世界の幸せをカタチにする。
Creating Peace & Happiness for the World
Musashino University
武蔵野大学 学術機関リポジトリ
Musashino University Academic Institutional Repository

論証図を用いた反復演習による学生の論理思考スキル改善

メタデータ	言語: Japanese 出版者: Musashino University Smart Intelligence Center 公開日: 2021-03-23 キーワード (Ja): ロジカルシンキング, 論理思考, 論証図, 因果関係 キーワード (En): 作成者: 林, 浩一 メールアドレス: 所属:
URL	https://mu.repo.nii.ac.jp/records/1436

オンライン授業実践研究

論証図を用いた反復演習による学生の論理思考スキル改善

Improving students' logical thinking skills through repetitive exercises using argument diagrams

林　浩一
武蔵野大学 MUSIC

概要

論理的な発言においては，主張や結論を根拠とともに示すことが重要である．このためには，発言の中で何が主張や結論で何が根拠かを判別できることが必須である．オンライン授業の演習を通じて，特定のタイプの発言において，学生が主張や結論と根拠の関係を取り違える誤りが，高い頻度で発生すること明らかになった．本論文ではこの誤り事例を示すとともに，比較検証のために行った社会人一般に対する調査により同じ傾向が広く見られることを確認し，その改善が論証図を用いた反復演習により可能であることを示す．

キーワード： ロジカルシンキング，論理思考，論証図，因果関係

1.　はじめに

今日のように，どんな先端技術であってもすぐに陳腐化する，変化が速く先の読めない時代において，社会の発展に寄与できる価値を生み出し活躍し続けるためには，専門スキルを身に付けるだけでは十分ではない．自分の持つ専門知識や経験が，どこに必要とされているか知り，高い価値を認めてもらえる形に組み換え，訴求する術を持つことが重要になる．

2020 年度の後期から武蔵野大学で開講した「情報分析･創出･表現技法」の授業はこうした問題認識のもとに組立てられた授業である．膨大な情報の中から，企画に必要な傾向を見出し，企画案を組み立て，提案するまでの一連のスキルの基本を学部 1，2 年生の間に身に付けてもらうことを目指したものである．この授業では，大きくデータ分析，アイデア創出，論理思考の 3 つの要素スキルを，現実の文房具専門店の膨大な営業データを用いて学修するが，2020 年度は新型コロナ感染症対策のためすべてオンラインで対話的に実施した．

各要素スキル学修のために，それぞれの要素について新しい取り組みを行ったが，本論文では論理思考の学修における取り組みとその結果を報告する．論理思考には複数の考え方があるが[1]，この授業ではコンサルティング会社に由来するピラミッド･プリンシプルをベースとするロジカルシンキングを扱う．

ロジカルシンキングの基本をオンラインで学修するための方法として，論証図を用いた

演習を行った．この課題を通じて，多くの学生が結論や主張と根拠を適切に把握できないことが明らかになるとともに，論証図による演習を反復することによって改善が可能であることがわかった．

本論文では，まず授業の概要を示すとともに，ロジカルシンキングと論証図に関わる関連研究について概説する．次に，論証図による演習内容とその結果を示し，誤りとその繰り返しによる改善効果を確認する．続いて，比較検証のために行った社会人一般を対象とする調査により，誤りが一般的なものであり，最終学歴と相関があることを示す．広範囲の調査結果との比較から，授業での論証図演習の反復の持つ意味を議論する．

なお，2020 年度に実施した授業は，授業名を「情報技法基礎」に変更して 2021 年度も継続する．また 2022 年には，データ分析，アイデア創出，論理思考について，さらに詳しく実践的に学修するための授業として「情報技法発展 A，B，C」が開講される予定である．

図 1 情報分析･創出･表現クラス

Figure 1 Information analysis, creation and expression class

2.　授業構成と関連研究

授業の全体構成とその中での論理思考の位置付けと，論証関係を記述するために採用した論証図について説明する．

2.1.　授業の構成

本論文で説明する演習は， 2020 年度開講の「情報分析･創出･表現技法」の授業で行われたものである．この授業は，情報の分析からアイデアを立案し提案するまでの，一連の作業に必要なスキルを学習するもので，学部 1, 2 年生が対象となっている．選択科目ではあるが，対象学部は文理問わず多様な専攻の学生が受講した．新型コロナ感染症対策のため，すべてのクラスはオンラインで行われた．

授業は，1 クラスを週 1 回 2 コマ連続で，8 週間で実施する．現実の文房具店での数万件の年間売上データを扱い，プレゼントの検討やビジネスプランを組み立てる演習を行う．第 1 週と第 2 週でデータ分析，第 3 週でアイデアの創出，第 4 週から第 6 週で論理的な資料構成について学習し，第 7 週と第 8 週で組み立てた資料を発表，相互評価を行う．ロジカルシンキングについての理解を確認する論証図演習は，第 4 週から第 7 週に繰り返し行った．

