

# 言語的三角ロジックに対する演繹的三角ロジックの提案

## —主題共通命題・自明論拠・許容命題を用いた妥当性検証可能化—

広島大学大学院先進理工系科学研究科<sup>\*1</sup>

\*1 平嶋宗

### Deductive Triangle Logic for Logical Thinking Problem: Validity-Check Enabling with Subject Common Propositions, Self-evident Warrant, and Acceptable Propositions

Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University<sup>\*1</sup>

\*1 Tsukasa Hirashima

Triangle Logic (TL) is a graphical representation of a three-clause argument composed of “Data”, “Conclusion” and “Warrant”. In this research, as an improvement of the triangle logic, Deductive Triangle Logic (DTL) that can be checked validity using formal logic is proposed. Applicability and usefulness of DTL for logical thinking problems used in several survey researches are also reported in this paper. In DTL, subject common propositions, self-evident warrant, and acceptable propositions are introduced into the original TL (called Linguistic TL: LTL). DTL is positioned as a worked-out example of logical thinking from viewpoint of knowledge engineering

キーワード: Logical Thinking, Validity-check Enabled, Triangle Logic, Worked-out Example

## 1. はじめに

三角ロジックは、自然言語で記述された論述の構造を(1)根拠、(2)結論、および根拠から主張を導けることの理由となる(3)論拠、の三つの要素で図的に記述する方法であり、これまでも教育現場で盛んに活用されている[鶴田 2017, 難波 2018]。三角ロジックを記述することは、論理構造の外在化であり、自身にとってはメタ認知の補助、他者にとってはその論理の共有化・対象化の補助となる。このことは、自他の論理的思考の促進及び育成につながると期待できる。しかしながら、従来の三角ロジックは、言語的な意味での論理構造となっており、推論としての妥当性を客観的に検証できるものとはなっていなかった。これは、その論理に対して疑問が提示された場合、その論理の妥当性の客観的な説明ができないことを意味している。

本研究では、従来の言語的な論理構造に関する三角ロジック（以下では言語的三角ロジック（Linguistic Triangle Logic: LTL）と呼ぶ）に対して、命題の主題共有化、自明論拠の設定、許容命題の明示化、によっ

て推論としての妥当性検証可能化した三角ロジックを提案する。推論の妥当性（Validity）の検証は、論理的な論述の生成や自他の論述の論理的・批判的解釈において重要な役割を果たしており、この活動が可能な三角ロジックは、論理的思考の学習におけるその活用場面の拡大・深化が期待できる。本稿では妥当性検証可能な三角ロジックは、推論結果も含めると演繹構造を持つことになることから<sup>\*1</sup>、本稿では演繹的三角ロジック（Deductive Triangle Logic: DTL）と呼ぶ。

本稿では、学習を目的とした論述の論理構造に関する関連研究を紹介したうえで、演繹的三角ロジックの枠組みを説明する。演繹的三角ロジックでは、まず、三角ロジックを構成する命題の主題を統一する（主題共有命題化）。次に、論理的論述において必須要素である根拠と結論に対して、自明に構成される論拠、つまり根拠から結論が導かれることを直接記述した命題、

<sup>\*1</sup>: 結論も含めた演繹構造としてはモーダスポネンスおよびマルチモーダスポネンスのみを取り扱っている。4章で述べる論理問題の分析で、この範囲でも有用性があることが確認できている。

を設定する(自明論拠設定).そして,この自明論拠命題を形式的に導くために使われる命題を明示的に設定する(許容命題明示化).図1はTLTの例であり,この論述に対応するDLTが図2となる.図2は,主題として「部屋」を持った命題のみで構成されており(主題命題共通化),根拠から結論が導かれるとする自明論拠が設定されており(自明論拠設定),その自明論拠を導く三つの許容命題が明示化(許容命題明示化)されている.

本稿では,TLTを用いて論理思考の調査に使われている問題を記述可能であるか,および,その記述が有用性を持つかも検証したので報告する.TLTはその処理が暗黙的であったため,学習者が論理的思考の手本にできる範例とはなっていなかった.これに対して,DLTに対しては客観的で明示的な論理処理を定義することができるので,学習者が手本にできる範例となりえると考えている.DLTは知識工学的な記述となっていることから,本稿では知識工学的範例化と呼ぶ.

