベルの具体的な問いの分類指標

- B1 早すぎる予測化に関する問い：結果を予測するために必要な前提や規則の十分性を問うもの

- B2 論理の揺らぎに関する問い：個々の前提に対して適用された規則の論理的な妥当性を問うもの
  - B3 オッカムのカミソリに関する問い：前提と規則から結果を予測する過程での情報の削除の妥当性や歪曲の有無を問うもの
- C 仮説推論に対する第3レベルの具体的な問いの分類指標
- C1 早すぎる仮説化に関する問い：前提を推論するために必要とされる結果や規則の十分性を問うもの
  - C2 論理の揺らぎに関する問い：結果に適用された個々の規則の論理的な妥当性を問うもの
  - C3 オッカムのカミソリに関する問い：結果と規則から前提を推論する過程での情報の削除の妥当性や歪曲の有無を問うもの

## 4.2 第3レベルの具体的な問いの分類手法の客観性の検証

分類対象となる質問群は、第3章で対象とした質問群のうち、第3レベルに分類された57個の問いである。分類者も第3章と同じ2人である。問いを分類するにあたり、第3章と同様に、MAXQDA 2022を用いて、以下の手順で事前準備を行なった。まず、問いの分類コードを設定した。MAXQDAにおいて、「推論の要素」「帰納推論を問う問い」「演繹推論を問う問い」「仮説推論を問う問い」という主要コードを設定した後、推論の要素として、「前提」、「規則」、「結果」のサブコードを設定した。また、帰納的を問う問いのコードには「早すぎる一般化に関する問い」、「斉一性の揺らぎに関する問い」、「オッカムのカミソリに関する問い」というサブコードを追加した。演繹推論を問う問いには、「早すぎる予測化に関する問い」、「論理の揺らぎに関する問い」、「オッカムのカミソリに関する問

い」というサブコードを追加した。仮説推論を問う問いには、「早すぎる仮説化に関する問い」, 「論理の揺らぎに関する問い」, 「オッカムのカミソリに関する問い」のサブコードを追加した。次に, ファイルの共有と分類手法について分類者間で理解を共有した。すなわち, それぞれの分類者が, 選択前の問いにおける具体的な問いと, 追加の問いにおける具体的な問いとブレークダウンされた選択前の問いのセット, 問いの分類コードを含むプロジェクトファイルを共有した。また, 授業内容に関連する具体的な問いの例を提示しながら, 問いの分類手法とコードの操作手法について詳細に説明し, 実際の分類を練習した。最後に, 問いの分類方針を分類者間で共有した。すなわち, 問いを分類するにあたり, 一つの問いを一つの問いの категорияに割り当てることとした。分類指標の客観性を評価する指標は, 第3章と同様に,  $\kappa$ 係数を用いた。

### 分類結果の不一致を解消する前の客観性の検証結果

第3章で第3レベルの具体的な問いに分類された57個の問いの中で, 2名の分類者の分類結果が一致した問いは次のようなものであった。

帰納推論におけるA1「早すぎる一般化に関する問い」としては, 「反証テストが行えないからといって, その仮説が偽であると断定することはできない。超弦理論のように反証テストは不可能だが真ではないと言えないような理論は他にどんなものがありますか?」というものである。前提は「超弦理論」, 結果は「反証テストは不可能であるが, 真でないとは言えない」, 規則は「反証テストが行えないからといって, その仮説が偽であると断定することはできない」である。規則を導出するために必要な他の前提や結果(事例)の数を問うているため, 早すぎる一般化に関する問いとした。

帰納推論におけるA2「斉一性の揺らぎに関する問い」としては, 「好奇心は驚きの大きさ, 知識の量, 自信の強さ, 複雑さの程度から影響を受けるが, 好奇心の強さと, 知識量・驚きの大きさ・自信の強さ・対象の複雑さとの関係は, それぞれ定量化可能か?」というものである。授業で説明した「驚きの大きさ, 知識の量, 自信の強さ, 複雑さの程度は好奇心に影響を与える」という規則に対して, 驚きの大きさや自信の強さを前提とし, 好奇心を結果としたうえで, 個々の前提と結果の定量的関係を問うているため, 斉一性の揺らぎに関する問いとした。

帰納推論における A3「オッカムのカミソリに関する問い」としては、「ゲシュタルトの形成に経験がどの程度影響を及ぼすのかには個人差があるように思う。その差異を無視してよいだろうか?」というものである。学習内容である「ゲシュタルトの形成に経験が影響を及ぼす」という規則を前提としたうえで、個々の前提である「経験」と結果である「ゲシュタルトの形成」の間の影響程度の違いを省略してもよいのか、その妥当性を問うているため、オッカムのカミソリに関する問いと判定した。

演繹推論における B1「早すぎる予測化に関する問い」は、「個人の知識や経験を基にゲシュタルトが形成され、これらのゲシュタルトを足し合わせることで正しい方向性が見えると言うが、そのすべてのゲシュタルトを作る人間の経験や心理による偏りは取り除けないと思う。本当にそれで正しい方向性が見えると言えるのか?」というものである。規則は「個人の知識や経験を基にゲシュタルトが形成される」、前提は「これらのゲシュタルトを足し合わせる」、結果は「正しい方向性が見える」である。結果を導出するための暗黙の規則である「ゲシュタルトを作る人間の経験や心理による偏りは取り除けない」という点を問うているため、早すぎる予測化に関する問いと分類した。

演繹推論における B2「論理の揺らぎに関する問い」としては、「隠れ層が多くなるほどネットワークが複雑になり、精度が低くなるのではないか?」というものである。この問いは、「隠れ層が2層以上あるものがニューラルネットワークで、隠れ層が多いほど精度が良くなるのですか?」という選択前の問いをブレークダウンするために挙げられたものであった。ベースとなる問いにおいて、「隠れ層が2層以上あるものがニューラルネットワーク」は規則、「隠れ層が多い」は前提、「精度が良くなる」は結果であり、隠れ層の数と精度の良さとの関係の妥当性を問うているため、論理の揺らぎに関する問いとした。

