ビジネススキルとしての数学的思考
～「数学的」の定義。さらにその指導法と教育業界への提言～
Mathematical thinking as a business skill

ビジネス数学・教育家
明治大学客員研究員
深沢真太郎

概要
　数学教育が人間の能力開発に大きく貢献することに疑いの余地はない。しかしながら現代の数学教育は理系を中心とした優れた人材を育成する一方、学習者は何のために学んだのか、学んだものが社会生活の中でどう活用できるのかを知らないまま社会人となっている場合がある。その１つの要因は「数学を指導する教員が、数学を通じて習得することの本質を理解できていない」ことであるという仮説をもつ。この仮説が正しいならば、教員は数学を教えることはできても、数学的思考を習得させる指導はできていないことになる。本稿はその仮説に基づき、社会人教育の専門家の立場から教育現場にいくつかの提言をするものであり、指導現場にて得られた経験やノウハウから､教育現場にも関連すると思われるエッセンスを抽出し､提供する。なお、本稿はあくまで提言にすぎず、既存の教育従事者を非難するものではない。しかしながら改良を求め期待するメッセージは添えていることを付け加えておく。

キーワード：数学的思考、実社会での活用、ビジネス

１．定義

１．１　多面体であること
　数学とは多面体である。これは文字通り、さまざまな側面を持っているという意味である。たとえば
・理工学や経済学の基礎言語という側面
・人間の能力開発という側面
・深く物事を考える、まるで哲学に近い側面
・純粋な科学という側面
等が挙げられる。そしてその科学という言葉だけでも、関係性の科学、数の科学、美しさの科学など、実にさまざまな捉え方がある。
　これらはどれもが正しいであろう。数学とは、人によって、立場によって、文化によって、実にさまざまな側面を持った多面体と言える。

筆者は、数学というものをビジネスパーソンの能力開発という側面で見ている。そしてビジネスパーソンにとって最終的に必要となるものは数学そのものではなく、数学的なものの考え方や捉え方であるという立場をとる。それが表題にもなっている「ビジネススキルとしての数学的思考」の意味であり、本稿ではその具体的な指導法を解説する。

ここで重要なことは「数学」と「数学的」の違いにある。識者によって認識や定義が異なる部分であり、それゆえに数学関係者の中でも誤解が生じやすい部分と考える。ゆえに、まずは筆者としての定義を明確にするところから始める。

１．２　数学思考、数学的思考、数学者的思考

積極的という言葉がある。積極的に仕事をする、といった表現は私たちの日常によく登場する。積極とは、「物事に対しはっきりした作用を及ぼし、進んで働きかける面を表すこと」という意味である。よって積極的な行動とは、「積極という言葉で表現されるように行動する」という解釈ができる。

同じように、「数学的」とは「数学のように」ということにほかならない。たとえば

　数学的思考：数学のように考える

　数学的アプローチ：数学のようにアプローチする

　数学的表現：数学のように表現する

などである。筆者は次の３つの言葉を用いて数学的思考の定義を行う。

・数学思考　　→　数学の問題を解く際に（唯一の正解を求めて）考えること
・数学的思考　→　数学の問題を解く以外の場面で、数学のように考えること
・数学者的思考　→　数学という学問を発展させ社会に適応させる方法を考えること

多くの人が学生時代に学ぶ数学は、おそらく問題に対して唯一の正解が与えられ、それを導くことが主たる作業であった。学生は「次の連立方程式を解きなさい」といった指示に従順である。

しかし、そこで行われること（考えること）はあくまで決められた答えを出すための作業に過ぎない。たとえば筆者が中学生の頃、「連立方程式の解き方には消去法と代入法の２つがある」と教わった。これはまさに、数学の問題を解く際に（唯一の正解を求めて）使われる考え方といえる。筆者はこれを数学思考と定義している。

しかし日常生活の中で自ら連立方程式を解くことなどほぼない。三角形の面積を求めることも、偉大な数学者が導いた公式を証明することもおそらくない。それが現実である。

一方で、物事の関係性を明らかにし、筋道を立てて説明するということは、日常生活の中でとても大切なことである。先ほどの連立方程式の例でいうと、連立方程式を解くということは

２つの未知数（x，y）の関係性を明らかにし、論理的に正解を説明することといえる。つまり物事の関係性を明らかにし、筋道を立てて説明するということは、まるで数学のようなものであり、それを日常生活の中で活用することが筆者の考える「数学的」という意味である。方程式を解くことが数学、方程式を解くような行いが数学的、そのように理解していただきたい。