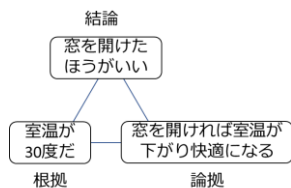


図1 従来の三角ロジックの例

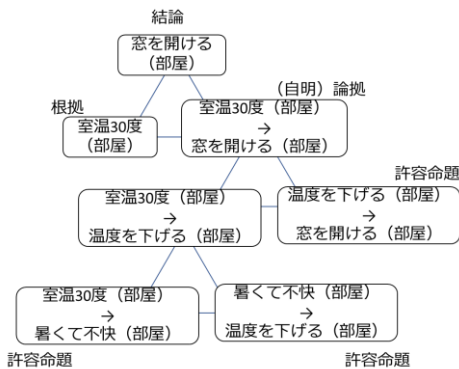


図2 妥当性検証可能化した演繹的三角ロジックの例

## 2. 関連研究

### 2.1 論理的思考の定義

井上は論理的思考を狭義から広義に三段階に分類し,より狭義の二つを,「(1)形式論理学の諸規則に従った推論のこと,(2)筋の通った思考,つまりある文章や話が論証の形式(前提—結論,または主張—理由)といった骨組みを整えていること」としている[井上1989].このような論理的思考の定義は国際的にも共

通のものであり,最狭義である(1)を満たすものを形式論理,(2)のみを満たすものを非形式論理と呼ぶことが多い[Johnson 1999].上記(2)では論証の形式が二つの要素で表現されているが,これは2項立論(two-clause argument)と呼ばれており,この2項立論を対象とした論理思考問題演習のシステム化も行われている[Britt 2007; Larson 2009].しかしながら,これらの研究においても形式だけではなく前提から結論が導けるかどうか論理的であるために重要であることは指摘されており,前提と結論に加えて論拠で構成される立論(3項立論)も演習化の対象となっている.この3項立論の図的表現法が三角ロジックとなる.

### 2.2 論拠の重要性

井上は2.1で述べた論理的思考の定義に関連して,「現実には(1)についてはあまり自覚されず,(2)のような論証の形式にレイアウトされていればそれでよしとする(その段階にとどまる)ことが多いのです.(中略)結論や主張の根拠となっていることについて,それがその主張の必然性を裏付けているかどうか,前提と結論の間に論理的必然性があるかどうかというところまではあまり議論されていないようです」[井上1989]としており,論拠の吟味が十分でない実情とその重要性の指摘している.光野は,国語科における論述に関して,論拠は常識としてしばしば省略されるが,論述が高度になり,内容の専門性や独自性が高まってくると論拠の省略が許されなくなってくると指摘している[光野2005].[Govier 1999; 道田2003; 難波2014]なども(2)の形式があれば論理的であるといつてよいことを認めつつ,論拠の吟味が重要であることを指摘している.Toulminモデル[Toulmin 1958]においても,根拠と結論で論理構造はできるといえるものの,論理として適切といえるかどうかは論拠に依存することを指摘しており,これらの三つの要素が主要要素であることを認めている.三角ロジックは重要であるにもかかわらず,しばしば省略されてしまう論拠を明示的に記述することを促している点で,有用性があるといえる.

### 2.3 論拠の文脈依存性

論拠が根拠から結論を導く上で適切なものとなって

いるかどうかは、文脈に依存して決まることがこれまでも指摘されており [Machina 1985; Johnson 2006], [Toulmin 1958] では, “Warrants are unstated assumptions that arguer assumes are already acceptable to the audience” として論拠が認めうるかどうかは立論を解釈する文脈に依存することを認め、この依存性を field-dependent と呼んでいる。難波は、解釈者の納得という観点から、この文脈依存性をより詳細に論じている [難波 2014]。これらの指摘は、論拠の妥当性がどのような命題を許容しているかに依存することを示している。本研究では、次章で述べるように、根拠と結論を直接的に結び付ける論拠である「自明論拠」と、その自明論拠を導くために用いる命題としての「許容命題」を明示化することで、論拠の文脈依存性を取り扱う。

## 2.4 命題解釈の重要性

立論に関する諸研究も、論理構造の構成要素は命題であるとしているが、自然言語文から命題をどう取り出すかに関してはほとんど言及されていない。本橋は自然言語からの命題の取り出しが自明なものではないことを指摘し、その取り出しを命題解釈と呼び、以下のような手順を提案している [本橋 2002]。

