

「Society 5.0」における教育とは(5) ～これからの社会における教育のあり方を考える～

植野義明*1 小沢一仁*2

Study on the education in "Society 5.0."(5) ～Consideration about the education in future Society～

Yoshiaki UENO*1 Kazuhito OZAWA*2

The purpose of this study is to consider the new education system suggested by Japanese Government. The system is called Society 5.0. In chapter 1, Ueno considers STEM education, which is expected to have a significant impact on mathematics education in the future. Especially, "information" and "statistics," which were not considered to be the mainstream of mathematics in mathematics education, have emerged as new terms of programming education and data science. In chapter 2, Ozawa describes liberal arts education in modern society and group work training in lectures at universities.

第1章 STEM教育と数学教育

植野義明

1. テクノロジーの導入の動きと日本

現在では、パソコンが高価なものではなくなり、世界では、東アジア地域を除く多くの国で数学教育にパソコンを含むテクノロジーが活用されている。その結果、Do Math、アクティブ・ラーニング、STEMなどの言葉が日本でもよく聞かれるようになってきている。

これらの新しい概念はどれもアメリカで生まれ、数学教育の在り方を変えてきている。一方、残念ながら日本の数学教育では、これらの言葉だけは取り入れているが、その中身は乏しい。次々と新語が生まれ、それが日本に伝わってきては耳目を引いているが、それによって日本の教育がテクノロジー活用の数学教育の方向に舵を切ったといえる事態はいまだに起こっていない。

日本では海外から入ってくる文化に対する反発がある。実際、前回の指導要領では、新しく目指すべき教育のスタイルを記述する言葉として当初アクティブ・ラーニングという用語が使われたが、カタカナ語であることから、アメリカから入ってきた概念であると思われてしまい（実際、そうなのだが）、現場から、横文字では意味が分からないとか、本国での本来の意味が日本では歪められているのではないかなど反発があった。そこで現行の指導要領では、そのような批判の声をかわすためにアクティブ・ラーニングというカタカナの用語はいっさい消え、「主体的・対話的で深い学び」と言い換えられている。用語を言い換えなければならなかった事情は理解できるものである。しかし、言い換えるだけでは問題は解決しない。文科省が推奨する

「主体的・対話的で深い学び」の「深い」は英語ではどんな言い方になるだろうかというような話がいま学校現場でどちらかというところと教育改善に熱心な先生方の中で真面目に議論されているというのが、笑えない現実である。

テクノロジー分野で革新が起こるたびに、教室へのテクノロジーの導入が議論され、そのための政府からの補助金も付き、活用方法についての研究もされてきたが、政府や企業からの働きかけによって教育現場が変わってきたかというところ、今まであまり効果はなかったと言えるだろう。

2. STEM教育と数学教育

STEM教育のSTEM(ステム)は、science, technology, engineering, mathematicsの頭文字を連ねたものであり、これらの4領域の教育に力を注ぐことによって、現在急速に進行しつつあるIT社会とグローバル社会への移行に適応し、国際競争力をもつ人材を多数生み出すことをめざす「21世紀型の教育システム」として構想されている。これはアメリカでオバマ政権によって推進された教育改革である。なお、これらにart(芸術)を付け加えてSTEAM(スティーム)教育ということもある。STEM教育の根幹には「ITを積極的に用いて、自発性、創造性、判断力、問題解決力を養う」という目標がある。また、どちらかというところと理数系の教育を改革する意図があるといえそうである。

海外に目を向ければ、STEM教育はすでに米国が先陣を切り、シンガポール、インドなどのアジアの国でも盛んになってきている。

日本でも、民間企業や国の機関がSTEM教育を念頭に置いたサービスや行政支援を開始してはいるものの、アジアの諸国に比べて出遅れている感を拭えない。しかし、この

*1 東京工芸大学工学部工学科准教授 *2 東京工芸大学工学部工学科准教授
2020年3月25日 受理

ような改革では、後発だからといって焦ったり急いだりする必要はなく、長いスパンで本質を見据えて進める方がよいこともある。

STEM 教育はもともと米国で小学校から大学までにわたる全学年的な教育改革の理念として生まれたが、実際にどの学年でどのような形で展開するかは国によって対応が異なっている。たとえば、韓国では STEM 教育を高校段階からの英才教育 (gifted education) として利用している。これは、すべての生徒を対象に高度な STEM 教育を施すことは不可能であるという判断があろう。一方、日本における STEM 教育では、ギフテッドな生徒だけを対象とするのではなく、すべての人をターゲットとした STEM 教育を推進すべきであろう。また、それぞれの個性に応じた教育の観点からは、集団学習を好む生徒と、個人での学習を好む生徒が存在することは当然であるが、これからの高度化する社会における職場では、異なる領域の専門家を繋ぎ、集団で協力して作業をしなければならない場面が増えることが予想されるので、教育においても証明や実験をする能力や計算力などの理系の能力だけでなく、コミュニケーション能力の育成を同時に行わなければならないだろう。

