「ユークリッドを誤読する」

川中　宣明

荘子は紀元前３００年頃の中国の人、ユークリッド（エウクレイデス）は、大体、同時期で少し後のギリシャの人です。荘子（あるいはその弟子たち）は「荘子（そうじ）」という本を、ユークリッドは「原論(ストイケア)」という本を遺しました。今から、まず「荘子」を取り上げ、その後「原論」について考えます。キーワードは「ことば、コミュニケーション」です。私は別にコミュニケーション学とかの専門家ではなく、数学が専門なので専門外の話をすることになります。
昔の本を読むことへの一種の警告のようなことが荘子に書いてありますので、まずはそれを紹介します。荘子の天道篇（岩波文庫版だと第 2 巻）に出ています。
以下はその話のあらまし：
　斉の桓公が書物を読んでいた。その近くの土間で車大工の老人（輪扁）が車輪を作っていた。輪扁がふと道具を置いて桓公に問いかけた。「殿サン、エライ精出してナニ読んだはんのん？（公之所讀爲何言邪）」桓公は答えた。「聖人の書かはったモン、読んでんねん（聖人之言也）」輪扁「その聖人て今でも生きたはるのん？（聖人在乎）」桓公「アホぬかせ。とうに死んだはるわい（已死矣）」輪扁「それやったら殿サンが読んだはるモンは聖人の酒かす（糟粕）みたいなモンでんなァ（然則君之所讀者古人之糟粕已夫）」桓公は非常に怒って「何やてェ。つけあがりやがってからに。いてこましたろか」と言った。そこで輪扁は次のように答えた。「わて、車輪作りの技をどら息子に伝えようとしてまんねんけど、どない説明しても一向にらちあけしまへん。そやさかい、七十歳の老いぼれになっても未だに自分で車輪を作らなあかんてな始末や。そんで聖人も自分の考えをよう伝えきれんと死にはったんやろ、聖人の書かはったモンは聖人が考えはったこととは全然ちゃうんちゃうか思いまんねん。そんで殿サンの読んだはるモンは聖人の考えのカスみたいなもんちゃうかてゆうたんや」

荘子の文章はここで終わっています。昔は本というのは貴重品で、当時の人々が書物を有難がる気持ちは現代人には想像もつかないほどではなかったかと思います。その時代に「書物を有難がる世間の常識」を笑い飛ばしたのが上で紹介した話であると普通は理解されているようです。（上の関西弁訳はその感じを出したつもりです。配役としては、輪扁老人は間寛平、桓公には藤田まことを念頭においています。）しかし、そうなると「荘子」という書物自身も糟粕ということになりますから、むしろ「おまえやったら、どない答えんねん」という問いかけこそが荘子の真意ではなかったかと思います。
伝えるべき知恵や技能のうち伝達が可能な部分は僅かに過ぎず、言語化不可能な「暗黙知」とでもいうべき部分こそが本質的である、というのが輪扁老人の言いたかったことであろうと思います。

荘子の別の箇所（齊物篇）で、二人の人物が問答をしていて、一方が他方に向かって何かを論じる前に「吾嘗爲汝妄言之　汝以妄聴之」と発言するところがあります。妄言というのは「デタラメを言う」というくらいの意味ですが、妄聴というのは余り用例がなく、はっきりしません。全体の意味は「真理はどないゆうたかて、うまいこと言われへん。しゃあないから、デタラメ言うさかい、デタラメに聞いといてんか」というくらいの意味であろうかと思います。実は今日の私の話も妄言のたぐいですから、皆さんもそのつもりで、妄聴して下さい。
このほかにも、荘子には「議論をしても勝ったほうが正しいとは限らない」なんてことも書いてあって、結構、理屈っぽくて、ある意味「理系」的な要素が強い本です。「論語」とは全く方向性が異なりますし、よく「老荘」なんていって、一緒にされることの多い「老子」と比べても、ずっと「理系的」です。危険思想の書と思われたこともあったようです。しかし、もし荘子が言うように、深い考えを伝えることが不可能で、議論してもどちらが正しいのか分からないのでは、科学技術の論文や教科書も意味が無いし、科学技術なんてものの存在も進歩も有り得ないわけですから、現代の私たちは荘子のいう問題点を、少なくともある程度は克服しているわけです。どう克服しているのか、問題点は残っていないのかということを次に考えてみたいと思います。