「個々の命題 A は何かについての主張の表現とみなすことができる。この何かを主題と呼び、命題 A からその主題 a を削除すると、欠損を持った不完全な命題ができる。その欠損部分に適当な変数 x を代入すると、変数 x の条件 P(x) ができる。すると、命題 A は「a が P(x) を満たしている」という主張とみなせるこの行為を命題の解釈といい、a をこの解釈の主題、P(x) を命題 A の主題 a の下で解釈して得られる条件」という」

大塚は、この命題解釈が学習者にとっては自明なものではなく、立論の論理的解釈における困難さの原因になっていることを指摘している [大塚 2020]。論理構造はそれを構成する命題によって違ったものになることから、立論の妥当性を検証するうえで、どのような命題を取り出したうえでの検証であるかを明示化することは不可欠である。自然言語の立論から命題を取り出す手順を明示化した研究は他に見当たらず、本研究ではこの方法を採用する。この命題解釈法を用いること

で、立論に対する論理構造を構成する命題の主題を明示的に共通化することが可能になることから、この方法で取り出された命題を本研究では主題共通命題と呼んでいる。LTL では、図 1 に示すように、命題がどのような共有の主題を持っているのかは暗黙的であり、論理的な処理の対象とすることが難しい。DTL では図 2 に示すように、共通の主題を「部屋」としたうえで、根拠・結論命題としてそれぞれ、室温 30 度 (部屋)、窓を開ける (部屋) を取り出し、さらに 3.2 で述べる自明論拠として“室温 30 度(部屋)→窓を開ける (部屋) “を設定し、さらに三つの許容命題を主題共有命題として設定することで、自明論拠を導くことが可能となっている。

## 2.5 平嶋らの三角ロジック

平嶋らは、組み立てられた三角ロジックの自動診断・フィードバックを備えた組み立て演習をシステム上で実装し、学習効果の検証も行っている [北村 2017]。しかしながら、この演習では三角ロジックの構成要素となる命題はあらかじめ部品化し、形式論理として解釈可能なものとして用意しており、根拠:  $p$  (もしくは  $p \rightarrow q$ )、結論 ( $q$  (もしくは  $p \rightarrow r$ ))、論拠:  $p \rightarrow q$  (もしくは  $q \rightarrow r$ ) に対応するもののみを扱っていた。したがって、表現形式は三角ロジックであるが、内容は形式論理であったといえる。このため、言語的な立論を直接扱えるものではなかった。本研究は、言語的な立論からその妥当性を検証できる三角ロジックを組み立てる枠組みの実現を目指すものである。

## 3. 三角ロジックの妥当性検証可能化

### 3.1 言語的三角ロジック (LTL) の課題

LTL は、根拠、結論、論拠の明示的を求めており、それを明示化すること自体が論理的思考を促すとともに、その構造を外在化・共有化したうえで話し合うことが可能になることから、その教育・学習上の意義は大きいといえる。LTL では、論拠が根拠から結論を導く妥当性を保証しているかどうかについては、その立論を解釈する文脈に暗黙的に任されていたといえる。本章ではこの妥当性を検証可能化するために DTL が取り入れている自明論拠、主題共通命題、許容命題について本章で述べる。

### 3.2 自明論拠

論理的であるためには、根拠と結論は不可欠である。そして、根拠と結論があれば、「根拠から結論が導かれる」とする論拠が存在するはずである。[Toulmin 1958]でも、根拠 D から結論 C が導かれるならば、「if D then C」という論拠が存在することになる、と指摘している。したがって、立論が妥当であるためには、「根拠から結論が導かれる」とする自明な論拠が存在し、それが妥当であることが必要となる。本稿では、根拠と結論が示された時点で自明に存在する論拠を「自明論拠」と呼ぶ。図2のDTLでは、“室温 30 度(部屋)→窓を開ける(部屋)”が自明論拠となっている。DTLでは、この自明論拠を、文脈において存在が許容される他の命題から導くことで、その妥当性を検証する。許容される他の命題を許容命題と呼び、3.4 で述べる。