演繹推論における B3「オッカムのカミソリに関する問い」としては、「他者との対話の短い時間の中で、分野特有のレトリック（専門用語）を逐次理解するのは難しいのではないか?」というものである。この問いは、選択前の問い「物語としての特徴（構造・修辞・比喩・対話）のいずれかが欠けたことにより理解できなくなるため、他者との対話の中で物語の特徴を意識的に使用すると必ず理解できるか?」をブレークダウンするために挙げられたものである。規則は「物語としての特徴（構造・修辞・比喩・対話）のいずれかが欠けたことにより理解できなくなる」、前提は「他者との対話の中で物語の特徴の

使用」，結果は「対話が理解できる」であり，異なる特徴を持つ対話の違いを省略する妥当性を問うているため，オッカムのカミソリに関する問いとした。

仮説推論における C1「早すぎる仮説化に関する問い」は，「手術が人体に及ぼす長期的な安全性と副作用はどうなっていますか？」というものである。この問いは，「手術で体を切ったりすることができますが、手術などで人工的にシナプス結合を作ったりはできないのですか？」という選択前の問いをブレークダウンして追加したものである。結果は「人工的にシナプス結合を作る」，規則は「手術で体を切ったりすることができる」，前提は「手術を使用する」であり，人工的にシナプス結合を作成するという結果に至るまでの条件や，手術に関する他の規則を問うているため，早すぎる仮説化に関する問いに分類した。

仮説推論における C2「論理の揺らぎに関する問い」は，「科学行為は知覚システムよりも随分複雑なものではないか？」というものである。この問いは，選択前の問い「意識・注意を向けた部分は詳細に知覚され、それ以外はぼんやりとしか知覚されないとあるが、世界の一部分を特定の観点に従ってモデルを構築する科学の性格は、そのような知覚システムの制限を受けるからか？」をブレークダウンするために追加したものである。結果は「世界の一部分を特定の観点に従ってモデルを構築する科学の性格」，規則は「意識・注意を向けた部分は詳細に知覚されそれ以外はぼんやりとしか知覚されない」，前提は「そのような知覚システムの制限を受ける」，知覚システムに関する規則を科学行為という結果に適用する妥当性を問うているため，論理の揺らぎに関する問いとした。

以上の分類結果に基づき，分類結果の不一致を解消する前の一致率を計算した結果は 84%であった。分類者間の一貫性を示す  $\kappa$  係数は 0.82 であり，一貫性は高かった ( $\kappa=0.82, p<.001, 95\%CI [0.77, 0.86]$ )。また，分類者間の分類結果のクロス表は Table 4-1 の通りである。

### 分類結果の不一致を解消する後の客観性の検証結果

分類者間で分類結果が不一致となった分類結果の組み合わせを Table 4-2 に示す。この表から，不一致は全て同じ論理推論の中で発生していた。分類結果が不一致となった例としては，「観察や実験は科学の重要な要素ですが、錬金術も獲得への試行と発展の過程で観察や実験が繰り返されたとすると科学的な知識とみなすことができます」と思います。しかし、この観察や実験のプロセスを科学的なプロセスと

同一視して良いのでしょうか?」というものがあつた。この問いに対して、一方の分類者は、科学的な知識に関する規則を錬金術という前提に適用して演繹推論して結果を予測することの妥当性を問うていと判断して、演繹推論における論理の揺らぎに関する問いに分類した。しかし、他方の分類者は、

Table 4-1 分類者間の分類結果のクロス表

		分類者 2									
		A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	計
分類者 1	A1	7	1	1	0	0	0	0	0	0	9
	A2	1	12	0	0	0	0	0	0	0	13
	A3	1	1	6	0	0	0	0	0	0	8
	B1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
	B2	0	0	0	1	7	1	0	0	0	9
	B3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	C1	0	0	0	0	0	0	5	1	0	6
	C2	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4
	C3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3
計		9	14	7	5	7	2	5	6	2	57

科学的な知識に関する規則を錬金術に適用して、その結果を予測する過程において、重要な要素である観察や実験の違いを無視する妥当性を問うていると判断し、演繹推論におけるオッカムのカミソリに分類した。両者で協議し、この問いは、科学的な知識の重要な要素である観察や実験と、錬金術の獲得における観察や実験とは本当に同一であるか、つまり錬金術という前提に、科学的な知識の規則を適用して演繹推論することの妥当性を問うているため、演繹推論における論理の揺らぎに関する問いとして分類することと判断した。このようにして、分類が不一致となった全ての問いについて、分類者同士の協議を通じて一致させた。

Table 4-2 不一致の組み合わせとその件数

不一致の組み合わせ	件数
A1 / A2	2
A1 / A3	2
A2 / A3	1
B1 / B2	1
B2 / B3	1
C1 / C2	1
C2 / C3	1
合計	9

両者の分類結果の不一致を解消した後の各カテゴリにおける問いの数を Table 4-3 に示す。この表から、帰納推論に対する具体的な問いの数が比較的多いことが明らかになった。また、各推論内における各問いカテゴリでの問いの数に偏りがあることも判明した。

Table 4-3 合意後の各カテゴリの問いの度数

問いカテゴリ	件数
A1	10
A2	13
A3	7
B1	4
B2	8
B3	2
C1	6
C2	4
C3	3
合計	57

### 4.3 考察

三つの論理推論に対する具体的な問いを分類する手法を用いて分類を行った結果、高い一致度が確認された。この結果は、当該分類手法が一定の客観性を有していることを示唆している。ただし、一部のカテゴリーにおいては、問いの数が少ないという課題も確認された。サンプルサイズが小さすぎる場合、 $\kappa$ 係数の推定値には大きな標準誤差が伴うことが指摘されている (Schouten, 1986)。しかし、本研究では $\kappa$ 係数の信頼区間が0.61以上であり、その範囲も狭かったことから、推定値の信頼性は確保されており、結果の精度も担保されていると判断できる。

また、第3章と同様に、分類手法に対する熟達度が異なる分類者間でも高い一致度が得られたことから、十分な説明と分類練習を行うことで、この分類手法が教育場面において、生徒や教員が深いリフレクションを正確に認識し促進するために有効に活用できる可能性が示唆された。一方で、今回の分類過程において、一部の問いについて分類者間で不一致が生じた事例も確認された。この原因としては、具体的な問いの分類手法に対する理解不足が考えられる。実際の適用場面においては、分類手法に対する理解をより深めるために、分類手法の説明、特に混同しやすいカテゴリーに関する詳細な解説と十分な練習を行うことが重要である。