3. 数学教育からみた STEM 教育の課題

このような状況の中で、2019 年 9 月 18 日に開催された数学教育学会秋季例会におけるシンポジウム「STEM 教育を考える」では、以下のような論点が議論された。

1. 数学教育の観点から STEM 教育にどのように対応すべきであろうか。特に、データサイエンス (統計)、プログラミング教育について、これまで数学教育に携わってきた立場からどのように考えるべきだろうか。
2. 高校における数学教育と物理教育との連携をどのように推進していけばよいのか。
3. IT 技術を数学教育にどのように取り入れていくべきか。
4. 数学教育の内容・目標を、課題・テーマや文脈 (コンテキスト) を基本にした応用重視のものに変えるべきなのか。それとも数学の汎用性 (系統性) の立場から、従来と同じような基礎教育に今後も重点を置いて教育すべきなのか。
5. 結局、STEM 教育を推進した場合には、どのようなメリット・デメリットがあるのか。
6. 2030 年以降の数学教育の在り方を考える上で、STEM 教育への傾注はどのような影響を数学教育に与えると予測されるのか。

4. プログラミング教育

日本の数学教育では、STEM 教育の影響がすでに現れており、教育現場は混乱している。たとえば、小学校の内外ではプログラミング教育がすでに始まっている。大手の塾や新規参入の企業がプログラミング教室に児童を取り込んでいる。

そもそも小学生にプログラミングを教えることは可能

なのか。従来の教育制度では、論理的思考力は算数、数学の学習を通して徐々に培われると考えられていた。そうだとすれば、論理的思考力がまだ育っていない小学校低学年からプログラミングを教えることはそもそも可能なのか、また、そのことにどれだけの意義があるのかはこれまで教育学者が考えたことのない新たな問題である。

しかし、現実問題として、プログラミング教育と論理的思考を同時並行的に教えなければならない事態はすでに始まっている。また、誰がプログラミングを教えるのかという問題についての議論が十分になされないままに、学校現場や民間のセミナーや体験講座では事実だけが先行している。初等教育では、STEM 教育とはすなわちプログラミング教育のことであるという受け止め方もされており、また、理論より実践が先行する中で、実際に小学生に教えられつつあるプログラミングの内容は、従来のプログラミングのイメージとはずいぶん異なるものになりそうだと予測も生まれる段階に入ってきている。

5. データサイエンスの勃興

昨今、データサイエンスという造語が統計学に代わる新語として登場してきた。データサイエンスは、従来は数学教育の一部分として軽く扱われた単元だった統計に代わるべき用語となることを目されているだけでなく、将来はベーズ統計などの実社会で使われている現代の統計学の知見を取り入れた新しい科目名となるかもしれないと予想されている。これまで、統計学は数学教育の中での異端児であった。統計学は実用的ではあるが、あるいはそれゆえにこそ、数学の主要な内容ではないとみなされていた。このような状況を打破し、社会の要請に答えるために、統計学ではなくデータサイエンスという新語が生まれたといえるだろう。

では、データサイエンスの内容は、従来の「統計学」と同じなのだろうか。統計学にはさまざまな側面があり、そこで使われる数学もいろいろである。分野としてはほとんど重複しているとしても、英語の statistics からの翻訳語として明治時代の初めに作られた「統計」という用語 (森鷗外によるとされている) よりも、data science をそのまま音写したデータサイエンスの方が万人にわかりやすく、また、その応用範囲の広さもイメージしやすいかもしれない。文部科学省はここ 2~3 年の間に各大学に対して「データサイエンス学部」、あるいはその準備段階の組織を作るように促す通達を出している。そして、すでにほとんどの国立大学と一部の有力な私立大学が、その要請に呼応する動きを示している。戦後からこれまで、日本には統計学者はいても、統計学部という名の学部がいったい存在しなかった (たとえば東大では、統計学プロパーの専門家は経済学部のスタッフとして存在した他は、医学部には医療統計の専門家が、農学部には林業統計の専門家いるというふうに分野ごとに分散してポストを得るか、統計数理研究所のスタッフとなるのが統計学専攻者のキャリアパスであった) という事実に鑑みると、これは大きな社会変動であるとい