### 3.3 主題共通命題

論理構造が形式的に処理されるうえで、構成要素となる命題が共通の主題に対してのものであることが必要となる。この共通の主題を明示化した命題を主題共通命題と呼ぶ。図1の三角ロジックを構成する命題では、その共通の主題は暗黙的である。これを明示的にするうえで、2.4 で述べた本稿の命題解釈法を用いる。図2の場合、主題を「部屋」として、根拠、結論、そして自明論拠を設定している。なお、この命題解釈は一意に決まるわけでないことはすでに指摘されており、設定した命題によって許容命題も異なったものとなる。

### 3.4 許容命題

2.3 で述べたように、論拠は多くの場合、文脈依存なものであり、論拠の妥当性を検証するためには、対応する文脈を明らかにする必要がある。ここでは、許容される命題群としてその文脈を明示化する。したがって、どのような命題が妥当なものとしてあらかじめ合意されているかによって、自明論拠の検証は異なったものとなる。例えば図2の場合でも、自明論拠がそのまま許容命題であれば、他の許容命題は不必要となる。

許容命題を設定するためには文脈を解釈する必要がある。4. で述べる論理思考問題の場合、問題中に許容命題として利用可能な情報が記述されていることが確認できる。LTL が記述されている場合には、そこで

用いられている論拠は、DTL の許容命題の設定のための文脈情報として利用可能である場合が多い。図1 との場合、LTL の論拠「窓をあげれば室温が下がり、快適になる」から、若干の常識を用いて「暑くて不快(部屋)」、「温度を下げる(部屋)」といった単純命題を設定でき、この単純命題と根拠命題および論拠命題との組み合わせでDTL の許容命題が設定できている。

## 4. 既存の論理的思考問題の記述・分析

### 4.1 概要

DTL の有用性を検証するために、既存の論理的思考問題の記述・分析を試みた。対象問題は、国立教育政策研究所が実施した「特定の課題に関する調査(論理的な思考)」[国立教育政策研究所 2013]を用いた。この調査の構成する問題は表1であり、このうち、(4)-(6)の一般的形式に属する問題(計12問)が演繹的構造を持った立論となっていると判断し、対象とした。結果として対象全問に対してDTL を適切に記述することができ、その記述が問題やその解説において暗黙的であった前提などを明示化しているとの知見を得た。以下、紙面の都合上、幾つかの事例を紹介する。節タイトルは各調査問題に与えられているラベルである。

### 4.2 一般 A(1)問 1(2) : (4)関係・洞察

#### 4.2.1 問題の内容(1)

当該の問題の主旨は、「数学的な話題である3の倍数について正しくない三段論法の推論を示し、その推論が正しくない理由を問う」と説明されている。問題文として、「次の推論は正しくない。なぜ正しくないといえるか、その理由を答えなさい。3の倍数を2つ加えて得られる数は3の倍数である。a と b はいずれも

表1 調査問題の分類

論理的に思考する過程での活動(6カテゴリ)	表現形式(2カテゴリ)	問題数
(1)規則, 定義, 条件等を理解し適用する	一般的	4
	数学的	1
(2)必要な情報と抽出し, 分析する	一般的	4
	数学的	1
(3)趣旨や主張を把握し, 評価する	一般的	2
	数学的	1
(4)事象の関係性について洞察する	一般的	4
	数学的	2
(5)仮説を立て, 検証する	一般的	5
	数学的	1
(6)議論や論証の構造を判断する	一般的	3
	数学的	2

3 の倍数ではない。ゆえに、「a と b を加えて得られる数は 3 の倍数ではない」が与えられている。この立論を DTL で記述する。

#### 4.2.2 論理構造(1)

a と b という二つの数に関する論述になっていることから、主題を「a と b」とする。これを主題とすると、「根拠: いずれも 3 の倍数ではない (a と b)」、「結論: 加えて得られるのは 3 の倍数ではない (a と b)」を設定することができる。したがって自明論拠は、「いずれも 3 の倍数ではない (a と b) → 加えて得られるは 3 の倍数ではない (a と b)」となる。また、この問題では「3 の倍数を 2 つ加えて得られる数は 3 の倍数である」という命題が明示的に与えられているので、共通主題命題化すると、「いずれも 3 の倍数である (X と Y) → 加えて得られる数は 3 の倍数である (X と Y)」を得ることができる。これは問題において認められている命題であり、許容命題とみなすことができる。この許容命題を裏命題に変換し、変数を「a と b」に具体化すると、自明論拠を導くことができる。裏命題への変換は前件否定の誤謬となっており、この立論は誤謬を含んだ論理構造を持っていると説明できる(図 3)。