分類合意後に各カテゴリーに分類された問いの数を検討したところ、帰納推論に関する具体的な問いが比較的多かった。この点については、第3章で示した通り、全体的に帰納推論を問う問いが多かったことに起因すると考えられる。また、各推論内におけるカテゴリーごとの問いの数にも偏りが見られた。このことは、各観点から均等にリフレクションが求められることが理想であるにもかかわらず、カテゴリーによって難易度に差が存在する可能性を示唆している。

## 第5章 総合考察と今後の課題

本研究では、教育現場における生徒や教師が知識の理解と適用のプロセスへのリフレクションを促進するために、帰納推論、演繹推論、仮説推論という三つの論理推論に対する問いの分類手法を開発し、その客観性を検証した。具体的には、第3章において問いの階層的な分類枠組みを提案し、第4章では、その枠組みに基づく具体的な問いの分類手法について、一致度( $\kappa$ 係数)を用いた定量的検証を行った。検証した結果、分類者間に高い一致度が確認され、分類手法の客観性が一定程度担保されたことが明らかとなった。

本研究の意義は、以下の3点に集約される。

第一に、本研究で開発した分類手法は、論理推論に基づくリフレクションの質を可視化し、問いを通じて生徒自身が論理推論の妥当性を検討し、精緻化できる教育的基盤を提供した点である。これは、批判的思考力(Facione, 2011)やメタ認知能力(Flavell, 1979)など、現代教育において重要視される能力の育成にも寄与するものである。

第二に、本研究で開発された問いの分類手法は、教育現場における授業デザインや評価活動に活用できる可能性が示された点である。具体的には、生徒の発問や振り返りにおける問いを分類し、その傾向を分析することで、生徒がどの推論に偏っているか、どのレベルで思考しているかを把握し、指導の改善に資することが期待される。

第三に、本研究の成果は、単なる教育現場にとどまらず、企業研修や組織学習の場面においても、問題解決型思考や創造的思考を促進する問いかけの枠組みとして応用可能である。熟達した実践者のリフレクション・イン・アクション(Schön, 1983)を支援するための問いかけツールとしても有効である。

一方で、本研究には以下の限界も存在する。

第一に、分類対象となった問いの数が一部のカテゴリでは少なく、特定の推論や問いのレベルに偏りが見られた点である。特に、第3レベルの問い(推論プロセスを問う問い)が少数にとどまっており、今後は、多様な学習場面で問いの収集を拡大し、分類枠組みの適用範囲をさらに広げる必要がある。

第二に、分類者間の一致度が高かったものの、一部の不一致は依然として確認された。不一致の要因として、分類者の分類手法に対する理解度や、問いの表現の曖昧さが影響した可能性がある。このため、今後は、分類者のトレーニングプログラムの充実や、問いを分類しやすくするための具体的なガイドラインの整備が求められる。

第三に、本研究では、問いの分類がリフレクションや論理的思考力の向上にどのように結びつくかについては、定性的な観察にとどまっており、因果関係を実証するには至っていない。今後は、問いの分類手法を授業実践に組み込み、その効果を学習成果や思考態度の変容という観点から長期的に測定する必要がある。

今後の研究では、以下の三つの方向性が重要である。

第一に、問いの分類手法を活用した授業デザインの開発と実践的検証である。特に、探究学習や問題解決型学習において、問いの分類手法を組み込んだプログラムの設計とその効果検証が期待される。

第二に、問いの分類手法を AI システムに組み込む可能性の探究である。近年、教育分野では AI を活用した学習支援システムが注目されており (Luckin et al., 2016) , 本研究で開発した分類枠組みを基に、生徒が発した問いを自動で分類・分析し、適切なフィードバックを提供するシステム開発も展望される。

第三に、文化的・言語的多様性を考慮した問いの分類手法の適用研究である。問いの形式やリフレクションの方法は文化によって異なることが示唆されており (Hofstede, 2001) , 異文化間で本手法がどの程度有効であるかについて比較研究を進めることが必要である。

本研究は、帰納推論、演繹推論、仮説推論に対する問いの分類手法を開発・検証し、その客観性を確認した。本分類手法は、教育現場でのリフレクション促進、論理的思考力育成、授業設計改善、さらには AI 学習支援システムへの応用可能性を示すものである。今後、問いの分類手法を活用し、学習者が論理推論を問い直すことで思考の精緻化を促す実践と、その効果検証がさらに進むことが期待される。

## 第6章 本研究の学術的・実用的な意義

本研究の学術的貢献としては、リフレクションにつながる問いの客観的な分類手法を検証したこと、ならびに大学院生におけるリフレクション（問いの傾向）の実態を解明した点が挙げられる。

第1章で論じたように、教育環境におけるリフレクション実践には、(1) 学習者のメタ認知能力の未発達、(2) リフレクションの評価基準の不明確さ、(3) 時間と環境の制約、(4) 文化的・心理的要因による阻害、という四つの課題が存在している。これらの課題を解決するために、本研究では、知識の理解と適用のプロセスに対するリフレクションを促進することを目的として、帰納推論、演繹推論、仮説推論という三つの論理推論に対する問いの分類手法を提案し、その客観性を検証した。このアプローチにより、リフレクションを促進するフレームワークを提供し、先行研究におけるギャップを埋めることができたと考えられる。

また、論理推論の要素とプロセスに基づいてリフレクション（問い）を明確かつ体系的に整理したことで、各問いカテゴリー間の関係性が理解しやすくなり、結果として、リフレクションの質や意義をより正確に把握することが可能となった。この成果は、教育現場において実践者が共通の理解のもとで意思疎通を図るための基盤となり、教育プログラム等の効果測定および評価に寄与すると言える。

さらに、本研究を通じて、本授業を受講した大学院生においても、深いリフレクションを促進する第3レベルの具体的な問いを生成する力が十分に習得されていないという実態が明らかになった。この発見は、教育政策の立案やカリキュラム設計を行う上で知見となる。具体的には、初等・中等教育における子供たちを指導する教員養成課程や教員研修プログラムに、リフレクションを積極的に取り入れ、その支援方法を教授する必要性が示唆された。また、大学教育においても、深い学びを促進するために、アクティブラーニング手法やソクラテス式問答法を活用し、リフレクションを支援する教育プログラムを体系的に導入する必要があると考えられる。