授業は全部で 10 クラスあり，筆者は 3 学期と 4 学期で各 2 クラスずつ合計 4 クラスの授業を担当した．人数はクラスごとに異なり，それぞれ 40 人，60 人，12 人，54 人であった．本論文で示す演習結果は 54 人のクラスのものである．

2.2.　ロジカルシンキング

ロジカルシンキングは，米国のコンサルティング会社，マッキンゼー社に由来する課題分析と資料作成の実践手法である．ロジカルシンキングは，2000 年以降，さまざまな書籍やセミナーを通じて広く普及している．ロジカルシンキングの中核をなすコンセプトが，縦の論理と呼ばれる So what? / Why so? による基本の論理構造である．この論理構造と横の論理と呼ばれる MECE によって，資料の全体構成をピラミッド構造として組み立てる[2][3].

縦の論理は，ロジカルシンキングの用語では，「So what?」と「Why so?」の問いに答えられることと説明される．それぞれ「それが何?」「それはなぜ?」という意味で，主張や結論が何か，根拠が何かを問いかける質問である．これを図示すると，図 2 に示すように根拠によって，主張や結論を支持する構造になる．これを複数段積み上げることで，論理的な資料の全体構成を表すピラミッド構造が作られる．

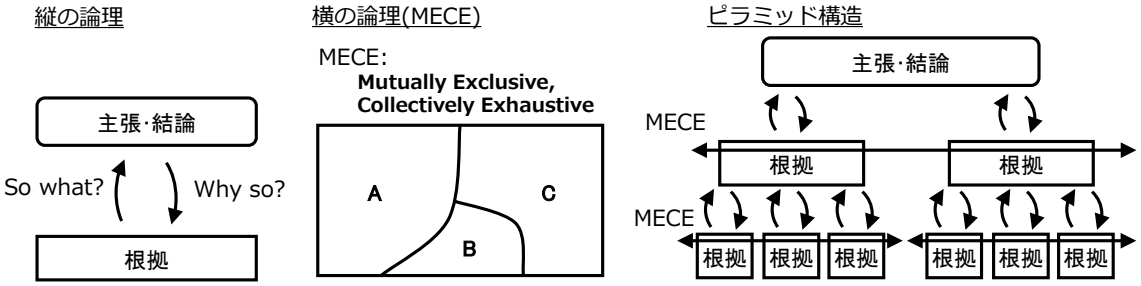

図 2 縦の論理，横の論理(MECE)，ピラミッド構造

Figure 2 Vertical logic, horizontal logic (MECE) and pyramid structure

2.3.　論証図

筆者らが論文[4]中で行った，国内で出版された論理思考に関する一般社会人向け書籍についての文献調査から，各書籍は，それぞれが基礎とする論理思考の違いから，3 種別に分けることができ，それぞれの立場での論理思考の啓蒙と普及が試みられている．論証図はこのうち種別 1 と種別 2 を橋渡しする役割を果たしている．

種別 1 は，数理論理学に基礎を置くもので，数学や計算機理論など，大学で扱う論理はこの範疇に入る．種別 2 は議論モデルと呼ばれる，トゥールミンモデルおよびその派生系に基礎を置くもので，議論の構造を扱う[5]．国内外の学術領域や競技ディベートなど緻密な議論の基礎として使われることが多い[6]．種別 3 がピラミッド･プリンシプルの日本での普及形態であるロジカルシンキングである．学校教育では扱われていないが，ビジネス現場では広く普及している．

論証図は，野矢が書籍[7]で導入した，文章間の関係性を表現するための記法である．この書籍は，種別 1 に属し，理論的な基盤は堅牢でありつつも，演繹だけでなく，帰納やアブダクションなどを含む，文章中に現れる日常的な論理を扱うところに特徴がある．

論証図は，根拠から結論に矢印をつなげることで，基本となる単純論証を表現する．さらに，複数の根拠から結論を導くために結合論証と合流論証が定義される(図 3). 結合論証は，

二つの根拠の両方が正しければ，結論を論証できるもので，合流論証はどちらか一方が正しければ，結論を論証できるものである．これらの組み合わせで，文章が表現している複雑な論証構造を図示できる．福澤による書籍[8]では，さらにこの論証図を議論モデルの表現として利用することで，種別 1 と種別 2 の内容を統合的に解説している．