#### 4.2.3 考察(1)

該当問題の調査結果は、正答率 56% となっているが、論理構造の不備(裏命題を用いたことによる誤謬)の指摘(正答 1)は 1.7% に過ぎず、結論に対する反例をあげた回答(正答 2)が 40.3%、単に主張が間違っているとの回答(正答 3)が 14.0% と報告されている。問題文は三段論法を示したうえで推論の正しくない理由を求めているので、三段論法の不備を指摘する正答 1 を期待していたと推定できる。しかしながら、大多数を占める正答 2、3 は結論のみから導けるため、問題で示されている三段論法は参照する必要がない。つまり、問題で提示された論理構造の吟味を行っていない回答が学習者の回答の大部分を占めていることにな

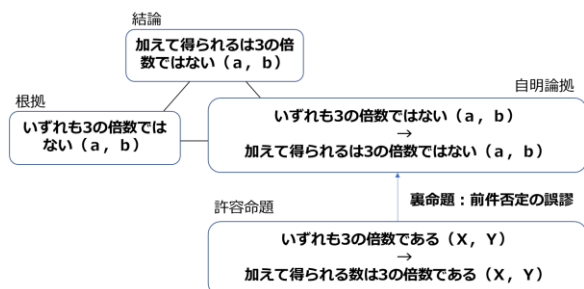


図 3 論理思考問題の DTL (1)

り、論述の論理構造の吟味が学習者にとって当然といえる活動にはなっていないことが示唆される。なお、調査結果ではこのような考察は行われていない。

### 4.3 一般 A(1)問 2 : (4)関係・洞察

#### 4.3.1 問題内容(2)

当該問題は、「携帯電話の利用時間と学習成績に関する相関関係のデータを基に、それらの因果関係を述べるために、更に必要なデータを答える」ものとされている。問題中では、ある生徒(生徒 1)の発言として、「家で携帯電話の利用時間が長いと、家で勉強する時間が少なくなる。家で勉強する時間が少なくなると、学習成績が悪くなる。ゆえに、家で携帯電話の利用時間が長いと成績が悪くなる」という因果関係が述べられており、それに対する別の生徒(生徒 2)の発言として、「家で携帯電話の利用時間が長いと成績が悪くなる」と判断するためには、示されているデータだけでは不十分だよ。さらに別のデータが必要だと思う。」が示され、「問い: 別のデータとしてどのようなデータ必要か」が設定されている。この問題は、生徒 1 が示した因果関係を裏付けるのに必要なデータを答える問題と捉えることができる。

#### 4.3.2 論理構造(2)

図 4 は、生徒 2 の発言中の「家で携帯電話の利用時間が長いと成績が悪くなる」を 2 項立論として捉えたうえで、生徒 1 及び生徒 2 の発言を DTL で記述したものである。生徒 1 の発言は二つの許容命題を用いて生徒 2 の 2 項立論の自明論拠を導出したものとなっている。生徒 2 の後半の発言及び問いは、生徒 1 の提示した許容命題に対してのデータを要求しているものとなっている。

#### 4.3.3 考察(2)

正答率は 85.5% と報告されているが、図 4 の二つの許容命題を明示的に指摘した正答(正答 1)は、14.8%

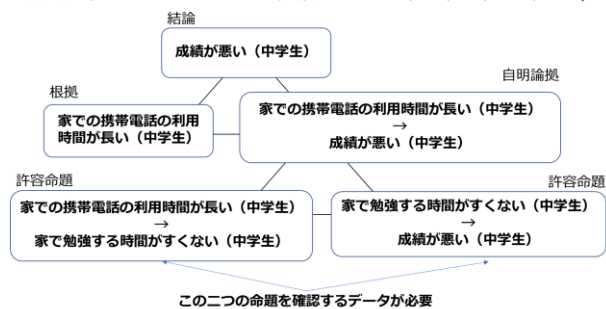


図 4 論理思考問題の DTL (2)

