



教育界は思考停止中!

驚きました。

「コロナ休校、成績との相関なし 全国学力調査」

朝日新聞 9月21日

今年度の全国学力調査の結果がまとまった。昨年の新型コロナ感染拡大に伴う一斉休校の期間と成績に相関関係はみられなかった。文部科学省は、休校期間の長い学校は補習などに取り組み、学習の遅れを取り戻した結果と解説する。(詳細は文科省のHPにあります)

何と、コロナ禍があっても、一斉休校があっても、オンライン授業や補習授業が行われていたから、生徒たちの「学力」の停滞は発生しなかった、というものです。

それでも、その記事の最後に、コメント

石井英真・京都大准教授(教育方法学)の話 昨年の一斉休校の影響は、測りやすい学力調査の結果よりも、学校行事が中止され授業でも体験が不足したことで、後年になって理解や思考力などで困難が現れる可能性がある。国は子どもたちの生活環境や心理面に関する調査を継続的に実施し、特に家庭環境が厳しい子どもたちへの手当てをする必要がある。ICT(情報通信技術)の活用状況の差が出るのは、自治体の首長や教育委員会の姿勢によるところも大きい。自治体間で取り組みを共有する仕組みをつくるべきだ。

とあるのは、ささやかな救いです。

さらに、同じ日の「ダイヤモンド・オンライン」には、塾選びを感わず「合格者水増し」疑惑も噴出!

臨海セミナー事件が映す塾業界の闇

が掲載されました。

ここで、微妙ではあるが本質的な用語法によるごまかしを指摘しておかねばなりません。文科省は「即興力」調査ではなく、「学力調査」を行ったと言うのです。文科省は、自らが強行した「学力調査」によって、コロナ休校は成績と相関がなかった、言い換えれば、彼らの言う学力は、コロナ休校で低下していなかった、と言っています。とんでもないごまかしです。

『春夏秋冬 396号』では中学数学教育が大きく後退しており、『春夏秋冬 397号』では今春の公立高校の数学の入試問題を詳しく分析した。

結局、「即興力」調査によって、「即興力」が低下していなかった、と言っているに過ぎません。我々は、現代が要請する主要な知的能力は「知的創造的能力」であり、その実態が学力だ、と理解しています。研究開発の実体を理解せず、実績もない人が考え出した壮大な虚構空間の出来事です。

現代の主要な教育目標は、日に日に「知的創造的能力」に集約されている。そうした時代に、未だ「四技能英語力」という「即興力」教育を主張している人が多くいる。10月3日TBSテレビの「ガッチリマンデー」で、

中国生まれ日本育ちのAI音声認識・文字列変換ボイター(VOITER, 中国企業iFLYTEK)が紹介された。文字列があれば、音声変換は既に正確に行われている。一方、文法的に正確な言語間の翻訳は、殆ど完成している。「四技能英語能力」は風前の灯火だ。38年前には、筆者の拙い英語力でも、米国での45分間の論文講演・討論は十分受け入れられたし、米国での共同研究の誘いさえあった。「Japan as Number One」という時代背景がそうさせたのだ。「即興力」養成によっては、何一つ現状の閉塞を覆すことなどできない。

東大・京大や国・公立の医学部合格を目標とする教育が、この国の学力後退の元凶であることは、既に明らかとなっています。現代が要請する実質的な学力は「知的創造的能力」そのものであり、それが主要な教育目標になっていることは、『春夏秋冬』で何度も繰り返し主張し、論証も行ってきました。そうしたことに眼を瞑り、「即興力教育」に若者を追い立て、挙句の果てには、国際的な大学のランキングは中国・欧米どころか韓国・香港・シンガポールさらにインドなどアジアのいくつかの国にも大きく差をつけられてしまいました。

筆者は、これらの国においても科学技術が順調に進展している、とは決して考えていない。これらの国は、日本以上に目の「即興力」に集中した教育・学習に専念しており、その集中度において日本を遥かに凌ぐことによる一時的なアドバンテージを獲得しているに過ぎない、とみている。中国やインドでは、1日に12時間以上生徒を拘束して授業を行う中等教育学校が多数ある。中国では、塾の規制が始まっているが、学校自身は単純な競争と選抜の論理に振り回されている。あらゆるところで、後発組の優位さを示しているにすぎない。20年後を占めるのは、「知的創造的能力」の基礎となる基礎科学力だ。彼らには、まだそれが不十分であるし、わが国は、それが大きく後退してきたのだ。