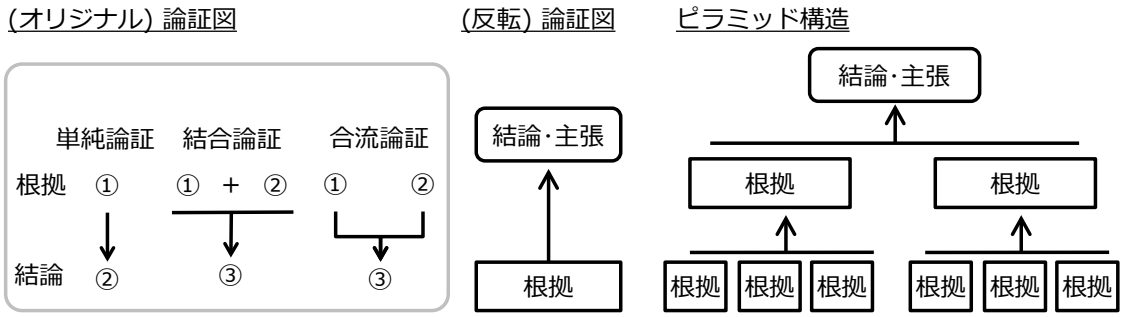

図 3 論証図とピラミッド構造

Figure 3 Argument diagrams and pyramid structure

2.4.　反転論証図

学校教育でロジカルシンキングを教えるためには，論理学をはじめとする他の教科の学修内容との親和性が大切になる．このために，筆者らはロジカルシンキングの基本の論理構造を表すために，オリジナルの論証図に以下に示す 2 つの変更を加えた記法を定め，反転論証図と名付けた．反転論証図により論理思考に関わる種別 1，2，3 を大きな矛盾なく整合させることが可能になる．以降，誤解が生じる恐れがなければ，単に論証図と記述する．

(1) **上下を反転させる**

上に結論(主張)，下に根拠となるように，上下反転させる．論証図には本来，上下に意味はないが，ビジネス現場では結論を上にすることが多い．また，積み重ねてピラミッド構造を組み立てるためにも，上下反転させておくと都合が良い．

(2) **結合論証と合流論証の区別をしない**

結合論証と合流論証の区別をしないことにし，両者の中間的な表現を定めた．文章中の複雑な関係を緻密に表現するためには，これらの区別は大切であるが，ビジネス現場でこの緻密さが求められることはまずないためである．

3.　論証図による演習

3.1.　論証図課題の出題形式

ロジカルシンキングに関する内容は，授業の第 4 週から導入し，理解を確認するための演習課題を行う．課題は性質の異なる 6 タイプを集めた 1 セットを単位として行う．3 学期の 2 クラスでは各 1 セット実施したが，結果が想定を超えて悪かったため，4 学期の 2 クラスでは各 1 セットの演習を 4 週繰り返し実施した．本論文で示す事例は，2 クラスのうち，人数の多い 54 人のクラスのデータに基づくが，もう一方のクラスでも傾向は同じである，

この演習課題では，設問として，二文あるいは三文から組み立てられた発言を示し，その発言を適切に表現している論証図を選択してもらうものである．二文の発言であれば，それぞれを，文 A，文 B と名付け 4 つの選択肢から適切なものを選択する(図 4)．なお，三文の場合は文 A，文 B，文 C となり選択肢は 11 に増える．設問は Google フォームを用いて質問し，受領した解答をすぐに集計してフィードバックする．

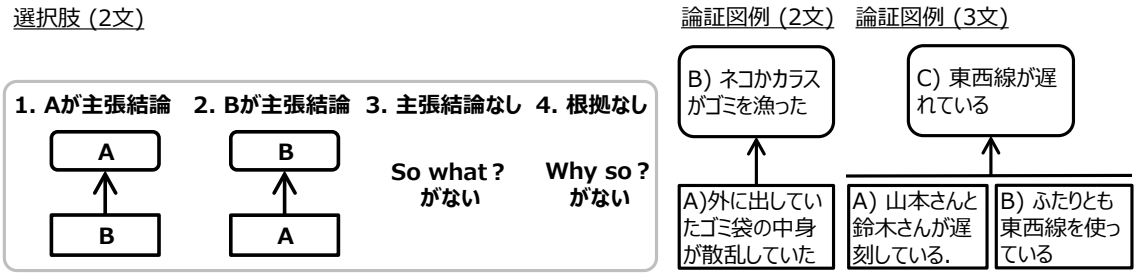

図 4 解答の選択肢と解答例

Figure 4 Answer options and examples

以下に本論文でデータ分析する課題タイプの設問文例を示す．この文を表現する論証図は 図 4 の 2 文の例に示すとおりで，正答は選択肢 2 となる．

外に出していたゴミ袋の中身が散乱していたが，これはネコかカラスがゴミを漁ったのだろう． (A) 外に出していたゴミ袋の中身が散乱していた (B) ネコかカラスがゴミを漁った

3.2. 論証図課題の類型

各設問セットの課題は，①二文正順，②二文結論無，③二文逆順，④二文根拠無，⑤三文逆順，⑥三文結論無の 6 タイプからなり，図 5 に初回の授業での正答率を示す．詳細は別論文[9]に譲るが，このうち③と⑤の正答率が低いことを本論文では重視する．①と④は正答率が高いことから大きな問題ではなく，②と⑥については，コンサルタント特有の考え方であることからやむを得ないと判断した．