となっている。その他の正答は、「家で勉強時間」、「睡眠時間」、「テレビを見る時間」、「ゲームをする時間」、「塾での勉強時間」など、家庭生活に関する1次元データを解答しているものとされている。「家で携帯電話の利用時間が長いと成績が悪くなる」と判断するため」に必要なデータを考えた場合、その他正答は妥当なものと考えられるが、問題で与えられている生徒の発言から論理構造を組立てれば、正答1が導かれることを考えれば、その他正答は問題で与えられている論理構造が十分には吟味されていないものと解釈できる。この結果も4.2と同様に、論述に対する論理構造の吟味が十分に行われていないことを示唆している。

#### 4.4 一般A(4) : (5)仮説・検証

##### 4.4.1 問題内容(3)

問題の趣旨は、「前提となる資料から必要な情報を取り出して仮説を立て、必要な資料を基にその妥当性を検証することができるかどうかをみる」とされている。設問では、「私は、この30年間で販売されてきた自動車の台数と品質に関係があると思います。つまり、〔①〕ので事故件数と負傷者数はなかなか減らなかったけれども、〔②〕ので死者数は減ってきたことです。」という発言について①と②を記述で埋めることが求められている。これは、①および②をそれぞれ根拠とする二つの立論を設定する問題と捉えることができる。

##### 4.4.2 論理構造(3)

命題解釈において主題を「自動車」とすると、二つの立論の結論は、それぞれ「事故件数と負傷者数がなかなか減らない(自動車)」、「死者数は減ってきた(自動車)」となり、これに対応する根拠が求められる。ここで、最初の文に着目すると、「自動車の台数」および「自動車の品質」という概念が提供されており、これを用いて立論することが示唆されている。ここで暗黙的ではあるが常識を用いて、自動車の台数の増加が事故数の増加に関係し、事故数の増加は負傷者数の増加に関係すること、そして、品質の向上が死者数の減少に関係する、と考えると、「台数が増える(自動車) → 事故件数と負傷者数は減らない(自動車)」、「品質が向上する(自動車) → 死者数は減る(自動車)」を得

ることができ。

この問題の解決過程をDTLで説明すると、与えられた結論に対して、許容命題となる自明論拠を見つければ、根拠を見つけることができる課題となっている。そして、許容命題の前件に利用可能な概念が「自動車の台数と品質に関係があると思います」とする文で提供されていると解釈できる。この問題では結論と論拠から根拠を求めているので、推論としては仮説推論となる。このことがこの問題が仮説・検証として分類されている理由と考えられる。

##### 4.4.3 考察(3)

①、②のそれぞれの正答率が58.1%、72.2%となっており、好ましいとされる正答の率も、50.6%、68.0%となっており、比較的正答率の高い問題になっているといえる。しかしながら、推論の形式としては仮説推論となっているが、根拠命題に利用すべき概念が与えられており、それらの組み合わせとして根拠となる命題を導いているため、演繹推論との違いは意識する必要がない課題となっている。論理的思考において、演繹推論と仮説推論の違いを知ることが重要であるといえ、仮説を取り扱う課題としては、この違いを意識する必要がある課題の設計が必要と考えられる。

#### 4.5 一般B(6) : (6)議論・論証

##### 4.5.1 問題内容(4)

問題の趣旨は、「根拠を明確にしたり、論拠の妥当性を評価したりすることができるかどうかを見る」とされている。問題では、生徒1の「北高校も東高校も5月開催になった。だから南高校も5月にするといいいと思うな。市内の高校が同じ時期に開催すれば市外から来るお客さんも増えるだろうし、A市全体が盛り上がるんじゃないかな。」という発言に対して、生徒2「でも、南高校に来るお客を増やしたいなら、むしろ他の高校と違う時期のほうがよくないか。」との発言があり、生徒1の発言が説得力を持たない理由を選択肢から二つ選ぶものとなっている。正答とされる選択肢は、選択肢1：他校と同じ時期に開催すれば市外からのお客さんが増えると考え根拠が明確でない、選択肢2：市外から来るお客さんが増えたとしても、南高校に来る人も増えると考え根拠が明確でないから、である。

#### 4.5.2 論理構造 (4)

主題を「5月開催」、根拠命題：他校と同時期開催（5月開催）、結論命題：南校への来客増（5月開催）とすると、選択肢1, 2は、自明論拠を導く許容命題として図5のようなDTLを記述できる。つまり、許容命題に合意できていないことを指摘するのがこの問題と解釈できる。

