

ロジカルシンキングにおいて目的と手段が 反転する誤り事例の分析

林浩一^{†1}

概要: 戦略コンサルティング会社に由来するロジカルシンキングの手法は、説得力のある提案や報告の作成に効果的なことから、広く普及しているが、学術的な基礎が不十分なために、経営企画の領域に適用範囲が限定されている。本研究はロジカルシンキングの手法の基礎に、ツリー構造など情報科学で扱われる基礎的なデータモデルを適用することで、学術研究の領域も含めた広い範囲での活用を可能にし、研究意義の外部伝達を促進することをねらいとしている。本論文ではこの研究の一環として、研究の意義を専門外に説明するために有用な目的展開の演習で見つかった、目的と手段が反転する誤答の事例を示し、その傾向の事前検知と改善のため方法について述べる。

キーワード: ロジカルシンキング, 論理思考, ロジックツリー, 事例, 教育

Case analysis about Recognition Errors that Reversing Objects and Means in Logical Thinking

Koichi HAYASHI^{†1}

Abstract: Logical thinking method derived from strategy consulting firm is widely used because it is effective for creating persuasive proposals and reports. However due to insufficient academic foundation, the scope of application is limited within management planning area. By adopting basic model like tree structure defined in information science as a basis for logical thinking, our research has aimed to extending applicable fields to include academic activities and then promote utilization of research results by business opportunities. In this paper, as a part of this research, we show error cases that reverse objects and means, which were found in exercise for organizing a structure of objects, and we propose methods to detect and correct misunderstanding that causes the errors.

Keywords: critical thinking, logical thinking, logic tree, case study, education

1. はじめに

今日、経営や企画部門で広く使われている課題分析と文書作成の手法に、ロジカルシンキングと呼ばれるものがある。この手法は文字通りの「論理思考」のことではなく、米国の戦略コンサルティング会社に由来する説得力のある提案書や報告を作成するための実践的な一連の技法のことを指す。2000年前後、米国のマッキンゼー・アンド・カンパニーの出身者により国内に紹介されると急速に広がり、今日の企業活動において、営業や研究開発の部門も含め、日常的に使われるようになってきている[1][2][3][4][5]。

ロジカルシンキングの解説では、しばしば「論理」や「ロジック」という単語が使われるため、論理学などに基礎があると誤解がされていることもあるが、実際には関係がない。解説書によって、古典論理学に見られる演繹や帰納といった用語に簡単にふれることはあるが、現代の数理論理学で用いられる、命題や真偽などの概念は登場しない。大学教育においては、論文執筆などにおいて、科学技術における論証についての理論的なモデルである、トゥールミンの議論モデルを利用することもあるが[6][7][8][9]、こちらも、ロジカルシンキングとの接点はない。

ロジカルシンキングは理論的根拠が薄弱だとはいえ、経営者や事業責任者の意思決定に使われる文書を作成する技法として有用であることは実証されている。このことは、研究者や技術者にとっても、自分の研究成果を使った事業を提案し展開する上で有用であることを意味している。

一方で、大学で正規に科学技術教育を受けた学生は、研究指導を受ける過程で数理論理学や論証モデルに基づく思考を身につけていることが多い。その視点でコンサルタント由来のロジカルシンキングの解説を読むと、低い理論性に加えて、「タテの論理ヨコの論理」「論理に飛びがある」といった感覚的な表現が多用され、的確な理解が困難である。このため、大学を離れ企業に参画した研究者や技術者が、自分なりの論理展開をしても、ロジカルシンキングの流儀に慣れた経営層を説得できないことも多い。

著者は技術者や研究者にとっても、違和感なく理解でき、習得しやすいロジカルシンキング活用手法 MALT を提案している[10][11]。MALT は、Modeling and Authoring by Logical Thinking の頭文字をとったもので、ロジカルシンキングを用いたモデリングとオーサリング手法を意味している。MALT では情報科学で使われるデータモデルなどを用

^{†1} ピースミール・テクノロジー株式会社
Piecemeal Technology Inc.