えるだろう。

なお、アメリカなどでは多くの大学で数学科と統計学科が並立している。戦後、GHQ から日本の学界へ、統計学部を作ってはどうかという提案があったが、日本の大学からは、統計学に関しては独立の学部をもたなくても研究を推進できると答えたということである。このように、大学の組織名という目に見える形を伴って、データサイエンスという言葉が旧来の統計に取って代わっているこの急激で現在進行中の現象は、日本語の中で統計という言葉が衰退する方向性をはっきり示している。このままでは、おそらく内閣統計局というお役所は、早晩に内閣データ分析局のような名称に変更されるであろう。

統計学を解体し、新しく推進されるデータサイエンスの基礎になる数学は、旧弊たる数学であってはならないという極端な論調も一部では見られる。統計学がデータサイエンスと衣替えても、その基礎に数学があるという事実は不変であるが、それによって、「数学」という言葉から世間の人たちが受け取るイメージはかなり変わるかもしれない。

本稿では、今後数学教育に大きな影響を与えるとみられている STEM 教育について、考察した。中でも、数学教育の中でこれまで数学の本流とは見なされていなかった「情報」と「統計」がプログラミングとデータサイエンスという新しい用語となって現れてきている現状について述べた。

第2章 大学における教養教育からの検討

小沢一仁

1. 「Society 5.0」を考える三つの論点における本質と発展

先の論考では、「Society 5.0」を考える3つの論点として、人間・技術・教育を提示した¹⁾。そして、それぞれに、時代を経ても変わらないものとしての本質と、時代が経緯していく中で変わるものとしての発展という2つの側面について検討することを提言した²⁾。この Society 5.0 における3つの論点とそれぞれにおける2つの側面は、図1. のように示された²⁾。そして、今日では、教育においてアクティブ・ラーニングが提唱されてきている³⁾。このアクティブ・ラーニングで言われるところの「主体的・対話的・深い」学びにおいても、素読や丸暗記という東洋における伝統的な受動的な学習形態においても、教育における学びでは、理解することの重要性は、教育の本質として変わるものではないことを示した。つまり、素読のような受動的な形態で学びにおいても、能動的に理解することまでに至ることを目指しているのであり、理解するという学びの本質に至るための過程であるといえる。しかし、素読等は暗記してよしとそこにとどまってしまう危険があるので、今日においてアクティブ・ラーニングにみるような能動的な学びの形態が提唱されてきているといえる。このことが、

教育における発展ということが出来る。

このように、本質と発展という2つの側面で捉えることの利点は、本質を踏まえて発展するものを捉えることで、時代の流れに右往左往されることなく対応できることである。常に発展するものは変わっているのであり、常に時代を追い続けていくことにおいて、不毛感や虚無感等が生じる危険がある。この危険を回避し、Society 5.0 といわれるこれからの教育を考えることが可能となる。

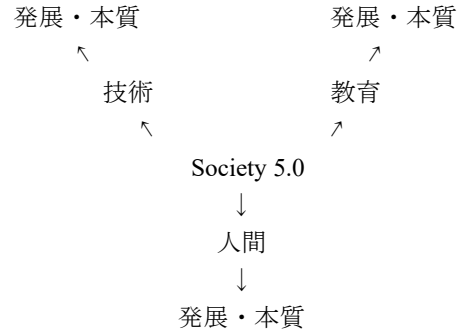


図1. Society 5.0 における論点と視点

2. Society 5.0 における人間の本質と発展

(1) 人間の本質についての様々な捉え方

先に Society 5.0 における教育について検討を行った²⁾。そこで、本論では、人間について検討することを試みる。

人間について時代を経ても変わらない本質を何と置くかについては、諸説が提示しうる。例えば、古代ギリシアの哲学者である、アリストテレスは人間は「ポリス的な動物」と述べている⁴⁾。このポリス的をどのように捉えるかは議論のあるところであるが、一般的に「社会的」と捉えると、人間にとって社会の中で他者と生きることにおいては、どのように時代が経ても変わることのない本質のひとつと捉えることができる。そして、時代を経ても変わるものである発展という側面を考えると、社会のあり方としての封建主義から全体主義、そして、民主主義へ、という社会形態の変化を捉えることができる。このような人間を社会的な存在と捉えることは、ひとつの捉え方であり、人間の本質とは様々な見方で捉えうるものである。