正しいかどうかは別にして私自身の結論を先に言ってしまうと、長い歴史の中で科学が考え出してきた「できるだけ誤解を少なくし、できるだけ多くの情報をできるだけ正しく伝達する」ための論文や教科書を書く手法は２つあると思います。ひとつは「再現可能な実験・観察を中心に据えて論文などを書く」ということ、もうひとつは「数式または数学的な論理をできるだけ使って論文を書く」ということです。どちらも、論文の著者、例えば私の個性や人間性をできるだけ消して、私でなくあなたでも同じ結論になりますよ、と主張するための体裁として欠かせません。（数学の論文の場合は、実験・観察の役割は、あったとしても小さく、やや例外になっています。）できるだけ数学を使うという方向性は現在も進行中で、例えば実験や観察が困難な生物の進化を論じるときに、確率論やゲーム理論などの数学を使うようになってきています。
この体裁（スタイル）のおかげで科学技術論文の信頼性が保たれ、（最低限の）コミュニケーションも保障されます。これにより、科学技術はどちらが正しいかわからないような論争から脱し、進歩が可能な分野になったわけです。
今、科学技術の論文では、できるだけ個性を消す「体裁」をとり、そのために「実験」と「数学」を使う、という意味のことを言いました。この言い方でお分かりと思いますが、これはあくまで体裁なわけで、科学技術の本質が個性を消すことにあるという意味ではありません。「数学」の本質は、何を数学の対象とするか、何をどのように計算するかの選択、および計算されたことの解釈にあります。これらは、どちらもそれを行う人の個性に左右されます。受験数学ではこれらの要素は考慮されません。短い時間でこれらの能力を見極

めることは不可能だからです。同様に、「実験」の本質は、何をどのように実験するかの選択と実験結果の解釈にありますが、どちらもそれを行う人の個性に左右されます。
ある意味でこれは当然のことで、研究したことを記述する論文の体裁（スタイル）のかなりの部分は没個性化されているとしても研究の計画・遂行自体は個性的ないとなみですから、その記述である論文からも個性的な部分を完全に消し去ることはできません。この個性的な部分は、実験や数学的論理の裏づけのない「暗黙知」の一部分、いわば「ものがたり」であって、荘子が言うように、完全な記述は不可能であり、完全なコミュニケーションも不可能であると考えられます。妄言せざるを得ず、妄聴せざるを得ない、ということです。
科学技術の論文では、最初の Introduction とか最後の Conclusion に「ものがたり」に相当することが書かれていることが多く、そこを読むことによって、著者がどういう見通しの下に研究を行い、そのうちどの部分がこの論文で達成されたと考えているのかをある程度は読み取ることができます。読者は著者の考えに同意することもあり、違和感を覚えることもあるでしょう。場合によっては、著者が何を考えているのか全く理解できないことや、論文本体に示されたデータなどから著者とは全く異なった「ものがたり」を読み取ることも有り得ます。

例（1953 年のワトソン、クリックのＤＮＡの 2 重螺旋構造についての論文の冒頭と結語）
我々はここに、デオキシリボ核酸（DNA）の塩の構造を提案したい。この構造には、生物学的に見て非常に興味深い新しい特徴が備わっている。
（この後に、著者らが提案するＤＮＡの３次元図形としての構造が、かなり数学的に記述される。）
デオキシリボ核酸では必ず、アデニンとチミンの存在量の比、グアニンとシトシンの量の比が 1 にきわめて近い値になることが実験的に知られている。しかし、ここで提案した構造が正しいかどうかを厳格にテストするには、これまでに得られたデータは不十分である。
・　・・・・・・・・・・
我々が考えたこの特異的な対の形成から、直ちに、遺伝物質の複製機構が推測できることに、我々はもちろん気が付いていないわけではない。(It has not escaped our notice that the specific pairing we have postulated immediately suggests a possible copying mechanism for the genetic material.)