いて、手法を明確化することで工学的な基礎を与え、習得を容易にするだけでなく、将来的な自動処理などへの応用可能性を高めることを目指している。

筆者らは、MALT を基礎にして企業向けにロジカルシンキング研修を、学生向けには授業を実施してきた。それらの活動を通じて、受講生の演習回答の多くに共通の誤りが含まれていることに注目している。作成した論文や報告書などで説得力ある議論を組み立てることができない原因。また、上司や指導教官が何度レビューを繰り返しても、文書の品質が上がらないことの原因が、こうした誤りにある可能性があるためである。

本論文ではこうした誤りの一つとして、大学院の学生の授業において、自分の取り組んでいる研究テーマの目的を整理する際に生じる、目的と手段の反転の誤り事例を取り上げる。この誤りを起こしやすい傾向についての事前検出と誤りの原因の仮説を示し、その克服手段を議論する。

2. 関連活動: ロジックツリーと目的展開

MALT の扱う範囲は、問題の分析・構造化から始まり、文書作成にいたる様々な手法を含んでいるが、本論文で扱う事象はそのうちロジックツリーとその目的展開に関するものであることから、これらに関連する活動について整理する。このうち、目的展開については、戦略コンサルティング会社由来のものではなく、ブレークスルー思考と呼ばれる別の体系に由来するものである。

2.1 ロジカルシンキング

ロジカルシンキングあるいは論理思考は、それぞれの人の教育経験によって、様々な捉え方がされているが、最も広く普及しているのが米国のコンサルティング会社、マッキンゼー社由来の手法である。同社の出身者による一連の書籍が出版されたことを契機に、コンサルティング会社をはじめとするビジネス現場で広く普及が進んだものである。

ただし、この事情は、日本に固有のものであり、米国などの英語圏の一般用語として、対応する英単語である logical thinking で同じ内容の手法を指すわけではない。

ロジカルシンキングは、さまざまな書籍やセミナーでの普及活動を通じて、おおむね以下のような手法と概念を包含する手法として定着している。いずれも、効果的な資料の作成をする上で有用な手法である。

- MECE
- So What? / Why So?
- ピラミッドストラクチャ
- ロジックツリー
- フレームワーク

本論文で報告する事例はこのうちロジックツリーに関するものである。

2.2 ロジックツリー

ロジックツリーはロジカルシンキングに含まれる手法の中でも、使用頻度の高い主要なツールの一つであるが、その定義には問題がある。ロジックツリーには様々な種類のものがあるにも関わらず、一種類のものしか規定していない。こうした欠落は、科学技術の正規の教育を受けた研究者や技術者を混乱させる典型的な要因のひとつである。

多くのロジカルシンキングの解説書では、MECE という概念を使ってロジックツリーを定義している。MECE は、Mutually Exclusive, Collectively Exhaustive の頭文字をとったもので、排他的かつ網羅的に集合を分割していくことを意味している。MECE の分割を繰り返してできる多階層分類の構造のことをロジックツリーであるとしている。

しかし、ロジカルシンキングで使われるツリー構造の種類はこれにとどまらない。目的を手段に分割してできるツリー構造、問題の原因を分解してできるツリー構造、課題を分類したツリー構造など目的に応じて多種多様なロジックツリーが利用される。これらをすべて多階層分類の構造の定義だけで捉えることは不適切である。

本論文で扱うロジックツリーは、目的を達成する手段を多段階に展開していくツリー構造である。ロジカルシンキングで特に決められた名称がないので、MALT ではゴールツリーと呼んでいる。

2.3 ゴールツリーの目的展開

ゴールツリーは最終的に達成したい目的を、その下位目的に展開していき、末端に具体的に実施する施策を配置した構造である。上方へは「何のため (What for?)」下方へは「どうやって (How?)」の関係で連なる。目的はその上位目的から見ると手段の一つと捉えられるという特徴がある。このように目的が階層的に定義することができ、複数の手段に分割していくことができるという性質は古くから知られている[12]。

目的のノードの展開は上方にも下方にも行うことができ、それぞれ異なる利点がある。下方への展開は、問題を分割し、確実に達成するための計画を網羅的に組み立てるのに有用である。反対に上方への展開は、より抽象的で範囲の広い目的を検討するのに有用である。より上位の目的を意識することで、元の目的は手段と位置づけることができ、より広い視野で代替手段を検討することが可能になる。この考え方にもとづく発想法が、ブレークスルー思考と呼ばれる一連の手法の中で提案されている[13]。

3. 大学院でのロジカルシンキング授業

本論文で説明する事例は、筆者が東京工科大学で行っているロジカルシンキングの授業の中で実施したゴールツリーの上方向展開の演習の回答から抽出されたものである。こ

の授業は、2016 年度から東京工科大学のバイオ・情報メディア研究科博士前期課程の学生向けに実施している。

3.1 授業の概要

東京工科大学のロジカルシンキングの授業では、ロジカルシンキングを中心とした 様々な手法を習得することで、専門外の人にも研究意義がわかるように説明できる力を身につけることを目標にしている。これにより、大学院課程を修了した後の活動で、自分の所属組織を越えた範囲に、広く活動意義を理解してもらい、分野の異なる専門家の協力の下で、仕事を遂行できる人材を育成することをねらいとしている。