最後に、数学者的思考という言葉について言及しておきたい。

数学者とは、数学という学問を発展させ社会に適応させることが使命の職業である。たとえば、渋滞という社会問題を解決するために数学をどう応用するかを考えたり、スパムメールを振り分ける仕組みの精度をもっと高めるためにどうするかを考えたり、人間がもっと生きやすくもっと豊かになるために、数学者（技術者）は尽力する。

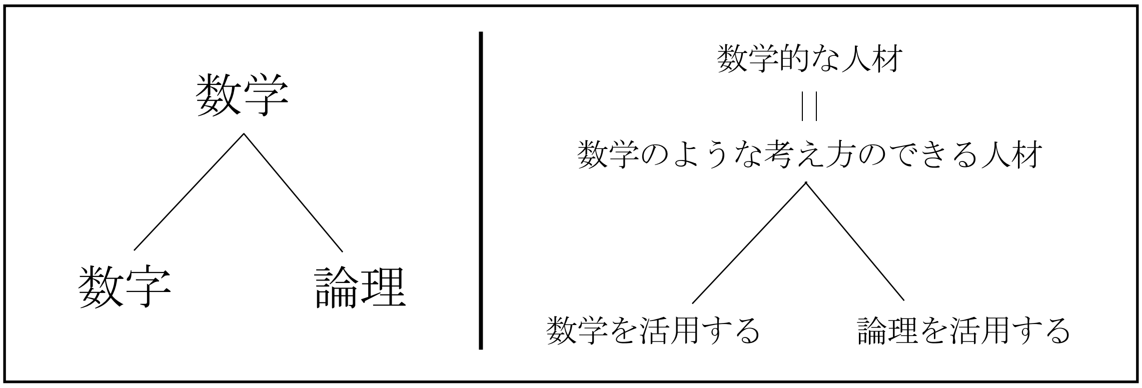
ここで重要なのは、数学を発展させることを主としている人は、「数学のように」ではなく、しっかり学問に落とし込まれた「数学」で仕事をしているという点である。つまり必要なのは数学思考と数学者的思考であり、数学的思考は必要としていないということである。数学の範囲から外に出ないのであれば数学的思考は必要ない。これは重要な境界線である。

以上、３つの言葉の定義を説明した。主題である「数学的」という言葉の意味は、こうしてほかの言葉と比較することで、より輪郭がはっきりすると思われる。

１．３　数字に強いロジカルパーソン

学生であれば「数学思考」の力が欲しいであろうし、数学者であれば「数学者的思考」の力が欲しいと思うだろう。しかし、ビジネスパーソンに必要なのは「数学的思考」の力である。筆者はそれを身につけた人材を「数字に強いロジカルパーソン」と表現している。

ロジカルとは論理的、つまりロジカルパーソンとは論理的な考え方ができる人材という意味である。そもそも数学とは、数字と論理だけで営むものであり、計算、証明、方程式、図形、関数、数列、等々はすべて数字と論理だけを使うことで成り立つ。ならばシンプルに、「数字と論理をきちんと使える人材を育成する」としたほうが、ビジネス文脈の人間には伝わりやすい現状がある。



１．４　数学教育は言語教育

数字と論理という２つの重要なテーマについて解説を続ける。

数字は極めて抽象度の高い、数量を表現する言葉である。他方、論理も言葉と解釈することができる。そもそも論理とは何かを考えるにあたり、ここでも言語というキーワードが浮上する。

たとえば論理という単語から連想することとして、「なぜならば」「よって」「ゆえに」「次に」「以上より」といった言葉が挙げられる。これらは数学において頻繁に、そして“接続的な役割”として使われる。

（例）

次の２式を満たす x と y を求めなさい

$x+y=5$　…①

$x-y=1$　…②

（解答）

②において式を変形すると

$x=y+1$　…③

<u>次に</u>

③を①に代入すると

$x+y=5$　　$(y+1)+y=5$　　$2y+1=5$　　$2y=4$　　$y=2$　…④

<u>よって</u>

④を①に代入すると

$x+y=5$　　$x+2=5$　　$x=3$

<u>以上より</u>

正解は $(x,\ y)=(3,\ 2)$

このように数学の記述は論理を表現する言葉を使って進められる。途中に登場する「次に」「よって」「以上より」といった言葉を使わずに正解を導くための説明はできない。計算はあくまで補足的なものである。