この例でも分かるように「ものがたり」の部分のない論文は面白くないし、啓発的でもありません。ワトソン、クリック論文でも上に引用した最後の２行の「ものがたり」が効いています。悪乗りしてこの部分を吉本風の関西弁に訳すと

わてらが考えた特異的な対形成をじーと見てたら、じきに遺伝物質の複製の仕方が何との

一浮かび上がってきまっしゃろ。わてらかて、それに気ィ付いてまっせ。気ィ付いてへん、なんて思わんといてや。わてらアホちゃいまんねん。パーでんねん・・・

昨年(2008 年)、各地で湯川朝永生誕１００年祭の展示がありました。そのときの展示によると、湯川秀樹先生は一度も外国に留学されることなく、中間子の存在を予言する画期的な論文を書かれたということでした。(余談ですが、私は学生時代に湯川先生の授業を受けていますので、湯川秀樹先生と「先生」をつけました。)
当時の物理学の中心であるヨーロッパから遠く離れた後進国日本で、湯川先生は外国から郵便で届く文献を基に独学で最先端の物理を修得され、さらに最先端の地にいる物理学者たちの誰も為し得なかった予言をされたわけです。このとき湯川先生は、最先端の生の情報に接することができなかったという意味でヨーロッパの物理学者より、普通に考えれば不利な状況にあったと考えられるのですが、かえってそのために、最先端の物理学が湯川先生に伝わるときに「暗黙的了解」の部分が抜け落ち、湯川先生はご自分の力で該当する部分を埋めた。そのために大きな飛躍が生まれたのではないかと思うのです。実際、湯川先生が論文を発表された後、量子力学の指導者であるボーアが来日した折に湯川先生がご自分の理論をボーアに説明したところ、相手にされなかったという有名なエピソードがあります。ボーアの暗黙知が湯川先生の理論を拒否したのであろうと思います。
チャンドラセカールによる白色矮星の質量限界（チャンドラセカール限界）の発見にまつわる話も湯川先生の場合とよく似ていて、いろいろな意味でもっと凄いです。チャンドラセカールは、インドの大学（学部）を卒業した後、ケンブリッジ大学で学ぶために乗ったイギリス行きの船の中で、この発見の本質的な部分をしました。19 歳のときです。そして、イギリスで、この理論を発表したわけですが、指導教官で天文学の世界的権威であるエディントンの非常に激しい拒否にあってしまい、衝突を避けるために研究分野を変更し、アメリカに渡りました（この研究とそのほかの業績により、チャンドラセカールは 50 年後にノーベル賞を受賞します)。
暗黙知はその人の世界観と関わって、いわば全人格的な構造をしているため、それに反することには極めて強い拒否反応を起こすことがあるのではないかと思います。「暗黙知」が害を成す場合の方が話が面白いので、そういう例ばかりあげましたが、そもそも何らかの「暗黙知」を欠いては研究の方針が立たないので、これはどうしても必要です。これに関しては数学も例外ではなく、数式や論理に表されない暗黙知が論文の背後に横たわっています。本来、この講演ではそのあたりのことをユークリッドから始めて話す予定だったのですが、話しているうちに予定とずれてきました。このまま続けます。
別の例では、プランクの量子仮説を使って、アインシュタインが光量子仮説を提唱した 1905 年の論文についても言えます。プランクは同じ年に発表されたアインシュタインの特殊相対性理論が、まだ十分に受け入れられていないときに真っ先に支持を表明したひとりです。ですから、この光量子の論文に関しても、自分自身の仕事に基礎を置いているのですから、