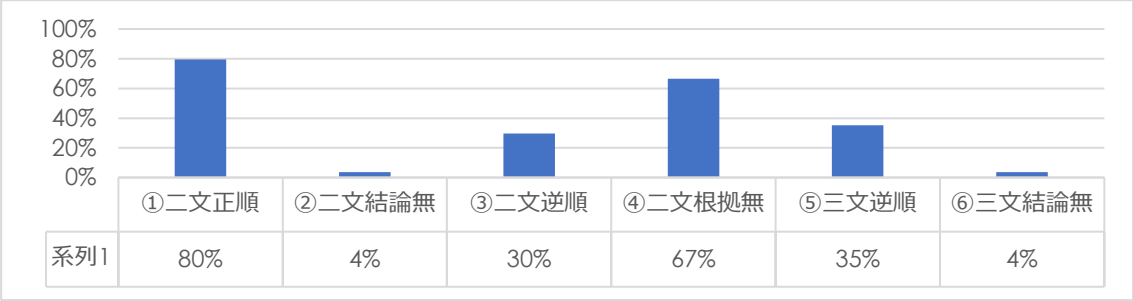

図 5 タイプ別正答率(54 人/大学 1-2 年生)

Figure 5 Correct answer rate by type (54s/university 1-2 grade)

3.3.　分析対象の課題

本論文で分析対象とする二つのタイプの説明と具体例を示す．これらを表現する論証図例は図 4 に示している．どちらも結果から原因を推論する発言であることは共通している．

3.3.1.　二文逆順タイプ(③)

発言時点での事実認識を根拠として示し(文 A)，その結果を引き起こしたと考えられる原因の推測を主張･結論として示す(文 B)．正答は「B が主張･結論」．文 B が推測であることは語尾「だろう」によって把握できる．4 回目と後述の調査で使用した設問例を示す．

(A)外に出していたゴミ袋の中身が散乱していたが，　(B)これはネコかカラスがゴミを漁ったのだろう．

3.3.2.　三文逆順タイプ(⑤)

発言時点での事実認識と(文 A)，その原因に関連するもう一つの事実認識を根拠として示した上で(文 B)，その結果を引き起こしたと考えられる原因についての推測を主張･結論として示す(文 C)．正答は「C が主張･結論で，A と B が根拠」．推測であることは語尾「だろう」から判断できる．1 回目と後述の調査で使用した設問例を示す．

(A)山本さんと鈴木さんが遅刻している．(B)ふたりとも東西線を使っているので，(C)東西線が遅れているのだろう．

4.　演習の反復実施結果

選択した課題タイプについて，演習を繰り返し実施した結果を示す．また，結果を比較検証するために社会人一般に対して行った，演習実施の内容とその結果を示す．

4.1.　繰り返し演習による改善

第 4 週から第 7 週にかけて行った，4 回の演習(以降、W1～W4 と記載)で解答の内訳と正答率の変化を示す．正答率は解答数全体における正答数の割合を示す．反転率は，誤った文を主張･結論と答えた割合を示す．この誤りを反転誤りと呼ぶ．反転誤りは，論証関係の捉え方が明らかにおかしいことを示す重要な指標となる．他の選択肢である，根拠なし，主張･結論なしという解答の場合，結論を導くためには根拠として不十分であるという意味で解答していることがあり，必ずしも不正解とは言い切れない．

4.1.1.　二文逆順タイプの変化(③)

図 6 に二文逆順タイプの解答の内訳が 4 回の実施によってどのように変化したか，図 7 に正答率と反転率がどう変わったかを示す．回答者数はいずれも 54 名である．このタイプでは，いずれも「B が主張結論」が正答であり，「A が主張結論」が反転誤りである．なお，設問は毎回発言文を変えており，提示の順序も変えている．図 6 に示すように，当初 40%以上あった反転誤りが，20%以下にまで減少している．それに伴い，図 7 に示すように正答率が確実に向上している．第 2 週で反転率が一旦増加するが，根拠なしを選択している割合も他と異なっていることから，問題の特性による違いと考えられる．

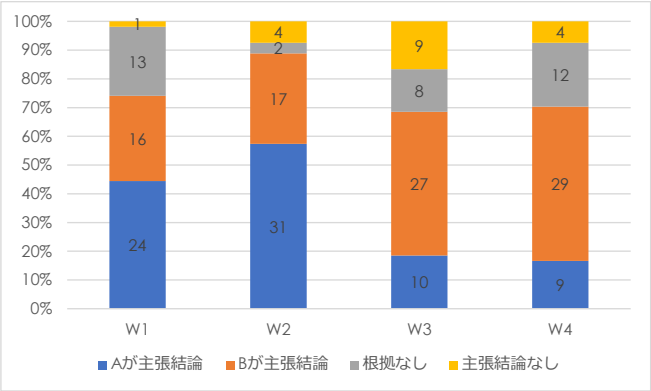

図 6 解答内容の変化(③)

Figure 6 Changes in answer rate (type 3)