筆者はこのような論理を表現する言葉を「数学コトバ」とネーミングして広めている。数学コトバは一般的には接続詞で表現されるものと理解して差し支えない。すなわち数学とは、接続詞でつなげて物事を説明する学問と言える。極めてシンプルな例を挙げるなら、次のような当たり前と思われる説明も、接続詞（数学コトバ）が要所で活用されている。

―――――――――――――――――――――――――――――――――――――
A が偶数で B も偶数ならば、$(A+B)$ も偶数である

A が偶数
↓（さらに）
B が偶数
↓（ゆえに）
$(A+B)$ も偶数
―――――――――――――――――――――――――――――――――――――

以上より、筆者は数学とは計算力を鍛える学問ではなく、言葉の使い方を学ぶ学問であると主張する。これが数学教育において数学的思考を育むために、極めて重要な認識だと考えている。

ビジネスパーソンのスキルとして数学的思考を捉えたとき、求められるスキルは計算や暗算ではなく、データやロジックを駆使して分析したり、説明できる能力である。そして数学的思考が身についた人とは、数学で扱うコトバを日常生活やビジネスシーンでも使える人のことを指す。数学教育はそのような人材を育成することがゴールでなければならない。

しかしながら現状はどうかというと、社会人教育という名目で、「論理思考」「問題解決」「データ活用」「数字センス」「定量分析」といったテーマの学習コンテンツで溢れている。そしてそれは時代が変わっても減ることなく存在している。この事実が示していることは何かといえば、学生時代の教育においてそれらのスキルを身につけることができなかった人が、社会人になっても困っていることの何よりの証拠といえる。

学校における数学教育の役割は大きい。

２．５つの動作

２．１　「動作を身につける」という視点

数学によって得られる能力の本質は何かと問われたら、筆者は「動作の仕方」と答える。動作とは「◯◯する」と表現できる、身体や頭の動かし方のことを指す。本稿においては、次の５つを代表的なものとして挙げる。語尾がすべて「する」になっていることに注目していただきたい。

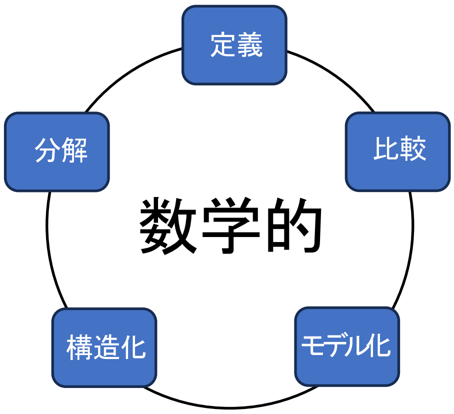
・定義する

・分解する

・比較する

・構造化する

・モデル化する



筆者は、数学はこの５つの動作を身につけるために存在すると考えている。ならば教育者は、数学の指導を通じて学習者にこの５つの動作を強く認識させ、自覚的に“する”ように促す必要があるだろう。

「なぜこの５つの動作が数学的なのか」という疑問に答える意味で、５つの動作が数学とどう関係しているのかを簡単に説明する。

２．２　定義　～最初に何をするべきか～

定義とは「Ａとは～である」のように、Ａのことを誰もが共通のものとして認識できるよう言語化することである。数学は定義の厳密性が強烈に求められる学問である。たとえば、数学では球（きゅう）という立体を扱うが、ビジネスパーソンに球の定義を（唐突に）尋ねてみると、「まんまるいもの」「サッカーボールのようなもの」…などといった回答がほとんどを占める。しかし筆者が「まんまるいとは、何でしょうか？」や「サッカーボールのようなものとは、具体的にどういうことでしょうか？」あるいは「ラグビーボールは、球ではないのでしょうか？」などと質問をすると、たいていのビジネスパーソンの多くは答えに窮するのである。

数学における一般的な球の定義は、「三次元空間で、一定点からの距離が等しい点の軌跡で囲まれた部分」である。数学の専門的な話題には立ち入らないが、少なくともこの定義があることで、サッカーボールは球であり、ラグビービールは球ではないと断言できるのである。

この例で申し上げたいことは、社会において定義というものに敏感な人があまりに少ないということである。そして定義が厳密でないと物事を正しく理解できなかったり、機能不全に陥ってしまうということにあまりに無自覚であるということである。たとえばビジネスパーソンが同僚とミーティングをする際、まず冒頭（つまり最初）にその場の定義をするべきだろう。