(2) アイデンティティを人間の本質と置く

次に、社会に続いて社会の中で生きる人間における本質を、精神分析を背景にしてエリクソンが提示したアイデンティティという言葉で捉えてみる⁵⁾。誕生と死の間を生涯である。この生涯を世代交代としてエリクソンは、ライフサイクルと名付けた。この世代交代は、育てられる立場から育てる立場への転換であり、立場を変えて人間はその生涯において、人生の道りを歩んでいるといえる。

この生涯の年数は、時代において異なる。生活習慣や医療の発展によって、内閣府の発表による日本における平均寿命の推移を見ると、1950年には男性 58.0 歳・女性 61.5 歳であったのに対して、2030年には男性 84.2 歳・女性 90.9

歳になると推計されている⁶⁾。このように、人間にとって、生と死の間の生涯は変わらないものであるが、寿命という点では変化があるということである。

エリクソンにおけるライフサイクルとセットになっているアイデンティティにおいて、時代において変わらないものと変わるものを捉えることを試みる。まずアイデンティティをどのように捉えるかである。問題は、エリクソン自身がアイデンティティを明確に定義せずに様々な文脈で記述していること、そして、エリクソン自身の記述の難解さが難点として挙げられる⁷⁾。そして、小沢(2020)は、自己理解のために主観的視点でアイデンティティを自分がひとりの人間として社会の中で生涯を過ごしている自分であると捉えた⁷⁾。つまり、自分が自分であることにおいて、たったひとりの人間であるという実存、誕生と死の間の生涯、他者との中における社会、さらに簡略に示すと、自分が自分であることにおいて、実存・生涯・社会が重要であることを示しているといえる。この中で最も重要な要点は、たったひとりの人間であるという実存であると考えられる。たとえば、自己という用語を用いれば、社会的自己、や生涯発達の自己という言い方でも問題は無い。しかし、実存という要点を踏まえると、実存的自己とはアイデンティティという言葉で示すことが相応しいといえる。そして、このように、アイデンティティを捉えると、アイデンティティ危機を、自分がこの3つの要点をもつ自分を納得できないことであると捉えられる⁷⁾。

そして、このようにアイデンティティを捉えると、どの時代においても、自分が実存・社会・生涯を過ごしている自分であることは、人間にとって変わらないものであると考えられる。では、時代を経て何が変化するのか。自分がこれらの要点をもつ自分であることについての納得の仕方が時代によって変化してくる可能性がある。もっとも、個人によっても異なるものである。また、時代においてその社会においていかなる納得の仕方があるのかという点で時代を経ることにおいて、変わってくると考えられる。つまり、その時代のその社会における見方、価値観に影響されることは否めない。このように、アイデンティティやアイデンティティ危機という点では変わらないが、アイデンティティを得る得方において変化があると考えられる。

さらに、自己理解という点で考えると、自分がどのような納得する基準をもっているのかということが重要であると考えられる。自分が実存・社会・生涯を生きる自分であることをいかなる基準において納得しようとしているのか、もしくはしているのかを理解することである。特に、アイデンティティ危機においては、この基準を喪失している状態であるといえる。これまで自分がもっていた基準とは何か、そして、これからいかなる基準を自分が自分を納得する基準としていくのかを理解することが、アイデンティティにおける自己理解の要点であるといえる。

3. 大学における教養教育での参加型授業の試み

(1)大学の授業における参加型授業の検討

先の論考では、大学の教養教育において、一斉授業、いわゆる知識伝達の受動的形態では、教育効果が上がらず、参加型授業という授業実践について検討した²⁾。その中で、授業を聴こうとする意欲が見える学生と、意欲がない学生の姿がある。そして、一斉授業をしてしまうと、意欲のない学生を授業に引き込むことはかなりの難しさが生じる状況を示した。そのために、参加型授業が必要であることを示した。そして、4人グループを作る方法、グループワークの手法として、質問するワークおよびほめるワークの実施方法について示した。そして、このグループワークの手法は、様々な実践を筆者によって自己流にアレンジしたものであることを示した。