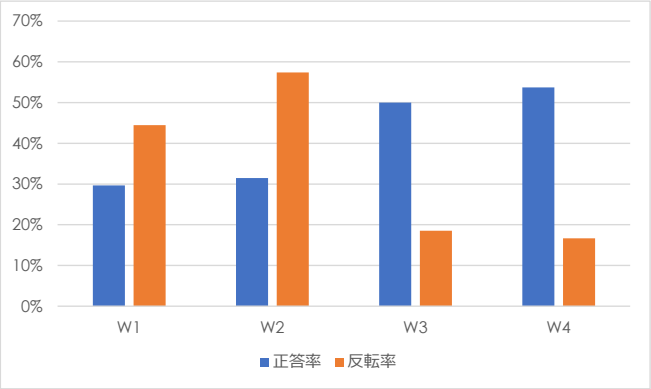

図 7 正答率の変化(③)

Figure 7 Changes in correct answer rate (type 3)

4.1.2.　三文逆順タイプの変化(⑤)

図 8 と図 9 に，三文逆順タイプについての 4 回の反復実施結果の変化を示す．この例では，「C が主張結論」が正答で，「A が主張結論」「B が主張結論」が反転誤りである．二文逆順タイプと比較して，初回から反転率は大きくはないが，正答率の向上と反転率の低下は共通の傾向として読み取れる．なお，三文のタイプでは選択肢が 11 あり，A，B，C を主張･結論とする選択肢はそれぞれ 3 つずつある．図 8 は 3 つずつの解答数を合計したものを示しており，図 9 の正答数は，正しい 1 つの選択肢を選択した割合を示している．

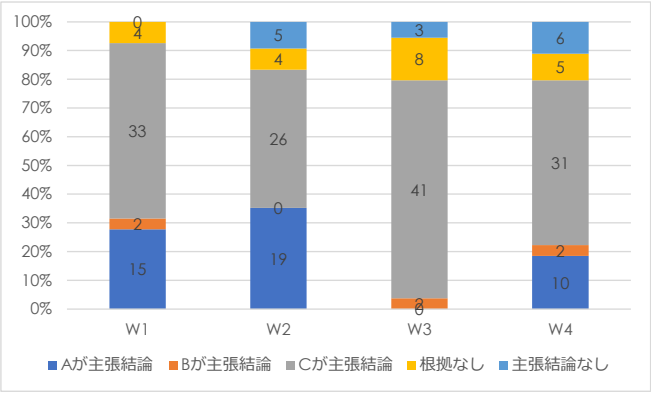

図 8 解答内容の推移(⑤)

Figure 8 Changes in answer rate (type 5)

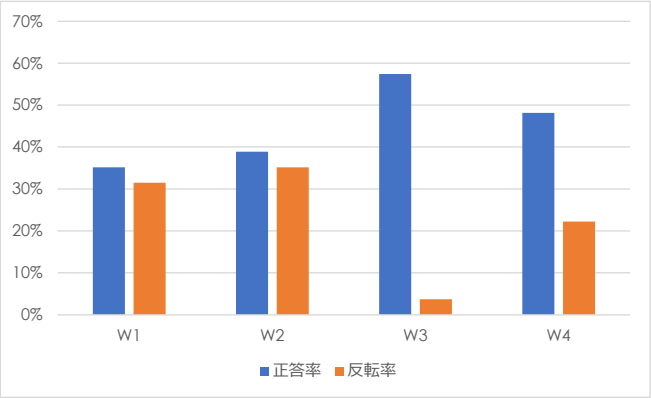

図 9 正答率の推移(⑤)

Figure 9 Changes in correct answer rate (type 5)

4.2.　社会人一般に対する調査結果

授業の解答結果が意味することを正しく判断するために，同等の課題セットについて，社会人一般がどのように回答するかについての調査を行った．調査対象は，20 代から 60 代を中心とする社会人で，10 のセグメント(学部学生，大学院生，中学高校教員，大学教員，医

師，弁護士，コンサルタント，研究職，技術者･エンジニア，営業･一般事務職)のそれぞれに 30 名ずつを割当てた計 300 名とした．調査実施は，2021 年 2 月に Web でのアンケート形式で，約 2 日間で調査結果を回収した．

この調査の設問では，次に示すように，論証関係についての説明を示した後，6 タイプの設問に解答してもらう．選択肢は二文の場合は以下に示す 4 項目になる．三文の場合には，C が主張･結論のものを加えた 5 項目になる．

論理的な発言には，「主張や結論」とそれを支える「根拠」の両方が示されています．逆にこれら両方の要素が示されていない発言は論理的とは言えません． 例えば，「信号が赤になったので，車を停止させるべきだ.」という発言であれば，根拠は「信号が赤になった」で，主張や結論は「車を停止させるべきだ」となります．両方の要素が示されているので論理的な発言だと言えます． 根拠には事実など誰にとっても確認できることが，主張や結論には，根拠から導くことのできる予想や推測などの発言者の考えが含まれます．発言の中には，根拠を示さずに主張や結論だけを示しているものや，事実を説明しただけで主張や結論を示していないものがあるので注意が必要です．このことを踏まえて，以下の設問に答えなさい．