（例）「このミーティングは、意思決定を目的にした場である」

「このミーティングは、情報共有を目的にした場である」

「このミーティングは、アイデア出しを目的にした場である」

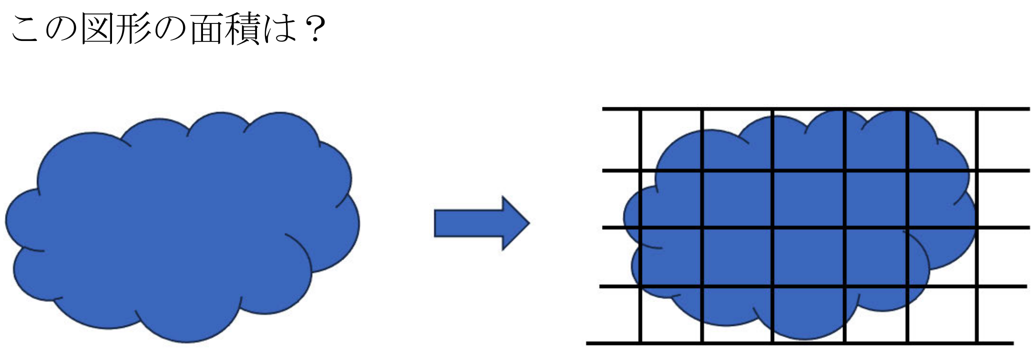
優秀なファシリテーターは必ず冒頭で場の定義を行い、参加者の認識を合わせ、ゴールに向かって進行させる。この例は数学そのものではないものの、極めて数学的な動作ではある。数学を学習する意義のひとつは、「最初にすることの厳密性が、その後の品質を決める」という視点である。

２．３　分解と比較　～分析とは何をすることか～

分析とは、「分解」と「比較」を組み合わせることである。

分解とは文字通り分けることである。これがなぜ数学と関係するかというと、数学は細かく分けることで解けなかった問題が解けたり、説明できなかったものが説明できることがあるからである。

たとえば、下の図のような(雲のような)図形があったとして、その図形の面積を求める場合、数学では細かく分けるという考え方を用いることになる。



たとえば、この図形を網目のように分解していくと、この図形はいくつかの正方形が何個か集まった図形と見ることができる。さらにこの正方形の面積を小さいものにしていけば、雲のような図形の面積をざっくり捉えることができる。これは、数学では微分や積分といったテーマで学ぶ考え方であり、「細かく分けることで解けなかった問題が解けたり、説明できなかったものが説明できることがある」の典型的な例といえる。

続いては比較だが、下の２例はいずれも２つの数字を比較していることにほかならない。そういう意味で、比較することは極めて数学的な動作であるといえる。

$a<b$　（a と b を比べると b のほうが大きい）

$x^2 \geqq 9$　（x の２乗と９を比べると同じ、あるいは x の２乗のほうが大きい）

ビジネスパーソンが分析業務を行う際も分解と比較をしている。そのことに自覚的になってもらうために、筆者は企業の研修やビジネスセミナーなどで次のような演習を科すことがある。

――――――――――――――――――――――――
演習：
テーマはなんでもよいので、そのテーマについて分析をしてみてください。ただしその過程において、何かを小さく分ける（分解）ことや、何かと何かを比較することは禁止とします
――――――――――――――――――――――――

このような思考実験をすることで、分解と比較をすることなく分析業務をすること、もっといえば「考える」という行為がとても難しいことに気づくだろう。数学教育の重要な役割は、考えるという行為をする際に分解と比較という動作の存在を強く認識させることであり、そしてそれがいずれ社会に出てから大切な能力になることを伝えることであると筆者は考えている。

２．４　構造化とモデル化　～仕事がデキる人の思考法～

構造化とは、物事の全体像の中にある構成要素をわかりやすくするために、構造で捉えるようにすることである。たとえば、次のＡとＢとＣはそれぞれある法則によって数が増加しているのだが、この３つの中でひとつだけ性質の違うものがある。