履修する学生の専攻はバイオサイエンス、コンピュータサイエンス、メディアサイエンスと異なっており、他の分野の研究概要を理解することを実証するのにふさわしい環境となっている。この他、アントレプレナー専攻者も履修しているが、論文や計画についての位置づけが通常の研究とは異なるため、本事例の範囲から除外している。

また、履修者の半数程度が日本語を母国語としない学生であり、日本語が多少不自然であっても、論理の構造が明確であれば意図が伝わる実証できる環境でもある。

3.1.1 授業の流れ

授業は 90 分授業 16 回を、1 日に 2 回ずつ前期に 4 日、後期に 4 日、隔週で実施する。

前期は研究内容を分析して論理構造のモデルを作ることをテーマとして、(1 日目) 論理構造の基本、(2 日目) MECE による構造化、(3 日目) ロジックツリー、(4 日目) 問題解決と論文要旨の構造、を学習する。授業は過去の技術論文の要旨部分を題材にして進め、4 日目の終了後、前期分の修了レポートとして自分の卒業論文の要旨を、学習した手法を用いて書き直して提出する。

後期は論理構造のモデルを図表やドキュメントにすることをテーマとして、(1 日目) 定型モデルの図化、(2 日目) 組み合わせによる図化、(3 日目) 研究計画書の図化、(4 日目) 図のテキスト化、を学習する。前期同様、過去の技術論文の概要部分を題材にして進め、4 日目の終了後、後期分の修了レポートとして自分がこれから進める研究の計画書を、学習した手法を用いて作成して提出する。

3.1.2 研究概要のゴールツリーによる把握

ゴールツリーを用いることで、図 1 に示すような形で、研究の概要を可視化することができる。研究の目的は下方へは実施項目へと展開され、上方へは社会的な意義のある目標へと展開されていく。この構造を見るだけで、研究の意義と実施内容の概略を理解することができる。

ゴールツリーの上方展開の演習は、前期の 3 日目に行い、結果を 4 日目に講評する。また、前期と後期の修了レポー

トでは、それぞれ作成する卒業論文要旨と研究計画書を整理するための設問で、研究目的を上方展開したゴールツリーを提示する。

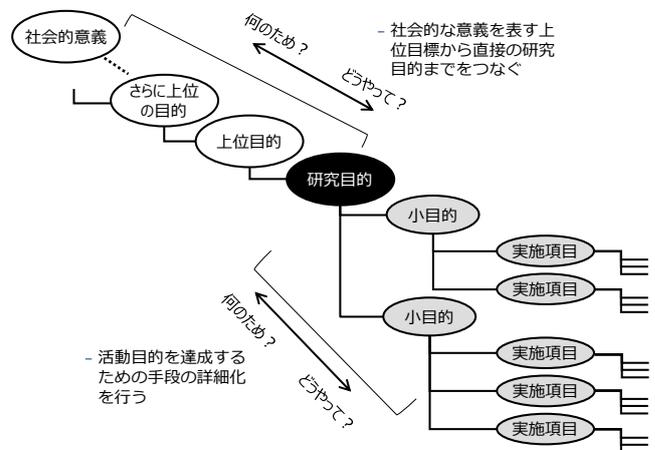


図 1 ゴールツリーと目的の展開

Figure 1 Goal tree and expansion of object-means relations

3.2 目的の上方展開演習

3.2.1 前期の演習実施

前期の 3 日目に行うゴールツリー作成の演習は、前年度の学生の研究テーマを参考にして作成した論文要旨を示し、その構造を抽出するものである。3 名~4 名からなるグループで検討し、その結果を提出する。

次の二つの研究テーマを題材にして演習を実施した。

- (1) リハビリ機器の高機能化、
- (2) 癌化細胞の早期発見

全 10 グループのうち、(1)は 10 グループ、(2)は時間が限られていたために 7 グループが提出した。

このうち、(1)について詳細に説明する。ゴールツリーの検討対象とした要旨のうち、目的の上方展開に関わる部分を以下に示す。この後に、下位の実施項目へ展開する文が続くが、本論文のテーマとは関係ないため、割愛する。

近年、リハビリの利用者が増加している。それに伴い、様々なリハビリ器具も用いられている。しかし、従来のリハビリ器具では機能が固定されているため、利用者が器具に合わせてリハビリを行わなければならない、最適なリハビリ効果を得るのが難しい。この問題を解決するため、本研究では利用者に機能を合わせることでできる新しいリハビリ機構の開発を目的とする。具体的には、利用者のリハビリ進行状況に合わせて、構造や負荷が変えられるリハビリ機構を提案する。