今後は、上述した本研究の限界を克服したうえで、研究成果を学習現場におけるリフレクション促進の実践的方策として活用するとともに、ビジネス場面における適応的かつ創造的な問題解決におけるリフレクション促進のためにも応用していく可能性を探る必要がある。

## 講義型授業とソクラテス式問答法を用いた授業での活用可能性

学習者が単なる知識の暗記や習得にとどまらず、知識への深い理解と論理的思考の発展を促進することを旨とする従来の講義型授業や、対話を通じて思考のプロセスを明確にし前提の妥当性を批判的に検討する機会を提供する教育的手法のソクラテス式問答法 (Paul & Elder, 2006; Vlastos, 1991) を取り入れた授業の教育実践者は、本研究で提案する論理推論に対する問いの分類手法を活用することで、学習者がより深くリフレクションし、論理的思考を精緻化する手助けとなる可能性がある。講義型授業においては、教師が情報を一方的に伝達するだけでなく、ソクラテス式問答法を取り入れ、発問を通じて学習者のリフレクションを促進することが期待される。具体的には、提示された情報に対し、学習者に論理推論を促す問いを投げかけることが考えられる。例えば、「これらの事例間の共通性に基づいて導出できる規則は何か?」といった帰納推論を促す問いである。さらに、学習過程に応じて論理推論プロセスに着目した具体的な問いを発し、学習者自身が推論過程を振り返り、論理的一貫性や前提の妥当性を批判的に評価することで、より深いリフレクションを促進することが可能である。

科学教育においては、学習者に仮説を立てさせ、検証を行わせるプロセスが重要視されている (Kuhn, 2005)。仮説構築の過程では、仮説推論に関する三つの観点に基づく具体的な問いを活用し、学習者に推論過程をリフレクションさせることが有効である。例えば、早すぎる仮説化の観点から「この仮説を立てるための観察結果や規則は十分か?」と問うことが考えられる。さらに、仮説検証過程では、証拠に基づいて仮説を評価する際に、帰納推論に対する具体的な問いが役立つ。例えば、オッカムのカミソリの観点から「データ間の微妙な違いを無視してこの仮説を支持することは妥当か?」といった問いが挙げられる。また、科学的知識を特定の事例に適用する演繹推論においても、演繹推論プロセスに対する具体的な問いを通じて、推論の論理的一貫性を批判的に評価させることが可能である。例えば、論理の揺らぎの観点から「このケースに適用した規則と他の規則に矛盾はないか?」と問うことが考えられる。

法律教育では、検察官や裁判官などの法律専門職が適切な証拠と論理的弁論に基づいて妥当な判断を下す能力が求められる (伊藤・児島, 1957)。そのため、法学・倫理教育においては、具体的事実に対し抽象的な法令を適用し、結論を導く演繹推論能力の育成が不可欠である。この過程で、教師が演繹推論に対する具体的な問いを投げかけることにより、学習者の深いリフレクションを促進できると考えら

れる。例えば、早すぎる予測化の観点に基づき、「この法規には暗黙の前提が含まれている可能性はないか?」といった問いが有効である。

経営・リーダーシップ教育においても、経営戦略や意思決定プロセスを批判的に検討させることが重視されている (Argyris & Schön, 1978)。具体的には、複数のケーススタディから成功要因を抽出する帰納推論、抽出した理論を特定のチーム状況に適用する演繹推論、特定の課題に対し既知の知識を応用して合理的解決策を導く仮説推論が求められる。このプロセスにおいても、教師が論理推論に対する具体的な問いを投げかけることで、学習者が自身の推論過程を振り返り、妥当性を評価し、論理的思考力を向上させることが期待される。例えば、帰納推論に対し斉一性の観点から「これらの企業成功に影響した他の要因はないか?」、演繹推論に対し論理の揺らぎの観点から「この理論は現場状況と矛盾していないか?」、仮説推論に対し早すぎる仮説化の観点から「適用した規則間に欠落している情報はないか?」といった問いが有効である。

読解力向上を目的とした教育プログラムにおいても、論理的思考力が不可欠であることが指摘されている (間瀬, 2011)。説明的文章 (レポートや科学論文等) では、帰納的思考で共通性を見出し、演繹的思考で特性を個別事例に適用し、仮説推論で蓋然的に判断する論理的思考が求められる (小田, 1996)。読解時には、教師が論理推論に対する具体的な問いを活用することで、学習者に文章内容を批判的に検討させ、理解を深化させることが可能である。例えば、帰納推論における斉一性の観点から「著者の主張は前提と結果に基づくが、他に影響を与える前提条件はないか?」といった問いが効果的である。

以上のように、教育実践において本研究で提案した問いの分類手法を活用することで、学習者のリフレクション促進および論理的思考力の向上に寄与する可能性が示唆される。

### **PBL 型授業での活用可能性**

PBL (Problem-Based Learning : 問題基盤型学習) は、学生が実社会に関連する問題を主体的に解決しながら学ぶアクティブ・ラーニングの手法であり (Hmelo-Silver, 2004) , この手法を活用する教育実践者にとっても、本研究で提案する問いの分類手法を意識的に組み込むことは、学習者の深いリフレクションを促進し、より主体的・対話的で深い学びを実現する上で有効であると考えられる。PBL 型授業においてその効果を最大化し、問題解決過程で必要となるリフレクションスキルを習得させるためには、教師や教育関係者が本研究で示した論理推論に対する問いの分類手法を適切に説明し、実践的なトレーニングを実施する必要がある。これにより、学習者に曖昧な問いと論理的な問いの違いを理解させた上

で、実際の問題解決過程において、第3レベルの具体的な問いを活用した自己評価シートを導入し、自他の推論の妥当性を批判的に評価させることが考えられる。

具体的には、問題分析および課題特定の段階では、関連データや情報を収集し、それらを基に問題の構造を帰納的に理解する必要がある。この過程において、帰納推論に関する具体的な問いを用いて自己の推論過程を内省し、検証することで、問題の構造を本質的に理解し、真に解決すべき課題の発見につながると考えられる。仮説推論を用いて課題を特定し、解決策を提案する段階では、仮説推論に関する具体的な問いに基づいて自己の推論を批判的に評価することで、最も適切な解決策を選択し、合理的な意思決定を支援することが可能となる。さらに、結果の共有段階においては、具体的な問いを活用し積極的に発問を行うことで、活発な対話を促し、相互学習を深めることが期待される。