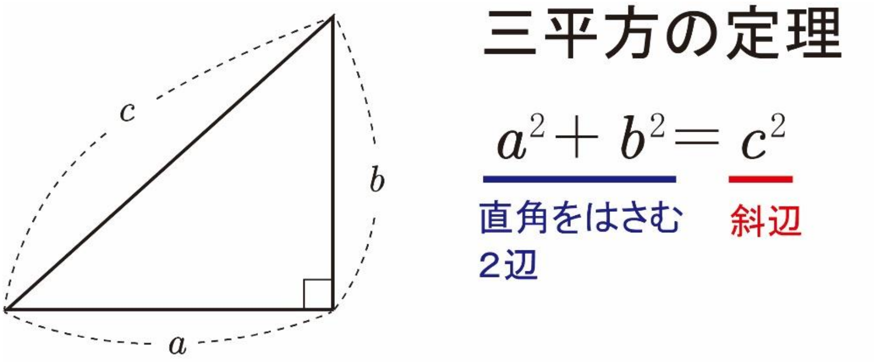
Ａ：（1，2，4，8，16，…）
Ｂ：（1，3，9，27，81，…）
Ｃ：（1，3，5，7，9，…）

正解は「Ｃ」である。なぜならば、Ａは“２倍ずつ”、Ｂは“３倍ずつ”増えていく法則だが、Ｃだけは“２ずつ”増えていく法則だからである。

数学ではＡやＢを等比数列と呼び、Ｃを等差数列と呼ぶ。ここで重要なのは、数学においてはＡとＢは構造上同じものであるが、Ｃは違うものと捉えることである。物事を構造で捉え、メカニズムが同じもの（あるいは似ているもの）と違うものを明らかにしていく。これが構造化するということであり、数学的思考の重要なひとつに挙げられる。

構造化が得意な人は、ビジネスにおいて考える対象を構造で捉えることができ、それは問題解決に役立つ。たとえば他業界で起こった成功事例などを「他業界のことだから関係ない」としてしまうのではなく、その他業界の事例を構造で捉え、起こったことのメカニズムを明らかにし、自分たちの業界にあてはめて同じ成功体験を得ようと試みる。一般論としてよく用いられる「仕事がデキる人は異業種から学ぶ」という説は、おそらく真実であろう。

最後はモデル化について説明する。モデルとは「型」のことだが、実は数学はモデルの学問という側面もある。すなわち「型」を作って示すことだが、そのわかりやすい例が公式や定理である。たとえば、直角三角形の性質を言語化した三平方の定理（ピタゴラスの定理）はもっともわかりやすい一例といえる。



この定理は、直角三角形において「直角をはさむ２辺のそれぞれの２乗の和が斜辺の２乗に等しい」ことを示している。このように数学とは、物事の特徴をモデル(数式)で示し説明する学問でもある。

もちろん、ビジネスパーソンが仕事においてこの公式そのものを使うことはおそらくない。しかし「こういう性質がある」「こういう法則がある」「こういう関係がある」と説明する場面はある。たとえば、次に示すものはその典型であろう。

パレートの法則(80:20 の法則)
ランチェスターの経営戦略
プロスペクト理論

これらは根拠なく提唱されたものではなく、さまざまな事象を分析して仕組みやメカニズムを明らかにし、「こういう性質がある」「こういう法則がある」「こういう関係がある」と明らかにしたものである。モデル化とはビジネスパーソンの重要なスキルなのである。

数学教育の重要な使命は、学習者が与えられた問題を機械のごとく解く能力を身につけることではなく、何もないところから法則や理論を導ける能力を育むことだと考える。数学の題材からそのような訓練をすることが理想であろう。

余談ながら、構造化やモデル化について説明した思考法は、いわゆる成果を出せるビジネスパーソンが共通して身につけているセンスである。数学的思考は、間違いなくビジネススキルなのである。

３．「動作」を使って「行為」の質を上げる

３．１　考える・読む・書く・話す・見せる

数学的思考をビジネスパーソンのスキルとして捉えた場合、最終的にこのテーマは「行為」という概念に帰結する。行為とは行い、ふるまいのことである。まずは定義を明確にする。

行為：成果に直結させる行い
動作：行為をするために必要なこと

たとえば、前節で紹介した５つの動作(定義、分解、比較、構造化、モデル化)は、物事を考えたり、読み解いたり、表現したりするときに使うものである。先述した同僚とのミーティングの事例においても、定義そのものがミーティングを円滑に進めるわけではない。定義して話すという行為をすることによって円滑に進むのである。分解そのものが成果に直結するのではなく、考えるという行為において分解というエッセンスを取り入れることで、質の高い分析ができ成果に結びつく。