#### 4.5.3 考察 (4)

正答率 50.4%となっており、比較的正答率の高い問題といえる。解説では明記されていないが、DTLでは、選択肢1と選択肢2が独立したのではなく、この二つで自明論拠が導かれるという関係を持ったものとして説明できる。この問題では、二つの選択肢がどちらも選ばれて初めて配点される設定になっており、この二つの選択肢の関係を意識したうえでの設問になっていると推定できる。

### 4.6 全般的な考察

分析の結果、対象とした論理思考問題は、DTLとして妥当性検証可能な形で記述できる要件を備えていることが確認できた。一般的な立論の場合、命題解釈や許容命題において曖昧性や多様性が存在するが、今回分析の対象とした問題においては、問題文中に命題解釈や許容命題を誘導・示唆する情報が提供されており、それを利用すれば、命題解釈や許容命題の曖昧性は解消されるといえる。今回調査対象としたのは採点法まで公開されている調査問題であり、採点上の高い客観性が求められるものであった。このため、問題の形式としては比較的長い論述であり、明らかに非形式論理に属するといえるにもかかわらず DTL によって記述できる要件を満たしていることは、客観的な判定可能性が求められていたからであると判断している。

さらに、この調査は論理的思考の大規模な調査として広く認められており、客観的判定可能性が調査の間

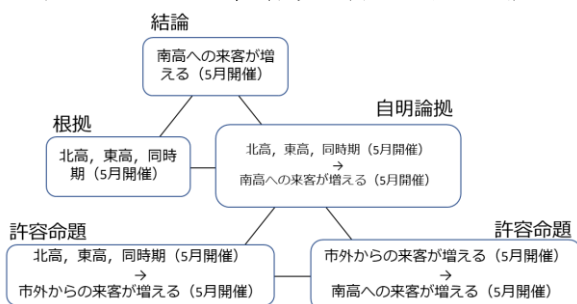


図5 論理思考問題の DTL (3)

題点となっていないことから、客観的判定可能であることは論理的思考の課題として特に問題なく認められているといえる。なお、本稿で対象としなかった問題は、数学的な処理によって答えを導くものであり、客観的判定可能性のより高い問題であったといえる。

学習者の回答に関しては、正答であると判定されている場合においても、問題が提供している論理構造を踏まえたものとはなっていない場合が見受けられた(4.2 および 4.3 の事例)ことは、問題文を読解して論理構造を取り出す、という活動（以下ではこれを論理的読解と呼ぶ）が多くの被験者にとって当然の活動となっていないことを示している。演繹的三角ロジックは、このような論理的思考、特に論理的読解を手順化する枠組みとなっている。したがって、演繹三角ロジックに基づく演習を実装できれば、論理的思考・読解の習得方法の改善に貢献する可能性を含んでいると期待できる。

## 5. 演習活動の設計

演繹三角ロジックの枠組みに従った論述の妥当性検証を行うためには、(1) 命題解釈、(2) 自明論拠設定、

(3) 自明論拠再構成、を段階的に行う必要がある。命題解釈は、(1-1)主題設定、(1-2)主題共通根拠・結論命題設定、の二つの段階で構成される。自明論拠設定は、(1)が結果として自動的に決まるので、実質は自明論拠を確認するだけとなる。自明論拠再構成は、(3-1)許容命題設定、(3-2)許容命題組立て、の二つの段階で構成される。

これらの活動を計算機システム上で診断・フィードバックを備えた演習として実現する方法を検討する。まず対象となる論理思考問題に対して、DTLの作成が必要となる。この作成過程で、DTLを構成する命題だけでなく、その命題を構成する要素概念も抽出される。例えば、4.4の問題では、「私は、この30年間で販売されてきた自動車の台数と品質に関係があると思います。」という一文から、台数、品質、という要素概念を抽出することで DTL が構成されている。これを行うことで、命題を構成する主題と述語の候補リストが得られるので、(1-1)を主題候補リストからの選択課題、(1-2)を述語候補リストからの述語の選択としての

命題作成と根拠・結論への割り当て課題, (3-1)を許容命題としての述語候補リストからの述語の選択としての命題作成課題, (1-2)によって設定された自明命題を(3-1)で設定された許容命題で導く三角ロジックを組立てる課題, とすることができる。(1-1)や(3-1)の命題組立て課題は, 情報不足課題を対象として実装している命題組立て活動[中野 2021]を適用可能である。また, 4.4 で取り扱った裏命題の作成も, 三角ロジックにおける誤謬の取り扱いの試み[沖永 2021]を適用可能と考えている。