例えば、医学教育において診断プロセスを訓練する際、患者の症例を分析し、仮説推論によって病因を推測する場面では (Schmidt et al., 2011) , 学習者が仮説推論に対する具体的な問いを活用し、自らの推論の妥当性を疑い、検証することで、迅速かつ適切な診断能力の向上に寄与すると考えられる。例えば、論理の揺らぎの観点から、「観察された症状と適用された規則において、症状の持続時間や程度に差異はないか？」と問うことが挙げられる。

工学教育においては、技術設計に関する課題解決時に (Jonassen, 2011) , 目標とする技術に関する情報を調査し、共通性や特性を抽出し、帰納推論を用いてデザインコンセプトを構築する段階で、帰納推論に対する具体的な問いを活用することで、推論の妥当性を自己検証し、適切なデザインコンセプトの策定につながると考えられる。例えば、早すぎる一般化の観点から「この地域の顧客の特徴だけに基づいているが、他地域の顧客と異なる可能性はないか？」と問うことができる。また、デザインコンセプトを実現するための解決策を仮説推論によって提案する段階では、仮説推論に関する具体的な問いを用いてリフレクションし、最も合理的な解決策を選択することに寄与する。例えば、論理の揺らぎの観点から「デザインコンセプトとこの規則に矛盾はないか？」と問うことが考えられる。さらに、演繹推論を用いて設計の各要素に既存の法則や公式を適用し、機能要件を満たす設計詳細を決定する段階でも、演繹推論に対する具体的な問いに基づき、自己の推論過程を疑い、リフレクションすることで、より精度の高い設計に結び付くと考えられる。例えば、早すぎる予測化の観点から「この法則とこの法則を結び付ける過程で、飛躍はないか？」と問いかけることが有効である。

また、授業後にリフレクションを促進する学習日誌 (Zimmerman & Schunk, 2011) に三つの論理推論に基づく問い、その推論過程を問う観点、および具体例を取り入れることで、学習者が授業経験を振り

返る機会を提供することができる。このプロセスを通じて、学習者は習得した知識を整理し、新たな知識と統合し、洞察を得るとともに、次回の実践や問題解決活動に適用する力を育成することが期待される。例えば、演繹推論に関する問いを基に「本日の学習で最も重要と感じた知識（規則・理論）は何か？それを今後どのような場面で活用できるか？」といった問いを提示し、さらに演繹推論に対する具体的な問いの観点を用いて、自己の推論過程を批判的に検証させることで、創造的問題解決力および継続的な学習能力の向上に資するであろう。

### ビジネス場面での活用可能性

法律専門家においては、法規の適用の妥当性について争いが生じる余地が常に存在するため、演繹推論に対する具体的な観点に基づいて疑問を呈し、自己の判断過程を検証することで、より適切な判断形成につながるリフレクションを促すことができると考えられる。

医療現場においても、医師が患者の症状に基づき、病因を迅速かつ正確に診断し、適切な治療方法を選択することが求められる。この診断過程において、仮説推論に関する具体的な問いの観点を活用することで、診断プロセスをリフレクションし、深い推論を行うことが可能となり、結果として診断ミスの減少につながると考えられる。

さらに、技術設計、ソフトウェア開発、および IT エンジニアリングの分野にも本研究の知見は応用可能である。ソフトウェア開発においては、開発の各段階で論理推論に対する具体的な問いの観点に基づき、構築過程における論理の妥当性を自己点検することで、より確実に信頼性の高いソフトウェア開発につながると考えられる。また、ソフトウェアのテストや運用段階では、仮説推論を用いてバグの原因を特定する際に、仮説推論に関する具体的な問いの観点に基づいて推論過程の妥当性を批判的に検証することで、原因特定の精度向上が期待できる。

コンサルティング業務においても、本研究の知見は有用である。コンサルタントは、顧客が直面する固有の課題に対して的確な提案を行う必要がある（三輪，2009）。この課題解決過程において、帰納推論や仮説推論に対する具体的な問いの categorie を活用することで、問題判断や課題設定過程をリフレクションし、より本質的な問題を特定し、合理的で効果的な解決策を創出することが可能となる。

データ分析の現場においても同様である。データアナリストは、多様なデータから経営層の意思決定やビジネス上の課題解決に資する規則や知見を帰納推論によって導出することが求められる。この過程

において、帰納推論に関する具体的な問いの観点を活用し、導出された規則や知見の妥当性を批判的に検証することで、より信頼性の高い規則や知見の獲得につながることを期待される。

以上のように、ビジネス場面や職場においても、本研究で検証した三つの論理推論に対する具体的な問いの分類手法を活用し、推論過程を振り返り、その妥当性を批判的に評価することによって、適応的かつ創造的な問題解決に寄与する可能性が示唆される。

## 引用文献

- Anderson, C. (2006). *The Long Tail: Why the Future of Business Is Selling Less of More*. Hyperion.
- Argyris, C., & Schön, D. A. (1978). *Organizational Learning: A Theory of Action Perspective*. Addison-Wesley.
- Arner, D. W., Barberis, J., & Buckley, R. P. (2016). 150 years of Fintech : An evolutionary analysis. *JASSA The Finsia Journal of Applied Finance*, 3, 22–29.
- Aschwanden, C. (2021). Five reasons Why COVID herd immunity is probably impossible. *Nature*, 591, 520-522.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston
- Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The Skill Content of Recent Technological Change. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279-1333.
- Baker, A. (2016). Simplicity. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2016 Edition). Retrieved February 11, 2025, from <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/simplicity/>
- Bell, D. (1973). *The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting*. Basic Books.
- Boud, D. (2001). Using journal writing to enhance reflective practice. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 90, 9–18.
- Boud, D., & Walker, D. (1998). Promoting reflection in professional courses: The challenge of context. *Studies in Higher Education*, 23(2), 191–206.
- Boud, D., Keogh, R., & Walker, D. (1985). *Reflection: Turning experience into learning*. Routledge.
- Bowker, G. C., & Star, S. L. (1999). *Sorting things out: Classification and its consequences*. MIT Press.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. National Academy Press.
- Brookfield, S. D. (1995). *Becoming a Critically Reflective Teacher*. Jossey-Bass.
- Brookfield, S. D. (2005). *The power of critical theory: Liberating adult learning and teaching*. Jossey-Bass.
- Brown, G. T., & Harris, L. R. (2013). Student self-assessment. In J. H. Mcmillan (Ed.), *The SAGE handbook of research on classroom assessment* (pp. 367–393). SAGE Publications.

- Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31, 21-32.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company.
- Hartshorne, C., & Weiss, P. (Eds.) (1998). *Collected Papers of Charles Sanders Peirce* (Vols. 1–8). Thoemmes Press.
- Carnap, R. (1950). *Logical Foundations of Probability*. University of Chicago Press.
- Castells, M. (1996). *The Rise of the Network Society*. Blackwell.
- Chi, M. T. H. (2000). Self-explaining expository texts: The dual processes of generating inferences and repairing mental models. In R. Glaser (Ed.), *Advances in Instructional Psychology* (pp. 161–238). Lawrence Erlbaum Associates.
- Chi, M. T. H., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glaser, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, 13(2), 145-182.
- Chi, M. T., Glaser, R., & Farr, M. J. (Eds.). (1988). *The nature of expertise*. Lawrence Erlbaum Associates.
- 中央教育審議会 (2005) .我が国の高等教育の将来像 (答申) . Retrieved December 9, 2024, from [https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/05013101.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/05013101.htm)
- Copi, I. M., & Cohen, C. (2016) . *Introduction to Logic* (14th ed.). Pearson.
- Dewey, J. (1933). *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. D.C. Heath & Co Publishers.
- Donner, A., & Eliasziw, M. (1987). Sample size requirements for reliability studies. *Statistics in medicine*, 6(4), 441-448.
- Donner, A., & Eliasziw, M. (1992). A goodness-of-fit approach to inference procedures for the kappa statistic: confidence interval construction, significance-testing and sample size estimation. *Statistics in medicine*, 11(11), 1511-1519.
- Douven, I. (2017). Abduction. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2017 Edition). Retrieved February 11, 2025, from <https://plato.stanford.edu/archives/fall2017/entries/abduction/>
- Drucker, P. F. (1993). *Post-Capitalist Society*. Harpercollins.
- Drucker, P. F. (1999). *Management Challenges for the 21st Century*. Harperbusiness.

- Ennis, R. H. (1996). *Critical thinking*. Prentice Hall.
- Eraut, M. (2004). Informal learning in the workplace. *Studies in Continuing Education*, 26(2), 247–273.
- Evans, J. S. B. T. (1989). *Bias in human reasoning: Causes and consequences*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Facione, P. A. (2011). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. Insight Assessment.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive-Developmental Inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- Floridi, L. (2013). *The Ethics of Information*. Oxford University Press.
- Foray, D. (2004). *The Economics of Knowledge*. MIT Press.
- Friedman, J., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2009). *The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction*. Springer.
- Friedman, T. L. (2005). *The World Is Flat: A Brief History of the Twenty-First Century*. Farrar, Straus and Giroux.
- 福田 市郎 (2003) . 意思決定理論における心理学的アプローチ 経営情報研究, 10(2), 65-90.
- Gibbs, G. (1988). *Learning by Doing: A guide to teaching and learning methods*. Oxford Brookes University.
- Gilmore, J., Vieyra, M., Timmerman, B., Feldon, D., & Maher, M. (2015). The Relationship between Undergraduate Research Participation and Subsequent Research Performance of Early Career STEM Graduate Students. *The Journal of Higher Education*, 86(6), 834-863.
- Goodman, N. (1955). *Fact, Fiction, and Forecast*. Harvard University Press.
- Harman, G. H. (1965). The Inference to the Best Explanation. *The Philosophical Review*, 74(1), 88-95.
- Hartmana, A., Kruijf, J. V., & Weesep, R. (2023). Asking the right questions: The role of reflection for learning in and between projects. *International Journal of Project Management*, 41(5), 1-13.
- Hatton, N., & Smith, D. (1995). Reflection in teacher education: Towards definition and implementation. *Teaching and Teacher Education*, 11(1), 33–49.
- Hempel, C. G. (1966). *Philosophy of Natural Science*. Prentice-Hall.

- Henry, F., Herwindiati, D. E., Mulyono, S., & Hendryli, J. (2017). Sugarcane land classification with satellite imagery using logistic regression model. *IOP Conference Series.: Materials Science and Engineering*, 185,1-6.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Hofstede, G. (2001). *Culture's consequences: Comparing values, behaviors, institutions, and organizations across nations*. SAGE Publications.
- Holland, J. H., Holyoak, K. J., Nisbett, R. E., & Thagard, P. R. (1986). *Induction: Processes of inference, learning, and discovery*. MIT Press.
- Howson, C., & Urbach, P. (1993). *Scientific Reasoning: The Bayesian Approach*. Open Court Publishing.
- Hume, D. (1739/1748). *A Treatise of Human Nature & An Enquiry Concerning Human Understanding*. Oxford University Press.
- Hume, D. (2003). *An Enquiry Concerning Human Understanding*. Oxford University Press. (Original work published 1748)
- Husebø, S. E., Dieckmann, P., Rystedt, H., Søreide, E., & Friberg, F. (2013). The Relationship Between Facilitators' Questions and the Level of Reflection in Postsimulation Debriefing. *The Journal of the Society for Simulation in Healthcare*, 8(3), 135-142.
- 池田 文人・山下 尚子・邱 麗 (2023) . 科学的問いに繋がる論理に基づく質問の分類手法——科学的な創造性の源となる疑問の持ち方—— 日本創造学会第45回研究大会論文集, 35-42.
- 伊藤 正巳・児島 武雄 (1957) . 正義と裁判 紀伊國屋書店
- Johnson-Laird, P. N. (1999). Deductive reasoning. *Annual Review of Psychology*, 50, 109-135.
- Johnson-Laird, P. N. (2006). *How we reason*. Oxford University Press.
- Jonassen, D. H. (2011). *Learning to Solve Problems: A Handbook for Designing Problem-Solving Learning Environments*. Routledge.
- Josephson, J. R., & Josephson, S. G. (1994). *Abductive Inference: Computation, Philosophy, Technology*. Cambridge University Press.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013) .Securing the Future of German Manufacturing Industry: Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0. Final Report of the Industrie 4.0 Working Group, Acatech— *National Academy of Science and Engineering*, 678.