正答例を以下に示す。

- 【上位目的】 利用者にとって最適なりハビリ効果を
実現する。
- 【中位目的】 利用者に機能を合わせることで
新しいリハビリ機構を開発する。
- 【研究目的】 リハビリ進行状況に合わせて、
構造や負荷が変えられる機構を提案する。

この構造を図示したものを図 2 に示す。この課題の難しい点は、書かれている文そのままではなく、目的を表す文に変更する必要があるというところにある。この例では、「最適なりハビリ効果を得ることが難しい」という問題意識の表現を「最適なりハビリ効果を実現する」という目的の表現に変更する必要がある。なお、図中の最上位目的は、設問の文中に記載されていないものであるが、想定できるような構造に追加するよう指示している。

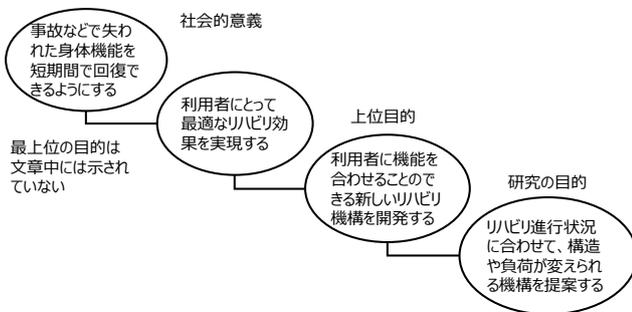


図 2 演習の正答例

Figure 2 Correct answer example of exercises

3.2.2 誤答パターン

この演習実施時に見られた代表的な 2 種類の誤答パターンと実際に提出された誤答例を示す。

(1) 目的と手段の反転 (反転型)

誤答パターンのひとつが、直接的な研究目的とその上位の目的が反転するもので、以降、反転型と呼ぶ。以下に示す例のように、正答例と比較すると直接の研究目的と中位目的とが反転している。

- 【上位目的】 利用者にとって最適なりハビリ効果を実現する。
- 【中位目的】 リハビリ進行状況に合わせて、構造や負荷が変えられる機構を提案する。
- 【研究目的】 利用者に機能を合わせることで新しいリハビリ機構を開発する。

実際に提出されたものを図 3 に示す。バリエーションには、上位目的と中位目的が反転するもの、全体が反転するものなどがある。

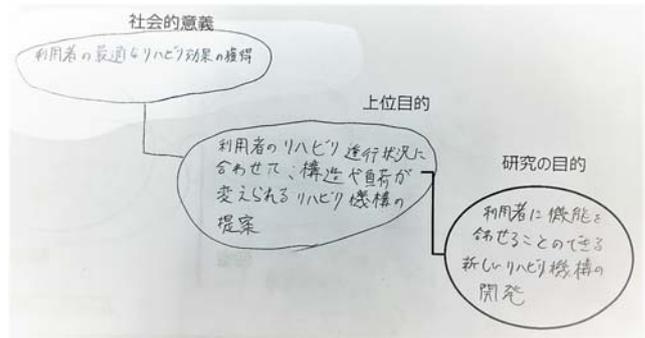


図 3 提出された誤答例 (反転型)

Figure 3 Submitted incorrect answer example (reversed)

(2) 背景の混入 (混入型)

もうひとつが、目的の上位方向への系列中に背景の情報が混入するもので、以降、混入型と呼ぶ。以下に示す例のように、正答例と比較すると中位目的ところに問題意識の記述が混入している。

- 【上位目的】 利用者にとって最適なりハビリ効果を実現する。
- 【中位目的】 利用者が器具に合わせてリハビリを行わなければならない。
- 【研究目的】 リハビリ進行状況に合わせて、構造や負荷が変えられる機構を提案する。

実際に提出されたものを図 4 に示す。バリエーションとしては、上位目的の部分だけが背景になるもの、上位目的と中位目的もどちらも背景になるものなどがある。

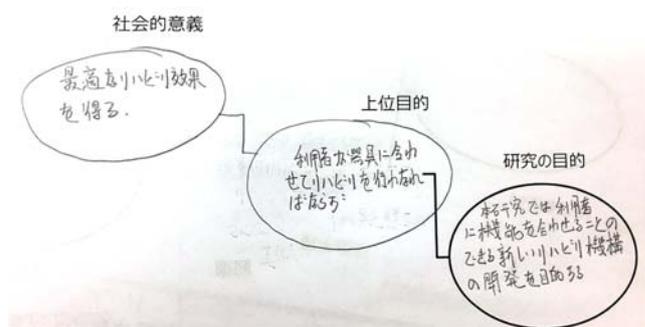


図 4 提出された誤答例 (混入型)