【選択肢】

1. 主張や結論が示されていない
2. 根拠が示されていない
3. 両方示されていて，A が主張や結論である．
4. 両方示されていて，B が主張や結論である．

4.2.1.　社会人一般のタイプ別正答率

図 10 に対象となる社会人 300 人に 1 セットの設問を行った結果を示す．授業の最初の週に行った結果(図 5)と比較すると，傾向はほぼ同じであることがわかる．以下，③と⑤のタイプについて，世代別と最終学歴別の観点から分析した結果を示す．

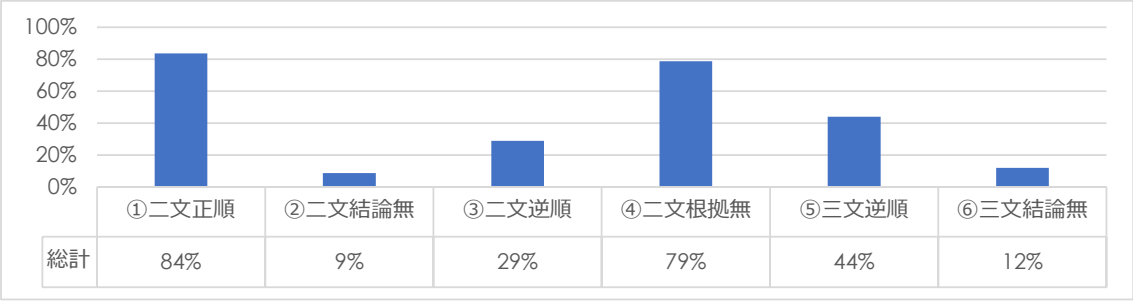

図 10 タイプ別正答率(300 人/社会人一般)

Figure 10 Correct answer rate by type (300s/adult in general)

4.2.2.　社会人一般の世代別の正答率

二文逆順タイプ(③)と三文逆順タイプ(⑤)について，世代別の解答の内訳と正答率の違いを分析した結果を示す．このうち，10 代については回答者数が少ないことを，結果の評価時には考慮する必要がある．

図 11 と図 12 に，二文逆順タイプについて，図 13 と図 14 に三文逆順タイプについての結果を示す．正答率反転率ともに年齢との相関はないことがわかる．図 12 でも図 14 でも，正答率は年齢が高くなっても向上していない．もっとも成績が良い，つまり，正答率が高く反転率が低いのは，いずれも 20 代である．三文逆順タイプについては，わずかではあるが世代が上がるにつれて成績が下がっている．

二文逆順タイプよりも，三文逆順タイプの方が正答率は高い一方で，反転率も高くなっている．

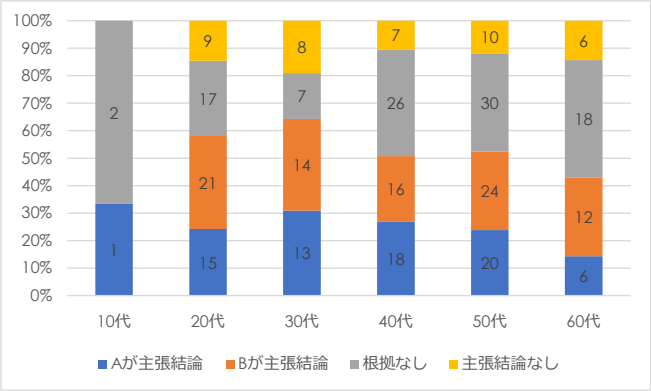

図 11 解答内容(③世代別)

Figure 11 Answer rate (type 3 by generation)

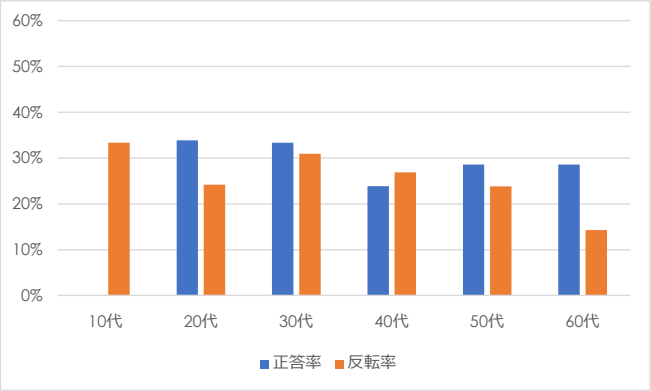

図 12 正答率(③世代別)

Figure 12 Correct answer rate (type 3 by generation)