- Kember, D., Leung, D. Y. P., Jones, A., Loke, A. Y., McKay, J., Sinclair, K., ... Yeung, E. (2000). Development of a Questionnaire to Measure the Level of Reflective *Thinking*. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 25(4), 381–395.
- 経済産業省（2006）. 社会人基礎力 Retrieved December 9, 2024, from <https://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/index.html>
- 経済産業省(2018). 我が国産業における人材力強化に向けた研究会 人材力研究会報告書 Retrieved December 9, 2024, from <https://www.chusho.meti.go.jp/koukai/kenkyukai/jinzaikyoka/2018/180314jinzaikyokakondankai.pdf>
- King, A. (1992). Comparison of self-questioning, summarizing, and notetaking-review as strategies for learning from lectures. *American Educational Research Journal*, 29(2), 303–323.
- King, A. (1995). Inquiring minds really do want to know: Using questioning to teach critical thinking. *Teaching of Psychology*, 22(1), 13–17.
- King, P. M. & Kitchener, K. S. (1994). *The development of reflective judgment in adolescence and adulthood*. Jossey Bass.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice-Hall.
- Koriat, A. (2007). Metacognition and consciousness. In P. D. Zelazo, M. Moscovitch, & E. Thompson (Eds.), *The Cambridge Handbook of Consciousness* (pp. 289–325). Cambridge University Press.
- Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: An introduction to its methodology* (4th ed.). Sage Publications.
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge University Press.
- Kuhn, D. (2005). *Education for Thinking*. Harvard University Press.
- Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press.
- Kujath, H. J., & Stein, A. (2009). Spatial Patterns in the Knowledge Society. In H. Kilper (Ed.), *German Annual of Spatial Research and Policy 2009—New Disparities in Spatial Development in Europe* (pp.37-50). Springer.
- Kyburg, H. E. (1974). *The Logical Foundations of Statistical Inference*. Reidel.
- 邱麗・山下尚子・陳心怡・池田文人(2023). 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エスチョンの創出の支援—— 高等教育ジャーナル：高等教育と生涯学習, 30, 63-74.

- Lin, E. L., & Murphy, G. L. (1997). Effects of background knowledge on object categorization and part detection. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23(4), 1153–1169.
- Lipton, P. (2004). *Inference to the Best Explanation* (2nd ed.). Routledge.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*. Pearson.
- Mazzucato, M. (2018). Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. *Industrial and Corporate Change*, 27(5), 803–815.
- Martin, J. P. (1973). *Hospitals and the mentally ill: A study in social relationships*. Routledge & Kegan Paul.
- 松尾 知明 (2016) . 知識社会とコンピテンシー概念を考える——OECD 国際教育指標 (INES) 事業における理論的展開を中心に—— 教育学研究, 83(2), 154-166.
- 間瀬 茂夫 (2011) . 説明的文章の論証理解における推論——協同的な過程における仮説的推論を中心に—— 国語科教育, 70, 76-83.
- Mezirow, J. (1991). *Transformative Dimensions of Adult Learning*. Jossey-Bass.
- Miyake, N., & Norman, D. A. (1979). To ask a question, one must know enough to know what is not known. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 357-364.
- 三輪 卓己 (2009) . 経営コンサルタントの自律的キャリアの実態の分析——知識の獲得, 人的ネットワーク, キャリア志向の多様性—— 京都産業大学学術リポジトリ, 26, 27-53.
- Moon, J. A. (1999). *Reflection in Learning and Professional Development: Theory and Practice*. Routledge.
- Moreno, A. I., & Swales, J. M. (2018). Strengthening move analysis methodology towards. Bridging the function-form gap. *English for Specific Purposes*, 50, 40-63.
- Nickerson, R. S. (1998). Confirmation Bias: A Ubiquitous Phenomenon in Many Guises. *Review of General Psychology*, 2(2), 175-220.
- Nisbett, R. E., Krantz, D. H., Jepson, C., & Kunda, Z. (1983). The use of statistical heuristics in everyday inductive reasoning. *Psychological Review*, 90(4), 339-363.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company*. Oxford University Press.

- 小田 迫夫 (1996) . 情報の読みと論理の読み 田近 洵一 (編) 国語科の新視点 2 情報と論理を追求する説明文の授業 国土社
- OECD(1996). The Knowledge-Based Economy. OECD.
- OECD(2003). The Definition and Selection of Key Competencies: Executive Summary. OECD.
- OECD(2005). The definition and selection of key competencies: Executive summary. OECD.
- OECD(2016). Definition and Selection of Competencies (DeSeCo). Retrieved February 9, 2025, from [https://web-archive.oecd.org/temp/2016-09-22/81059-definitionandselectionofcompetenciesdeseco.htm](https://web.archive.oecd.org/temp/2016-09-22/81059-definitionandselectionofcompetenciesdeseco.htm)
- OECD (2019). Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future. OECD.
- 大塚 慎太郎 (2020) . 大学生の論理的に思考する力の現状と課題 命題解釈の分析を通して 敬愛大学国際研究, 33, 75-95.
- Page, S. E. (2007). *The difference: How the power of diversity creates better groups, firms, schools, and societies*. Princeton University Press.
- Paul, R., & Elder, L. (2006). *The Thinker's Guide to Socratic Questioning*. The Foundation for Critical Thinking.
- Peirce, C. S. (1878). Deduction, induction, and hypothesis. *Popular Science Monthly*, 13, 470–482.
- Perkins, D. N., & Salomon, G. (1989). Are cognitive skills context-bound? *Educational Researcher*, 18(1), 16-25.
- Piaget, J. (1950). *The psychology of intelligence*. Routledge.
- Pintrich, P (2002). The Role of Metacognitive Knowledge in learning, Teaching, and Assessing. *Theory into Practice*, 41, 219-226.
- Piwowar, H., Priem, J., Larivière, V., Alperin, J. P., Matthias, L., Norlander, B., Farley, A., West, J., & Haustein, S. (2018). The state of OA: a large-scale analysis of the prevalence and impact of Open Access articles. *Peer J*, 6, e4375.
- Popper, K. (1959). *The Logic of Scientific Discovery*. Routledge.
- Qiu, L., Ikeda, F., & Yamashita, N.(2024). Development of Logic-Based Question Classification Methods to Measure the Ability to Ask Questions Essential for Setting Research Questions. *Integrated Science Education Journal*, 5(2), 91-100.