## 6. まとめ

本稿では, 形式的な妥当性検証可能な三角ロジックとして DTL を提案した。さらに, この枠組みで既存の論理的思考問題を分析し, 妥当性検証可能な三角ロジックが記述できることと, この記述により問題を分析することで有用な知見が得られることを示した。今後, DTL をベースとした論理的思考の演習を設計・実装し, LTL や平嶋らの形式的三角ロジック組立演習との比較においてその学習効果を検証していく予定である。なお, 北村らは仮説推論を三角ロジックにおいて取り扱うことができると指摘しているが[北村 2017], 仮説推論となっている論述を DTL で表現すると, LTL の結論, つまり言語的な結論が DTL の根拠もしくは論拠に配置されることになる。このこと自体は演繹推論と仮説推論の性質を知るうえで必要なことであると考えられるが, 学習者の活動としてどのように設計するかは今後の課題となっている。

## 参 考 文 献

[Britt 2007]Britt, M. A., Kurby, C. A., Dandotkar, S., & Wolfe, C. R.: "I agreed with what? Memory for simple argument claims", *Discourse Processes*, 45(1), 52-84(2007).

[Govier 1999] Govier, T.: "The Philosophy of Argument", Newport News: Vale Press(1999).

[平嶋 2021]平嶋宗: "思考の外在的行動化の場としての仮想空間—学習支援の立場から—". *人工知能*, 36(4), 476-479(2021).

[井上 1998]井上尚美: "思考力育成への方略—メタ認知・自己学習・言語論理", 明治図書 (1998).

[Johnson 1999]Johnson, R. H.: "The relation between formal and informal logic", *Argumentation*, 13(3), 265-274(1999).

[北村 2017]北村拓也, 長谷浩也, 前田一誠, 林雄介, & 平嶋宗: "論理構造の組み立て演習環境の設計開発と実験の評価", *人工知能学会論文誌*, 32(6), C-H14\_1(2017).

[国立教育政策研究所 2013]国立教育政策研究所教育課程研究センター: "特定の課題に関する調査(論理的思考)調査結果", [https://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei\\_ronri/pdf/10\\_tyousakekka.pdf](https://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei_ronri/pdf/10_tyousakekka.pdf) (2013)

[Larson 2009]Larson, A. A., Britt, M. A., & Kurby, C. A.: "Improving students' evaluation of informal arguments", *The Journal of Experimental Education*, 77(4), 339-366.f (2013).

[Machina 1985]Machina, K. F.: "Induction and deduction revisited", *Noûs*, 571-578(1985).

[道田 2003]道田泰司: "論理的思考とは何か?" *琉球大学教育学部紀要* 63, 181-193(2003).

[光野 2005]光野 公司郎, 論理的な文章における効果的な構成指導の方向性: 論証の構造を基本とした新しい文章構成の在り方, *国語科教育*, 57 巻, p. 60-67(2005).

[本橋 2002]本橋信義: "数学と新しい論理—数学的帰納法をめぐって", 遊星社(2002).

[中野 2021] 中野 謙, 姫宮 恵, 北村 拓也, 林 雄介, 平嶋 宗: "論理組立演習における情報過不足問題の開発", *教育システム情報学会誌*, 38(3), pp.243-247(2021).

[難波 2014]難波博孝: "「日常の論理」の教育のための準備: 論証/説明/感化の論理の区別とその内実", *初等教育カリキュラム研究*, 2 号, pp.49-61 (2014).

[沖永 2021]沖永友広, 中野謙, 林雄介, 平嶋宗: "形式的誤謬の三角ロジックにおけるモデル化". *人工知能学会全国大会論文集 1J2-GS-10d-04*(2021).

[大塚 2020]大塚慎太郎: "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(2020).

[鶴田 2014]鶴田清司: "授業で使える! 論理的思考力・表現力を育てる三角ロジック: 根拠・理由・主張の3点セット", 図書文化 (2014) .

[Toulmin 1958]Toulmin, S.E.: *THE USES OF ARGUMENT*, Cambridge University Press(1958).