Figure 4 Submitted incorrect answer example (Contaminated)

3.2.3 演習実施結果

課題(1)の結果を表 1 に示す。提出された 10 件のうち、正答率は 40%(4 件)にとどまった。誤答の内訳は、反転型が 30%(3 件)、混入型が 30%(3 件)であった。

表 1 演習 1 の結果

Table 1 Result of Exercise 1

| 全答案数 | 正答数 | 誤答数 | 誤答内訳 | | |
|------|-----|-----|------|-----|-----|
| | | | 反転型 | 混入型 | その他 |
| 10 | 4 | 6 | 3 | 3 | 0 |
| - | 40% | 60% | 30% | 30% | 0% |

課題(2)の結果を表 2 に示す。提出された 7 件のうち、正答率は 57%(4 件)にとどまった。誤答の内訳は、反転型のみで 43%(3 件)であった。

表 2 演習 2 の結果

Table 1 Result of Exercise 2

| 全答案数 | 正答数 | 誤答数 | 誤答内訳 | | |
|------|-----|-----|------|-----|-----|
| | | | 反転型 | 混入型 | その他 |
| 7 | 4 | 3 | 3 | 0 | 0 |
| - | 57% | 43% | 43% | 0% | 0% |

これら 2 件の演習結果について、次回(4 日目)の授業中にフィードバックを行った上で、修了レポートの課題を提示した。

3.3 修了レポート

3.3.1 前期修了レポート

前期修了レポートの課題は、自分の卒業論文の要旨をロジカルシンキングの手法を用いて書き直すものである。最終的に要旨の記述を行う準備として、研究目的の整理を行う設問数問に答える。その最初の設問が研究目的を上方展開したゴールツリーの作成である。

上述したように、書き直しの目標は、専門の異なる人に対しても研究の意義が伝えられることである。卒業論文は通常、指導教官によって指導され、学部内で発表が行われる。このため、想定読者にはある程度、研究の背景や意義について専門知識があることが前提となっている。

専門分野の異なる人たちに研究意義を理解してもらえようように説明するためには、研究目的の上方への展開が重要になる。上位目的になるほど一般性が高いので、他の専門分野の人にとって理解のための入口を提供できる。

修了レポートで行った目的の上方展開の結果は表 3 に示すように、答案数 38 件に対して、正答率は 29%(11 件)、誤答率は 71%(27 件)となった。誤答の内訳は、反転型が 8%(3 件)、混入型が 53%(20 件)となった。残り 4 件は未回答なども含むその他の誤答である。演習時と比較しても正答率は低く、特に混入型の誤答の多さは顕著である。

この結果は、授業の目標である研究意義を他の分野の人に理解できるようにする上で、重要な手法を習得できなかったことを意味する。

表 3 前期修了レポートの結果

Table 3 Result of early completion reports

| 全答案数 | 正答数 | 誤答数 | 誤答内訳 | | |
|------|-----|-----|------|-----|-----|
| | | | 反転型 | 混入型 | その他 |
| 38 | 11 | 27 | 3 | 20 | 4 |
| - | 29% | 71% | 8% | 53% | 11% |

3.3.2 後期修了レポート

後期のテーマは図表化であり、修了レポートの課題は研究計画書の作成であるが、ここでも専門分野外の人にも理解できる記述という目標を設定している。このため、研究目的を上方展開したゴールツリーの作成は、後期修了レポートを整理するための最初の設問となっている。

前期修了レポートの正答率が低かったことから、4 日目の授業において、次節で説明する追加演習を行った上で修了レポートの課題を導入した。

後期の修了レポートの結果を表 4 に示す。答案数 23 件に対して、正答率は 65%(15 件)、誤答率は 35%(8 件)となった。誤答の内訳は、反転型が 4%(1 件)、混入型が 26%(6 件)となった。残り 1 件はその他の誤答である。

前期と後期では履修している学生が完全には一致していないため、単純な比較はできないが、正答率は 29%から 65%へと大幅に改善した。

表 4 後期修了レポートの結果

Table 4 Result of late completion reports

| 全答案数 | 正答数 | 誤答数 | 誤答内訳 | | |
|------|-----|-----|------|-----|-----|
| | | | 反転型 | 混入型 | その他 |
| 23 | 15 | 8 | 1 | 6 | 1 |
| - | 65% | 35% | 4% | 26% | 4% |