(2)反論するワークの実施

前回の論考では、質問・ほめるワークの実施について示した²⁾。本論では、反論するワークについて示す。

まず、前回同様に、座る場所ではなく、全員をシャッフルして4人グループを作る。この方法は、全員を4で割った数字で、全員に対して点呼を取るように番号を付与する⁸⁾。そして、4人グループ内で、①～④まで番号を付ける。前列2名後列2名で座っているので、例えば前列窓側の人が①で時計回りに、②～④としてくださいと指示する。

そして、次の手順で反論することを行う。

①「一番～なものは何だと思えますか？」

↓

②「…だと思えます。」

↓

①「…もよいと思えますが、私は一だと思えます。その理由は///だからです。」

このやりとりは、①と②で行い、グループ内の③と④は聞いているのみである。そして、①→②の次は、②→③、そして、③→④とやりとりを続ける。さらに、④→①となり、約3分で質問と答えをぐるぐると回して続けていく。場合によっては、何周もすることもある。

このワークの後で、授業に関するテーマを語るワークを行う。授業で扱ったテーマについて、まず、「①の人だけ約3分で自分の意見を語ってください。時間が余ったら、質問タイムとしてください。」と指示する。終わったら、「次は②の人です。3分がらばって話してください。時間が余ったら、他の人が質問をしてあげてください。」これを繰り返し、③、④の意見発表を行う。

(3)ホルネイの対人関係のスタイルからの考察

前回のほめるワークと本論の反論するワークについて、ホーナイの対人関係のスタイルから、その内容を考察する⁹⁾。ホーナイの見方から、西平は、「人々の方に動く(Moving Toward People)」「人々に対して動く(Moving Against People)」「人々から離れる(Moving Away from People)」の3つに分類して示した¹⁰⁾。この3つのスタイルは、まとめると協

調、主張、孤立ということが出来る。つまり、協調とは握手をするように他者と協調していくスタイルである。主張とはグーを出すように他者と対立していくスタイルである。孤立とは、他者から離れていくスタイルである。対人関係とは、協調するか、主張するか、離れるかの3つがあり、状況に応じてそれらを使い分けることであるといえる。

この見方からすると、ほめるワークは協調するスタイルに相当する。逆に、反論するワークは主張するスタイルに相当する。これらのワークは、ほめること、反論することを通して、人間関係の中で協調と主張の反するスタイルを行うことを求めるものである。これらのワークによって、協調と主張のスタイルを身につけ、あとは状況に応じて使い分け、さらには離れるスタイルも使いこなすことができることが現実の人間関係である。

このグループワークは、一般教養科目と教職課程の教職に関する科目でも実施している。やはり一般教養科目での学生のコミットメントの様子と、教職課程の科目においての様子とを比べると、印象で述べると活発な交流は教職科目においての方が豊かである。さらに、両方の科目を履修している学生の感想においては、「同じことをやってもグループの話の盛り上がりには差があって驚いた。教職の学生の方がコミュニケーション力があると思った。」と述べていた。

こうしてみると、一般教養科目において、教養を身につける目的で開講されているのであるが、それに加えて、コミュニケーション力を付けるためにも、このようなグループワークは意義があると考えられる。

(3) 評価における授業実践の振り返り

本論では、前回の課題として挙げた、大学における教養教育の中で心理学の授業において、成績評価を示して教育効果について検討していく。対象とする授業は、2019年前期に実施した心理学の一般教養に関する科目である。1～4年生の工学部のすべての学科の学生が履修した。履修登録者は、124名である。

この授業は、90分15回で実施された。毎回の授業では、説明、心理テストの実施、グループワークの3つの部分をほぼ毎回実施した。グループワークでは、コミュニケーションスキルを身につけるものをアイスブレイクとして実施した後、心理テストの結果についての個人発表や意見交換を実施した。

評価は、中間試験と定期試験のそれぞれ50点の合計100点満点の内60点未満が不可となる。中間および定期試験内容は、授業内容のみであり、試験前に提示し模範解答も示していた。図2において成績評価を示す。

合格率で見ると約50%であり、履修登録者の約半分が合格し、半分が不合格となっている。出席者の様子で見ると、出席者は各回は一定ではないが概算すると、初回では100名以上が出席していた。その後、出席者は減少し、約80名程度で前後していた。また、出席カードのみで退出する学生や、グループワークが始まると退出する学生も数