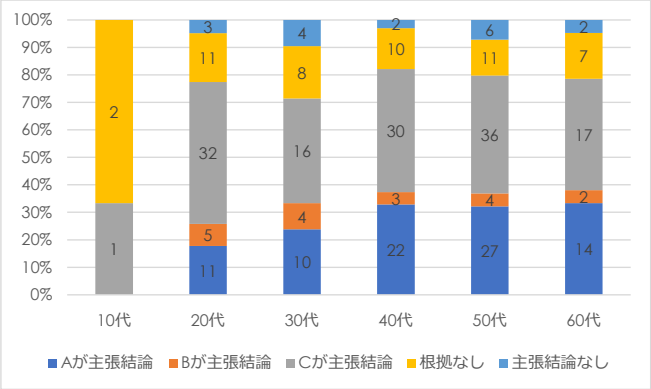

図 13 解答内容(⑤世代別)

Figure 13 Answer rate (type 5 by generation)

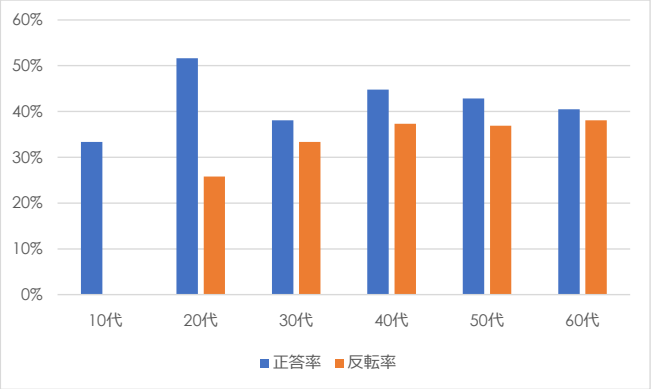

図 14 正答率(⑤世代別)

Figure 14 Correct answer rate (type 5 by generation)

4.2.3.　社会人一般の最終学歴別の正答率

二文逆順タイプ(③)と三文逆順タイプ(⑤)について，最終学歴別の解答の内訳と正答率の違いを分析した結果を示す．このうち，短大･高専卒については回答者数が少ないことを，結果の評価時には考慮する必要がある．

図 15 と図 16 に，二文逆順タイプについて，図 17 と図 18 に，三文逆順タイプについての結果を示す．正答率反転率ともに最終学歴との相関が見られる．学歴が上がるにつれて正答率が上がり，反転率が下がっている．

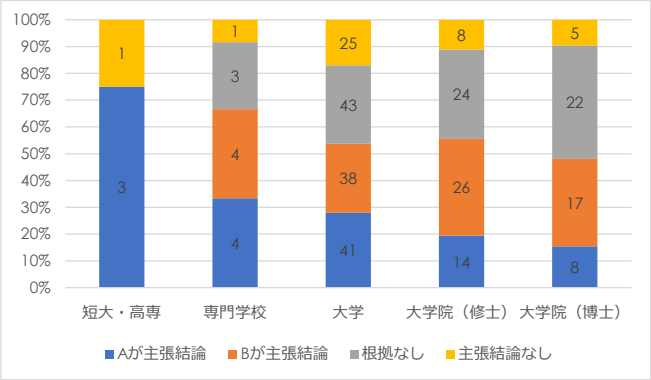

図 15 解答内容(③最終学歴別)

Figure 15 Answer rate (type 3 by education)

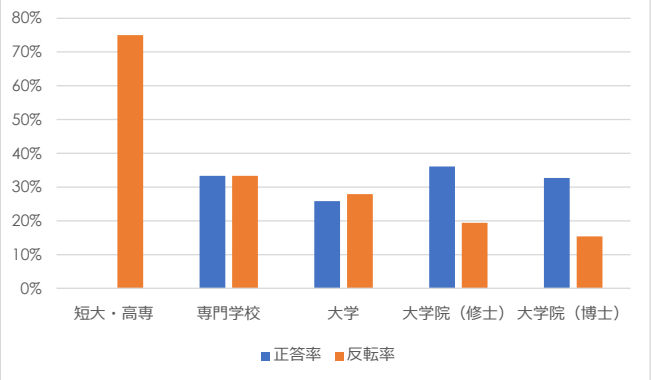

図 16 正答率(③最終学歴別)

Figure 16 Correct answer rate (type 3 by education)

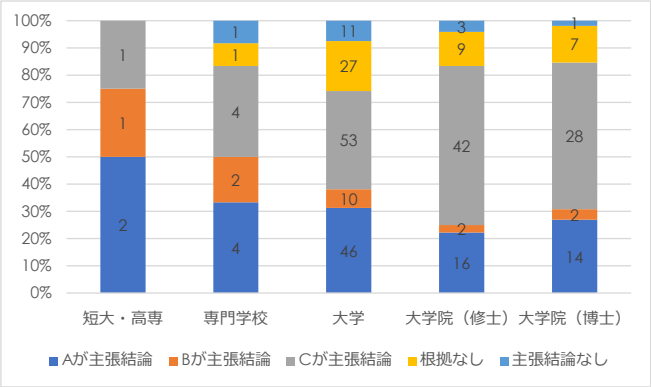

図 17 解答内容(⑤最終学歴別)