なおさらのこと熱烈に支持しただろうと誰しも想像するところですが、実際には違っていました。「アインシュタインは創造性豊かな科学者である。ときには光量子のような見当違いもするが、ある程度は大目に見るべきである。」という意味のことを公式の文書に書き残しているそうです。プランクから見れば、アインシュタインは自分の量子仮説を理解していない、ということだったらしいのです。同じような例は、他にもたくさんあります。
一般論として「科学者や数学者の創造性は若いときに発揮される」と言われることがあります。これは若いときほど、情報に通じていないせいで、その分野を研究している人々に共通する暗黙の了解に縛られない、それだけに成功した場合には大きな成功となるということで、決して年齢が高くなると創造性が衰えるという意味ではないと私は考えています。
　それはともかくとして、一応、ここまでに言ったことをまとめると、科学技術の論文の体裁はできるだけ正しく情報を伝えるように「実験」と「数学」を用いた書き方をするが、それでもその範囲に収まらない部分があり、その部分では多様な解釈を許さざるを得ない。当然、著者の言いたいことが誤読されることも多く、誤読の中には正しい方向への間違いもありうる。もちろん、著者の意見の方が正しいことも多い。これは生物の遺伝が大部分は正しく伝わり、そのおかげで生命の継続が可能になるのですが、時々は間違って伝わるようになっていて、そのことが生命の進化を可能にしている、という構図に良く似ていると思います。
以上が私から車大工の輪扁老人への返事というわけです。
　今度は昔のギリシャの話をしましょう。古代ギリシャの哲学者と言えばプラトン、プラトンの先生だったというソクラテス、プラトンの弟子だったらしいアリストテレスあたりの名前は誰でも知っていますが、実はソクラテス以前に、パルメニデス（紀元前５００年くらい）というもっと凄い人がいました。パルメニデスの哲学の基本は「有るものはどこまでも有り、無いものはどこまでも無い。」ということです。つまり「有」と「無」は根本的に相違する状態で「有」が「無」に転化することも、「無」が「有」に転化することも決して無い、というのです。物理学の基本である「エネルギー保存法則」はパルメニデスの思想の現代における後継者といえます。それだけではありません。パルメニデスの思想からは実にいろいろの子供が生まれてきます。まず、「有」と「無」が相互に転換することがない、ということから「変化は存在しない。存在するように見えるのは全てまやかしである。」とパルメニデスは断言します。なぜなら「変化」とは有ったものが無くなり、別の今までは無かったものに置き換わっていくことを言うのだから、というのです。また、知識も増えたり減ったりしない。知識が無い状態から知識が有る状態への転換は有り得ないからです。とくに、人にものを教え、教わる人の知識を増やすこともできません。この考えはプラトンの「メノン」（岩波文庫）にでています。ここでも中国とは意味合いが違いますが「コミュニケーションの不可能性」が主張されます。今、聞いてられる皆さんは「そんな、バカな。パルメニデスの理論は狂ってる」と思うでしょうが、当時のギリシャの人々は、パルメニデスの考えを真剣に受け止め、それと現実とをどう折り合わせるかを苦心し