4. 追加演習とその結果についての考察

4.1 誤り原因の仮説と追加説明

目的の上方展開の正答率を改善するために、追加説明と演習を設計するにあたって、誤りが発生する原因について、以下の仮説を立てた。混入型の誤答のパターンが非常に多いことから、原因として以下を想定した。

(1) 設問の意図が伝わっていない。

背景から目的を導き出す関係を図示することが求められているのではないということが伝わっていない。

(2) 背景と目的を区別して表現できない

背景である事実の表現はそのままでは目的の表現として適切でないことが理解されていない。

このことから、次に示す内容の追加説明を行った。

● 「目的」のために「手段」を実施する
● 「手段」は「目的」のために実施する
「ハンバーガーを食べる」ために「マクドナルドに行く」とは言えるが、「マクドナルドに行く」ために「ハンバーガーを食べる」とは言えない。
【目的】ハンバーガーを食べる
【手段】マクドナルドに行く

● 起きている「事実」は「目的」にはならない
● 「目的」は意志を表す表現になる。
「新しいハンバーガーが出る(発売される)」ので「マクドナルドに行く」とは言えるが、これは「目的」と「手段」の関係ではない。起きている「事実」は背景であり、「理由」にはなるが、意思を表さないで「目的」にはならない。
【目的】×新しいハンバーガーが出る(発売される)
【手段】マクドナルドに行く

「新しいハンバーガーを食べる」ために「マクドナルドに行く」とは言える。これから実行しようとする意志を表しているので「目的」になる。
【目的】新しく出るハンバーガーを食べる
【手段】マクドナルドに行く

4.2 追加演習

追加の演習として行った課題では、研究テーマを構成する、背景、上位目的、目的、手段、を表す簡単な文のうち、2文を選び、目的と手段の関係が正しいか、背景が混入していないかを判断する。

研究テーマは5つあり、いずれもそれまでの授業中に、演習の題材として用いたもので、内容は理解されている。

- (1) 肌の老化メカニズムの解明
- (2) プロジェクションマッピングの高度化
- (3) リハビリ機器の高機能化
- (4) 癌化細胞の早期発見
- (5) 手軽で安全な筆記認証

このうち、(1)について具体的に示す。この例の記述は次のような文で構成されている。

【背景】 肌の老化に酸化タンパクが影響していることがわかってきた。
【上位目的】 肌の老化を防止する化粧品を開発する。
【研究目的】 肌の老化メカニズムを調べる。
【手段】 酸化タンパクが肌に及ぼす影響を調べる。

これらを使った作成した問題(3問)を図5に示す。目的と手段の関係が正しくなるように対応する点を線で結んで答える。背景が混入している場合には、その記述上に斜線を引く。上記の5つの研究テーマに関連して、これら3問を含む、12問を作成した。

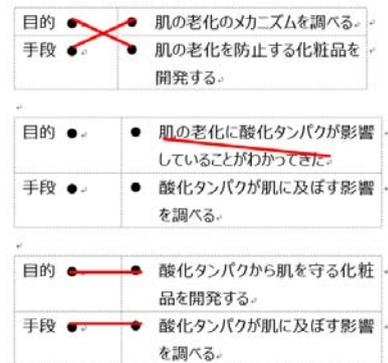


図5 追加演習

Figure 5 Additional exercise

4.3 結果の考察

表7(論文末尾)に後期の授業履修者23名について、追加演習ならびに、前期と後期の修了レポートの結果を示す。23名は全員が後期の修了レポートを提出している。前期と後期で履修している学生が異なるので、前期の修了レポートの結果は全員分揃っていない。また4日目の授業に出席できなかった3名の履修生は追加演習を行っていない。23名中9名は日本語を母国語としない学生である(*で示す)。

4.3.1 学生についての考察

追加演習について全問正解できた履修者は7名(35%)にすぎなかった。この結果と前期と後期の修了レポートの結果を比較する。

12問中全問正解者は、1人を除く全員が後期のレポートを正答している。逆に、正答率が67%以下の学生3名については、2名は修了レポートでも正答できていない。これらからは、追加演習を正答できることと、自分の研究目的を整理できることには相関があることが示唆される。しかし、正答率が75%から92%までの履修生10名については、修了レポートの正答率との相関は読み取れない。

追加演習、前後期の修了レポートのすべてを実施した学生は14名であった。表5にこの14名について修了レポートの結果の変化を整理した。

表5 前期と後期の修了レポートの結果の変化

Table 5 Comparison of early and late completion reports

| 対象者 | 正 正 | 正 誤 | 誤 誤 | 誤 正 |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 14 | 3 | 7 | 3 | 1 |
| - | 21% | 50% | 21% | 7% |

前期では誤答だったものが、後期で正答できるようになった学生が7名(50%)いることがわかる。また、表7(論文

末尾)から,追加の説明も演習を受けていない3名について,結果が変化していないことがわかる.これらの結果から,追加演習が正答率向上に寄与したといえる.