- Qiu, L., Ikeda, F., & Yamashita, N. (2025). Development and Validation of a Taxonomy for Specific Questions Based on Deficiencies in Logical Reasoning. *Integrated Science Education Journal*, 6(1), 6-14.
- Quine, W. V. O. (1951). Two Dogmas of Empiricism. *The Philosophical Review*, 60(1), 20-43.
- Reeder, R., Stein, T., & Peelen, M. (2015). Perceptual expertise improves category detection in natural scenes. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23, 172-179.
- Rudner, R. (1966). *Philosophy of social science*. Prentice-Hall.
- Russell, B. (1912). *The Problems of Philosophy*. Oxford University Press.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2011). A self-determination theory perspective on social, institutional, cultural, and economic supports for autonomy and their importance for well-being. In V. I. Chirkov, R. M. Ryan, & K. M. Sheldon (Eds.), *Human Autonomy in Cross-Cultural Context: Perspectives on the Psychology of Agency, Freedom, and Well-Being* (pp. 45-64). Springer Science + Business Media.
- Sai, A. B., Mohankumar, A. K., & Khapra, M. M. (2020). A Survey of Evaluation Metrics Used for NLG Systems. *ACM Computing Surveys*, 55(26), 1-39.
- Salmon, W. (1966). *The Foundations of Scientific Inference*. University of Pittsburgh Press.
- Schmidt, H. G., et al. (2011). The Role of Problem-Based Learning in Medical Education. *Academic Medicine*, 86(4), 492-495.
- Schön, D. A. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Basic Books.
- Schouten, H. J. A. (1986). Nominal scale agreement among observers. *Psychometrika*, 51, 453–466.
- Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychology Review*, 7(4), 351–371.
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Crown Business.
- Seymour, E., Hunter, A. B., Laursen, S. L., & Deantoni, T. (2004). Establishing the Benefits of Research Experiences for Undergraduates in the Sciences—First Findings from a Three-Year Study—. *Science Education*, 88(4), 493-534.
- Sober, E. (1988). *Reconstructing the Past: Parsimony, Evolution, and Inference*. MIT Press.

- Sober, E. (1994). *From a Biological Point of View: Essays in Evolutionary Philosophy*. Cambridge University Press.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285.
- Taleb, N. N. (2007). *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*. Random House.
- Thorburn, W. M. (1918). The Myth of Occam's Razor. *Mind*, 27(107), 345-353.
- Topol, E.J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*, 25, 44–56.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment Under Uncertainty: Heuristics and Biases. *Science*, 185(4157), 1124-1131.
- Veenman, M. V. J., Van Hout-Wolters, B. H. A. M., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning*, 1(1), 3–14.
- Vlastos, G. (1991). *Socratic Studies*. Cambridge University Press.
- Vygotsky, L. S. (1978). Internalization of higher psychological functions. In M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Soubennan (Eds.), *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes* (pp. 52-57). Harvard University Press.
- United Nations Conference on Trade and Development. (2021). *Digital Economy Report 2021*. United Nations Publications.
- World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. World Economic Forum.
- Yuan, L., & Powell, S. (2013). *Moocs and Open Education: Implications for Higher Education*. JISC CETIS.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a Self-Regulated Learner: *An Overview*. *Theory into Practice*, 41(2), 64-70.
- Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (2011). *Self-Regulated Learning and Academic Achievement: Theoretical Perspectives*. Routledge.
- Zimmerman, C. (2000). The development of scientific reasoning skills. *Developmental Review*, 20(2), 99-149.

## 謝辞

本論文の完成にあたり、多くの方々より多大なるご支援とご協力を賜りましたことに、心より感謝申し上げます。

まず、本研究にご協力いただいた高校生および大学院生、ならびに教職員の皆様に深謝いたします。高校の生徒および教職員の皆様には、研修への積極的なご参加とご協力を賜りました。また、大学院に進学されたばかりの学生には、新生活への適応と並行しつつ、授業内容の省察を通じて多くの有意義な問いを提示いただきました。皆様のご協力なしには、本論文を完成させることはできませんでした。

次に、科学コミュニケーション講座の先生方に深く感謝申し上げます。副査である松王政浩先生には、哲学的視座から専門的かつ示唆に富むご意見を賜り、新たな視点を得ることができました。また、杉浦真由美先生および山本堅一先生には、予備審査会において論文の構成に関する貴重なご助言をいただき、自身の思考整理に大きく寄与いたしました。加えて、山本先生には折に触れ励ましのお言葉をいただき、研究遂行への大きな支えとなりました。さらに、副査である岩間徳兼先生には、統計手法に関する専門的知見をご教授いただき、困難に直面した際には、常に忍耐強くご指導くださいました。また、研究室環境の改善に努めてくださり、集中して研究に取り組むことができました。

指導教員である重田勝介先生には、論文執筆の全過程において、構成や先行研究の整理方法など多岐にわたりご助言をいただきました。さらに、学位申請に関する手続きにおいても適切にご手配いただき、諸手続の遂行が円滑に進められました。また、ゼミ活動を通じて他研究者との交流機会をご提供いただき、多様な視点に触れることができました。

修士課程よりご指導いただいている池田文人先生には、筆舌に尽くしがたい感謝の念を抱いております。留学生として日本で研究を進める中、言語の壁という課題に直面する場面も少なくありませんでしたが、池田先生は常に辛抱強く耳を傾けてくださり、的確な助言を賜りました。研究に行き詰まった際にも、励ましと共に専門的知識に基づくご指導をいただき、研究活動を前進させることができました。池田先生のご指導には、吉田松陰の教育思想「一人一人の長所を育む」が体現されていると感じております。先生のもとで学んだ姿勢を今後も大切に、さらなる成長を目指して精進してまいります。

加えて、研究室の趙由之さんおよび山下尚子さんには、多大なるご協力をいただきました。趙さんには、論文執筆において思考が停滞した際、常に耳を傾けて整理を助けていただきました。また、論理的思考の整理に際しては、関連資料を読んだ上で貴重な意見をいただきました。山下さんには、研究面のみならず生活面でも支えていただきました。論文執筆に必要な文献情報の提供、表現の校正、さらに異文化適応に関する助言など、多岐にわたりご支援を賜りました。

以上、多くの皆様のご支援とご指導により、本論文を完成させることができました。ここに改めて心より感謝申し上げます。