名程度見受けられた。

履修者全体で見ると、半分が不可となり、可・良・優及び秀のそれぞれが約2割程度である。合格者全体では、60名程度である。試験内容を事前に提示したのであるが、このような結果となってしまった。この成績評価の結果から、言えることは、まず、第一に、履修者が100名を超えてしまうと、グループワークの人数分けから時間がかかり、学生への指導が散漫になってしまうことである。やはり、参加型の授業、今で言うところのアクティブ・ラーニングを取り入れた授業を実施しようとするならば、人数制限が必要であると考えられる。

第二に、履修者の半分が不可となって結果について考える。先に示したように、平均すると80名くらいが出席者であった。コンスタントに出席する学生が80名であると、それらの学生における合格率は、約80%となる。授業で身につけたものがないと単位は取得できないということとすると、適切な程度であると考えられる。

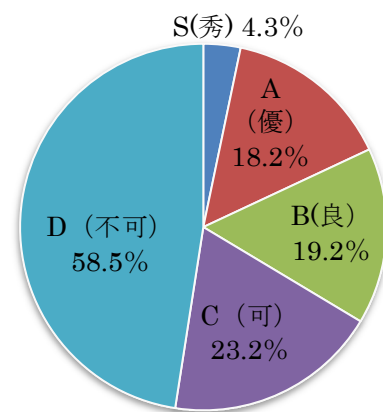


図2. 成績別の結果

4. 今後の課題

第一に、やはりどのように意欲がない学生に対しても、興味関心を引けるような題材を提示することが重要である。このような学生に対して、意欲をかき立てることは非常に難しいことではあるが、教育において挑戦すべきことであると考えられる。

第二に、説明とグループワークとの関連をつけることである。大学における教養教育の中で、説明とグループワークが結びつくことで、説明の理解がさらに進み、グループワークもより活性化するものと考えられる。そして、講義の内容とグループワークでの学生自身の人間関係スキルの向上とを結びつけ、教養教育につなげていく方策を提示する必要がある。

最後に、本章では Society 5.0 における人間についてその発展と本質について検討したが、残りの矢印である、Society 5.0 における技術における発展と本質について検討

する課題がある。

参考文献

第1章

- 1) 西内啓 (2013) 統計が最強の学問である ダイアモンド社

第2章

- 1) 滝沢利直、重光由加、小沢一仁 (2019) 「Society 5.0」における教育とは(1) ～これからの社会における教育のあり方を考える～東京工芸大学工学部紀要 42(2), 1-8
- 2) 江崎 ひろみ、植野 義明、小沢 一仁 (2019) 「Society 5.0」における教育とは(3) ～これからの社会における教育のあり方を考える～ 東京工芸大学工学部紀要, 42(2), 36-43
- 3) 溝上真一 (2014) アクティブラーニングと教授学習パラダイムの転換 東信堂
- 4) アリストテレス (1961) 政治学 山本光雄訳 岩波文庫
- 5) Erikson, E.H. (1959) . Identity and Lifecycle. Psychokogical Issues. Vol.1.No.1. International Universities Press. (小此木啓吾編訳 1973 自我同一性: アイデンティティとライフサイクル 誠信書房) (西平直・中島由恵訳 2011 アイデンティティとライフサイクル 誠信書房)
- 6) <https://www8.cao.go.jp/kourei/kou-kei/24forum/pdf/tokyo-s3-2.pdf> (2020年3月25日確認)
- 7) 小沢一仁 (2020) 自己理解のためにエリクソンのアイデンティティ概念を捉え直す～主観的視点から斉一性と連続性に焦点を当てて～青年心理学研究 31(2) 91-108
- 8) 小沢 一仁・大島武・森本倫代 (2008) 大学における授業のあり方を考えるー「講演型授業」、「参加型授業」、「教育方法・技術の習得を目指す技術習得型授業」の実践を通してー 東京工芸大学工学部紀要 31(2) 76-89.
- 9) Horney, Karen (1945) Our Inner Conflicts, Norton (我妻洋訳 1981 ホーナイ全集 第5巻 心の葛藤 誠信書房)
- 10) 西平直喜. (1964). 青年分析ー人間形成の青年心理学. 大日本図書.