4.3.2 設問についての考察

設問ごとの正答率のばらつきについて考察する.誤答の割合が75%以下の4問について,誤りの内容を詳しく検討したのが表6である.ここで使われている記号は,「=」で目的と手段が正順であること,「X」で逆順であること,「\」で背景が混入していることを示す.これらの誤答はいずれも,目的と手段の関係を正しく捉えられていないことを示している.背景を混入させた設問(2,6,8,9)では,いずれも正答率は80%を越えており,背景混入の認識は目的と手段の関係よりも捉えやすいことを示している.

表6 誤答の詳細

Table 6 Details of incorrect answer

| 問題番号 | 4 | 7 | 10 | 12 |
|------|---|---|----|----|
| 正答 | = | X | = | = |
| 8 | | | X | |
| 9 | \ | = | | |
| 10 | | | | |
| 11 | \ | | | |
| 12 | X | | X | |
| 13 | \ | | X | |
| 14 | X | = | | |
| 15 | | = | X | \ |
| 16 | | = | X | \ |
| 17 | X | | | X |
| 18 | | \ | | X |
| 19 | | = | X | |
| 20 | \ | \ | | \ |

4.3.3 誤答の原因仮説

上記の4問と正答率100%の問題3の内容は以下のとおり.

問題4 = (正答率 65%)

【目的】 観客に対してより強い現実の拡張感を与える.

【手段】 動いている物体へのプロジェクションマッピングを可能にする.

問題7 X (正答率 65%)

【目的】 Leap Motion を用いた筆記認証を実現する.

【手段】 手軽で盗まれにくい筆記認証の技術を確立する.

問題10 = (正答率 70%)

【目的】 簡便な細胞メチル化レベル検出方法を開発する.

【手段】 細胞メチル化レベルを蛍光の強弱で判断できるようにする.

問題12 = (正答率 75%)

【目的】 利用者のリハビリ期間の短縮を実現する.

【手段】 利用者の状態に合わせられるリハビリ機器を実現する.

問題3 = (正答率 100%)

【目的】 酸化タンパクから肌を守る化粧品を開発する.

【手段】 酸化タンパクが肌に及ぼす影響を調べる.

なぜ問題4,7,10,12では目的と手段の反転が生じ,問題3では生じないのかの理由について,次のような仮説を立てているが,検証は今後の課題である.

両者を比較すると,問題4,7,10,12は,手段を抽象化したものが目的となっているのに対して,問題3は手段の次のステップとして目的が示されていることがわかる.

このことから原因は,「目的が手段の抽象化になっている場合は,目的と手段の関係を正しく認識できないことがある」ということにあると考えている.改善の手段としては,抽象化の特徴を明確に示した上で,今回示した追加演習と同様の演習を行うことが有効だと考えている.

5. 今後の課題

本論文では,ロジカルシンキングの授業で行った演習の結果として見つかった,目的と手段との関係の反転誤りについて考察した.授業の流れの中で実施した内容であり,履修者が前期と後期で異なるなど,検証に適した環境とはいえない.

今年度も授業が継続するので,演習の実施時期を変更し,同一の対象者に対して,上述した誤りの原因仮説と改善手段について検証を行っていく.

6. おわりに

本研究が最終的に目指すものは,説得力の高い文書の作成を体系的に作成する工学的手法を確立し,技術系スタッフの論文作成力,提案作成力を高めることである.今回の報告では,目的と手段の関係を反転させてしまう誤答についての分析を行った.

目的をより抽象的な方向に展開するスキルは,自分の研究の意義を広く理解してもらうために非常に重要である.しかし,目的と手段を適切に判断できていない例が多いことには,一昨年度に行った最初の授業で感じていたが,昨年度はそのことを数値として捉えることができた.

今回の追加演習について,筆者は当然全問正解すると考えていたために,誤答の多さに驚いた.しかも,その傾向が日本語を母国語としているかどうかと関係がないように見えることも興味深い.この傾向を早めに検知し克服することを可能にすることで,グローバルに活躍できる研究開発人材の効果的な育成に繋げたい.