つまり教育的な観点から述べると、ビジネスパーソンが成果を出すためには動作を学んだだけでは足りず、最終的な行為の質を上げる必要がある。成果を出すために必要な行為とは次の５種類である。

・考える
・読む
・書く
・話す
・見せる

こうして書き出してみると、極めてシンプルで当たり前のことだと思われるだろう。そして筆者はその指摘を否定しない。一方で、社会人教育の専門家として断言できることがある。その当たり前の行為のクオリティの差で、ビジネスパーソンのクオリティは決まるという事実である。

すべてのビジネスパーソンは、仕事においておそらくこの５つの(当たり前の)行為を実際に行っている。次のミーティングの内容を考える、部下から提出されたレポートを読む、大切なお客様にメール(文章)を書く、上司と１対１で話す、スライド資料を見せながらプレゼンテーションする、等々のビジネスパーソンであれば誰しも日常で行うことである。

誰しもが日常で行うということは、それだけ頻度が高いということでもある。成果が出ている人とそうでない人の違いは、このような極めて当たり前の、頻度の高い行いの質が違うからである。ひとつひとつの行為の差はわずかなものであったとしても、それらが相乗的な関係になることで途轍もない差になって現れるのである

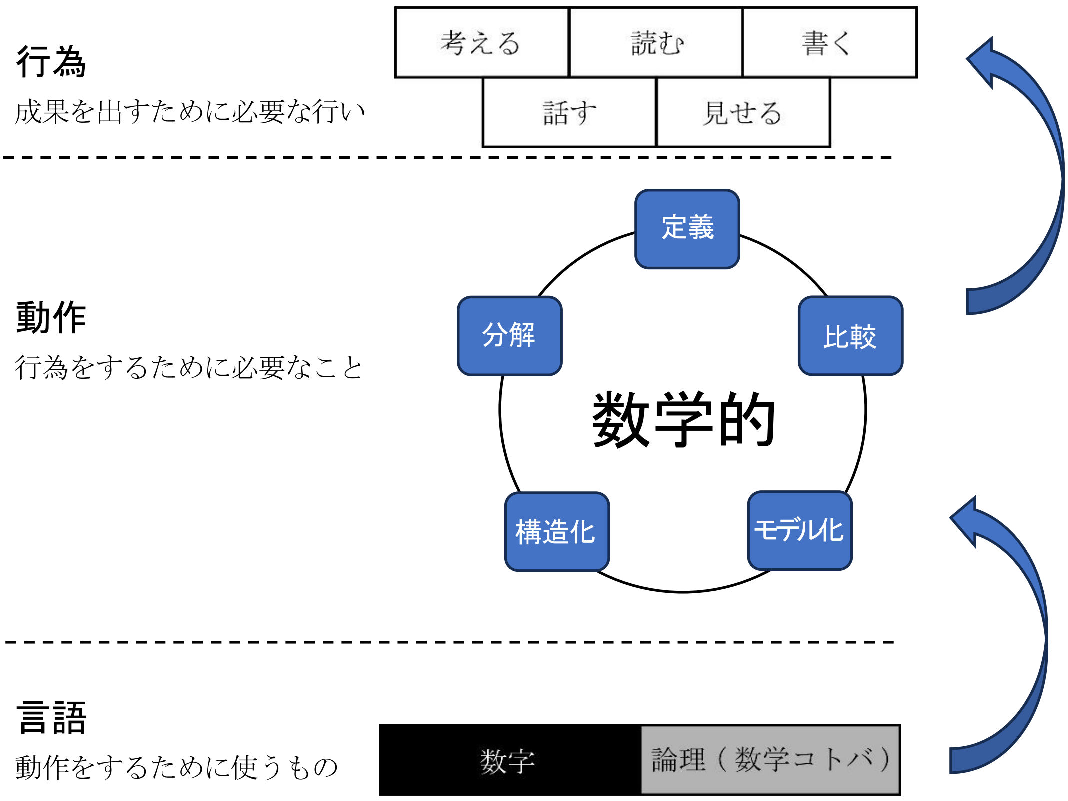
３．２　言語→動作→行為

以上より、数学教育に従事する者は次の原則を知っておくべきだろう。

「人間は言語を使って動作し、動作を使って行為の質を上げる」

まずは言語の意味を理解させる。それを動作に落とし込み、その動作を使って、考える、読む、書く、話す、見せる、といった行為の訓練をする。それらが機能することで、数学的思考が身についたビジネスパーソンが誕生するのである。