て考えました。そこから生まれたもののひとつが原子論です。
近代の原子論が生まれる遥か昔に古代の原子論がありました。パルメニデスの思想と変化が現実に生じることを折れ合わせるために、すべての物質は「原子」と呼ばれる小さい粒子からできていて、原子はそれ以上分割できず、変化せず、無くなることも新たに生じることもないとしました。原子にはいろいろな種類があり、変化が生じるように見えるのは原子の組替えが起こるからであるとしました。人間の赤ん坊は生まれたときは小さいのに、だんだん大きくなっていきますが、それは赤ん坊がいろいろな食べ物を食べて食べ物、たとえば野菜、を構成している原子を体の中に取り入れて、野菜を構成していた原子が赤ちゃんの体内で組み替えられて、赤ちゃんの体になっていくからであると考えるわけです。
英語のアルファベットのＡＢＣは２６種類しかありませんが、その並べ方を変えるだけで全く異なるいろいろな文章になりますが、それと同じであると考えるのです。興味のある人は「物の本質について」というローマ時代のルクレティウスの書いた古代原子論の本が岩波文庫の青帯に入っていますから見て下さい。
原子論は、この後、いったん忘れ去られ、近代になって復活しますが、そのとき近代の科学者たちは古代の原子論から大きな影響を受けました。言わば、こっそりカンニングしたわけです。
さて、それでは知識は新たに獲得されることはない、というもうひとつの結論は、どのように考えたらよいのでしょうか？それには「知の原子論」とでもいうべきものを考えたらいいのではないかと考えた人たちがいて、それを実行したのが、ユークリッドの「ストイケア（原論）」です。ストイケアという言葉には「原子」「元素」という意味もあります。英語の Elements に相当します。
ストイケアは平面図形についての本と言ってしまうと間違いですが、大きな間違いではありません。皆さんが中学、高校で勉強した平面図形の証明の組み立てはこのストイケアが原本になっています。しかし、肝心のところが違うのでそれを今から話します。
第１巻の冒頭は、序文も説明も何も無くて、いきなり次のように始まっています。
定義　点とは部分のないものである。線とは幅のない長さである。・・・
要請　すべての点からすべての点へと直線を引くこと。有限な直線を連続して１直線をなして延長すること。あらゆる中心と距離をもって円を描くこと。すべての直角は等しいこと。もし、２直線に落ちる直線が、和が２直角より小さい同じ側の内角を作るならば、２直線が限りなく延長されるとき、内角の和が２直角より小さい側でそれらが出会うこと。
共通概念　同じものに等しいものは互いにも等しい。もし、等しいものに等しいものが付け加えられたならば、全体は等しい。・・・・
これらを言わば「知の原子」と見て、これらの組合せだけから幾何学（数学）の体系を組み立てようとしたのが、ストイケアでした。従来の日本における幾何教育ではこの観点がすっぽり抜け落ちていたのですが、ヨーロッパの知的伝統ではストイケアの影響は極めて

大きく、「聖書の次によく読まれた本」と言われるくらいです。例えば、ニュートンは主著プリンキピアをストイケアに倣った構成で書いています。要請にあたるのがいわゆるニュートンの３法則です。ニュートンと同時代のライプニッツが、早くもこの時代にコンピュータを構想したと伝えられています。ストイケアの精神は見方を変えれば、思考の自動化まで、あと一歩ともいえるわけです。通常、デカルトに帰せられる「分析的思考」の原点はストイケアにあると思います。デカルト自身、間違いなくストイケアからこの精神を学んだでしょう。

このようにして、「知の原子」により限定された範囲内ではコミュニケーションを確実にする方法が発見されたということは、極めて大きな意味を持ちます。まず、数学は現在でも、基本的にストイケアと同一の公理的方法で記述されます。ただし、直線や点を基本概念とするのではなく、集合と写像と自然数を基本とするようになりました。論理的にもずっと厳格になっていますので「ストイケアと基本的に同じ」という言い方では数学者の賛成は得られないでしょうが、今はそこまで細かい議論をしているわけではありません。数学を論理的に突き詰めていくことを「数理論理学」といいますが、２０世紀になって、この分野の研究者の中から、コンピュータを構想し実現に向けて大きな足跡を残した人々（フォン・ノイマンやチューリング）が現れたのは偶然ではありません。チューリングは数理論理学の問題を解く過程で、現在「ユニヴァーサル・チューリングマシン」と呼ばれている概念を導入し、これが現在の汎用コンピュータの理論的基礎になりました。チューリングは、いわば、ライプニッツの後継者です。ストイケアの精神は現在の我々の生活の中に生かされています。強引にタイトルに結びつければ、ストイケアをそのまま継承するのでなく、別のものを読み取る、つまりは次々と誤読していく連鎖の果てにコンピュータも出現したといえます。

数学の世界ではコミュニケーションを確実にする方法があり、そのため全世界の数学者が何が証明され、何が未解決かという基本的なことで確実な合意が得られるようになっています。これは、数学自体をコミュニケーションの道具として使えるということを意味します。そこで、数学の外でも、数学を使えるところでは、できるだけ数学を使うことにより、コミュニケーションをより確実にすることができます。さまざまな分野において数学を使えるところではできるだけ使う、という方向の整理が行われ、それは現在も進行中ということです。

最後、駆け足になったあたりが、私がもともと話す予定だった部分の概観です。いずれにせよ、これで私の話は終わりです。妄言を妄聴して戴き有難う御座いました。

（まばらな拍手）