Figure 17 Answer rate (type 3 by education)

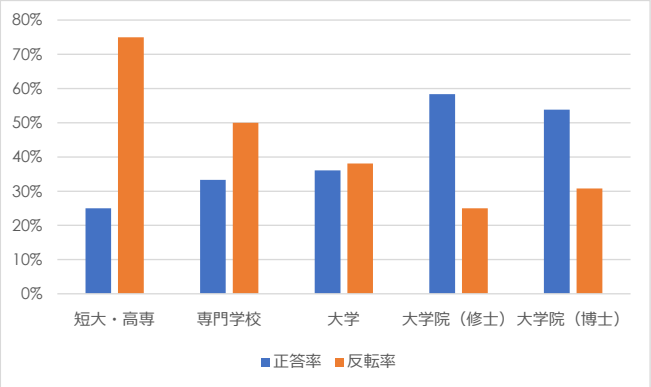

図 18 正答率(⑤最終学歴別)

Figure 18 Correct answer rate (type 3 by education)

5.　議論

5.1.　論理思考スキル学修手法としての論証図演習

論証関係を正しく捉えることは，問題の原因を把握し，その解決を提案するために不可欠な論理思考スキルである．論証関係がロジカルシンキングの縦の論理と呼ばれ，基本的な構造となっている理由もそこにある．

この論理思考スキルが年齢との相関がない一方で，最終学歴との相関があることは，各学歴の期間での活動によりスキル獲得がされていると考えられる．つまり，ロジカルシンキングを学修しなくても，研究活動や論文執筆を行う中で，自然に獲得できていると考えられる．逆にそうした活動をしなければ，年齢を重ねるだけではスキル獲得はできないと言える．

本論文で示したオンライン授業の結果は，論証図演習を繰り返すことで，この論理思考スキルを効率的に高めることができることを示している．4 回演習の反復で，正答率を 50%まで到達させ，反転率を 20%に抑え込むことができた．これは学歴別で最も成績の良い層と同等のレベルである．その意味で，非常に効率的な論理スキル学修手法と言える．

5.2.　オンライン授業と論理スキル改善

本論文で紹介した論証図演習は，新しい知識を学修して回答するものとは性格が異なり，自分が持っている理解の仕方を，他の枠組みに合わせて整合させられるかを問うものである．物事の捉え方は人それぞれ異なっていて構わない．しかし，共通の土台となる枠組みを知り，活用できなければ説得力のある議論は組み立てられない．課題解決や提案に必要な枠組みについての理解と活用方法を学ぶことがロジカルシンキング習得の本質である．

このためには，自分の捉え方が，大学教員やコンサルタントなど，課題解決や提案をするための職業にある人達とは異なっていることに気付き，状況に応じて合わせられることが大切になる．こうしたスキル獲得では，オンライン授業の形態は非常に効果的であったと考えられる．論理についての説明直後に，論証図を用いた課題を行い，解答の集計結果を，その場でフィードバックすることで，授業で全く同じ説明を聞いた他の学生と自分との間での理解の違いについて，即座に，かつ，言い訳の余地なく気付きを与えることができる．

5.3.　他の論理的な関係への適用

今回の情報分析･創出･表現技法クラスでは，論理スキルとして論証図を用いた論証関係を扱った．このクラスの後継クラスである，情報技法基礎では，引き続き論証図を用いた演習により論証関係の効率的な習得を図っていく．

論理的な関係には，論証関係以外に，因果関係や目的手段関係も大切である．これらについては，このクラスの発展クラスである，情報技法発展の授業の中で，オンライン授業での演習実施による効率的な学修を図っていきたい．

6.　おわりに

本論文では，オンライン授業を通じて明らかになった，論証関係の認識誤りの存在が，広く社会に存在しており，論理思考スキルは論文執筆や研究活動を通じて高められている可能性を示した．さらに，論証図を用いた演習を繰り返すことで，論理思考スキルが短期間に向上できることも示した．今後も引き続き，社会での活躍に不可欠なスキルの獲得を可能にする情報技法の学修手法を探索していく予定である．

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 2021－02－15).

[2] 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.

[3] 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.

[4] 林 浩一.ドキュメント作成へのロジカルシンキング活用における課題と解決試案, 情報処理学会研究報告, 2019, vol. 2019-DC-113 no. 4, p1-9.

[5] 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.

[6] 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,

[7] 野矢 茂樹. 新版論理トレーニング, 産業図書, 2007, 224p.

[8] 福澤一吉. 論理的思考 最高の教科書, SB クリエイティブ, 2017, 192p.

[9] 林 浩一. ロジカルシンキング授業での論証図の誤答発生とその原因仮説, 情報処理学会研究報告, 2021, vol. 2021-CE-159 no. 23, p1-9.