ここまでの内容をすべてまとめたものを図解で示す。言語と動作と行為がどんな関係になっているか、ビジネスパーソンに必要な数学的思考とは何か、学校の授業で求められる指導とは何かが総合的かつ概念的に表現されている。



たとえば、次の文章を読むことで、この図解の意味がより鮮明に理解できる。
・数字を使い、比較して、見せる
・論理(数学コトバ)を使い、構造化して、話す
・数字を使い、定義してから、考える
・・・・・・・・・・
(言語→動作→行為)

さらに、筆者は専門家としてこれまで２万人以上のビジネスパーソンやトップアスリートた

ちと指導現場で会ってきた。その経験から言えることを整理すると、次のようになる。

言語：知っている
動作：知らない
行為：うまくできない

彼らは少なくとも中学や高校で数学の授業を受けている。それにもかかわらず、「数学的」が身についてないまま今日も職場やフィールドで戦っている。数学について尋ねると、当然のように「数学の授業の意味がわからなかった」「数学なんて役に立たない」と答える。やはりこれは何かがおかしいと思わざるを得ない。

考えられる唯一の解決策は、教員が数学的な５つの動作（定義、分解、比較、構造化、モデル化）を、できるだけ若い年齢のときに、正しく指導することである。そしてそれができるのは、中学や高校の数学の授業でしかない。あらためて、数学教育の大切さを痛感する。

なお、紹介した５つの動作（定義、分解、比較、構造化、モデル化）の具体論については、この論文の主題ではないため、極めて簡単な説明に留めた。丁寧な解説や具体例については拙著にその詳細を記したものがあり、そちらを参照して頂きたい。［参考文献］

４．数学指導者への提言

以上の内容を踏まえ、筆者の現時点での思想と提言を以下に示す。

① さまざまな目的の数学があってよい（数学の多様性）
② 生徒や学生が自分の目的にあった数学を自ら選べる時代へ
③ 数学を「理解する」ことと「活用する」ことは分けて指導すべきである
④ 理解させる専門家と活用法を指導する専門家では必要な能力が異なる
⑤ 社会人教育の観点では、活用法を指導する専門家の開発は急務である

繰り返しはであるが、本稿は「ビジネスに必要」という前提のもと、能力開発の観点で専門家による情報共有が目的で執筆されたものである。

本編でも触れたように、数学とは多面体である。そもそも数学というものが学生の将来に役立つものでなければならないのか、本当に能力開発として機能しなければならないのか、ビジネス数学とは本当に必要なものなのか、そのような問題提起や議論は引き続き、むしろこれまで以上に積極的に行われるべきであろう。

この世には、「数学でないと育めない能力」というものがある。数学教育に従事する者（筆者もそのひとりであると認識している）への世間からの期待は大きい。本稿で表現されたことがひとりでも多くの教育人の仕事に変化をもたらすことを願う。もちろん、その結果として、ひ

とりでも多くの未来ある若者が「数学的」に生きることも切に願うばかりである。

【執筆者】

深沢真太郎（ふかさわ・しんたろう）
ビジネス数学・教育家。明治大学客員研究員。理学修士（数学）。初のビジネス数学検定１級AAA 認定者。「ビジネススキルと数学教育」をテーマに独自の研究を続け、研修プログラムを多数開発。ソフトバンク・京セラ・三菱 UFJ など大手企業を始めプロ野球球団・トップアスリート・学校教員などに提供。「ビジネス数学インストラクター制度」を設立。テレビ番組の監修や東洋経済・プレジデントといったビジネスメディアへの寄稿も多数。作家としての著作はビジネス書や小説など述べ 30 冊以上を数え、海外でも翻訳展開されている。BM コンサルティング株式会社代表取締役　一般社団法人日本ビジネス数学協会代表理事　ビジネス数学エグゼクティブインストラクター（公益財団法人日本数学検定協会認定）

参考文献

[1] 深沢真太郎『「数学的」な仕事術大全～成果を出し続ける人が必ずやっている～』東洋経済新報社

[2] 深沢真太郎『数学的思考トレーニング～問題解決力が飛躍的にアップする 48 問 ～』PHP 研究所

[3] 深沢真太郎『「数学的」話し方トレーニング～説得力が飛躍的にアップする 28 問～』PHP 研究所