参考文献

- [1] "ロジカルシンキング - Wikipedia". <https://ja.wikipedia.org/wiki/ロジカルシンキング>. (参照 2018 - 01 - 22).
- [2] 照屋 華子, 岡田 恵子. ロジカル・シンキング 論理的な思考と構成のスキル. 東洋経済新報社, 2001, 227p.

- [3] バーバラ ミント (著), 山崎 康司 (翻訳). 考える技術・書く技術 問題解決力を伸ばすピラミッド原則. ダイヤモンド社, 1999, 289p.
- [4] 齋藤 嘉則 (著), グロービス (監修). 問題解決プロフェッショナル「思考と技術」. ダイヤモンド社, 1997, 206p.
- [5] 後 正武. 意思決定のための「分析の技術」. ダイヤモンド社, 1998, 263p.
- [6] 松本道弘. 知的対決の方法 討論に勝つためには. 産業能率大学出版部, 1977, 238p.
- [7] スティーヴン・トゥールミン (著), 戸田山 和久, 福澤 一吉 (翻訳), 議論の技法 トゥールミンモデルの原点. 東京図書, 2011, 384p.
- [8] "早稲田大学人間科学部 e スクール スタディスキル 【2016年版】".
[https://kogolab.files.wordpress.com/2016/03/2016_ss_text-](https://kogolab.files.wordpress.com/2016/03/2016_ss_text-pages.pdf)
pages.pdf, (参照 2018 - 01 - 22).
- [9] ティモシー・W. クルーシアス, キャロリン・E. チャンネル (著), 杉野俊子, 中西千春, 河野哲也 (翻訳). 大学で学ぶ議論の技法. 慶應義塾大学出版会, 2004, 296p
- [10] 林 浩一. IT エンジニアのロジカル・シンキング・テクニク 新装版. 日経 BP 社, 2011, 264p.
- [11] 林 浩一. IT 現場で使える! ロジカルシンキング. 日経 BP 社, 2014, 160p.
- [12] 安西 裕一郎. 問題解決の心理学 - 人間の時代への思想. 中央公論社, 1985, 258p.
- [13] ジェラルド・ナドラー (著), 日比野 省三, 海辺 不二雄 (翻訳). 新ブレイクスルー思考. ダイヤモンド社, 1991, 380p.

表 7 追加演習結果

Table 7 Result of additional exercises

| 学生 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 正答数 | 正答率 | 後期 | 前期 |
|------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----|----|
| 1 | | | | | | | | | | | | | 12 | 100% | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | 12 | 100% | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | 12 | 100% | | 混入 |
| 4 | | | | | | | | | | | | | 12 | 100% | | 混入 |
| 5 | | | | | | | | | | | | | 12 | 100% | | 他 |
| 6 * | | | | | | | | | | | | | 12 | 100% | | - |
| 7 | | | | | | | | | | | | | 12 | 100% | 反転 | 他 |
| 8 | | | | | | | | | | x | | | 11 | 92% | | 混入 |
| 9 | | | | x | | | x | | | | | | 10 | 83% | | - |
| 10 | | x | | | | x | | | | | | | 10 | 83% | 混入 | |
| 11 | | | | x | | | | | x | | | | 10 | 83% | 混入 | 混入 |
| 12 * | | | | x | | x | | | | x | | | 9 | 75% | | |
| 13 | | | | x | | | | | x | x | | | 9 | 75% | | 反転 |
| 14 * | | | | x | | | x | x | | | | | 9 | 75% | | 反転 |
| 15 | | | | | | | x | | | x | | x | 9 | 75% | | - |
| 16 | | | | | | | x | | | x | | x | 9 | 75% | | - |
| 17 * | | | | x | | x | | | | | | x | 9 | 75% | | - |
| 18 * | | | | | | | x | x | x | | | x | 8 | 67% | 混入 | - |
| 19 * | | | | | | | x | x | x | x | | | 8 | 67% | 他 | 混入 |
| 20 | | | | x | x | | x | | | | x | x | 7 | 58% | | 混入 |
| 21 * | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 0% | 混入 | 混入 |
| 22 * | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 0% | 混入 | 混入 |
| 23 * | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 0% | 混入 | 混入 |
| 正答数 | 20 | 19 | 20 | 13 | 19 | 17 | 13 | 17 | 16 | 14 | 19 | 15 | | | | |
| 正答率 | 100% | 95% | 100% | 65% | 95% | 85% | 65% | 85% | 80% | 70% | 95% | 75% | | | | |