何度も書いてきましたが、わが国において、若者の尻を叩いて「競争と選抜」に勝ち抜くように教育しても、あるいは研究・開発費を倍増しても、決してこの国の「知的創造的能力」の結晶である評価の高い(特に基礎科学分野の)研究論文の絶対数が大幅に伸びたり、革新的な技術開発が行われたり、結果として労働の生産性が大きく伸びたりは絶対にしません。この国の風土は既に腐敗し、改革は困難を極めます。

菅政権が学術会議の会員を一部拒否をしたまま、新政権に移行しました。学術会議は、科学者の国会のようなものです。政権は学術会議の決定、即ち、科学者の総意に従う義務はありません。しかし、学術会議は、科学者内の民主主義によって運営され、委員も選抜されます。学術会議自身への介入は、政権の越権行為であり、許されるものではありません。菅政権が、パンデミックに全く有効に対応できなく、短期政権に終わったのは、科学を理解しない政権の必然的な結

末だった、と言わざるを得ません。

第1次安倍政権で官房長官、第2次安倍政権で厚生労働大臣を歴任した塩崎恭久氏は、次のように言っていた。

システムではなく、医系技官の皆さんをはじめとする厚生労働省の発想が必ずしも科学的じゃないことにある。例えば、専門家による分科会が開かれる前に、政府の結論が出ていることには違和感を感じざるを得ない。

科学の側からの意見はきちんと聞いた上で、採り入れるか採り入れないかの判断をする。その経緯をもう少し、国民から見えやすいように工夫した方がいい。

与党の人からも批判は出ています。当然のことです。さらに安倍元首相の2014年のOECD閣僚理事会での「学術研究を深めるのではなく、もっと社会のニーズを見据えたもっと実践的な職業教育を行う。そうした新たな取り組みを、高等教育に取り込みたい」との発言は、科学技術に対する浅薄かつ時代錯誤の認識で、救いようがありません。

この世界と日本は、数々の多面的な危機(後で記す)を迎えつつあり、政府が科学的根拠に乏しい恣意的あるいは党派的に打ち出した政策の下で、事態が順当に進行することなど、絶対にありえません。政府も官僚もそうした危機に対峙するだけの資質を欠いています。多くの国民は、それをよく観察しているはずですが、自らは、その場限りを何とか乗り切れば安泰だ、という考え方に陥っています。そうした反映として、教育・学習が「即興力」に流され、基礎科学力の後退、科学技術力の後退、生産性の後退へと結びついてきました。続きは、「筆者の妄想？」をご覧ください。

塾からのお知らせ

1 時代は、一人一人が自律的で知的創造的な存在であることを強く要請していますが、日本は、少子高齢化と人口減少の中で、低学力・低学歴社会となっています。

2 当塾は、それぞれの塾生の学習戦略を、個性を尊重して個別に話合せて決めます。やむを得ず個人指導となることはありますが、しかし、教育も学習も、社会的な活動であり、協働学習のメリットを無視しては、優れた個性は絶対に育ちません。教室にとって、複数の生徒の存在と、教師の事前の万全の準備は、創造性教育の不可欠の条件です。

3 塾を休む時は、必ず保護者からご連絡ください。
授業は(話合せて決めた)定刻に始まり、定刻に終わります。学習は、児童・生徒の本分であり、最も重要な活動だからこそ、リズムカルに楽しく続けます。

4 塾の月謝は、前納制です。月末に月謝袋をお渡しますから、当月の月謝は、最初の塾の日に納めてください。必ず、領収書を発行しますから、その日に確認してください。

塾生募集中 募集中のコース

詳細は、当塾のHPの最新の募集ピラをご覧ください。
不明な点は、電話でお尋ねください。
現在、中3は募集停止中です。

筆者の妄想？

1 9月11日の朝日新聞の記事

「第4のメガバンクめざす北尾氏

進めた拡大路線、地銀8行と提携」

には、次のように書かれていた。

SBIホールディングス(HD)を率いる北尾吉孝社長は、「第4のメガバンク」を掲げ、地銀との提携を矢継ぎ早に進めてきた。

「これからの日本はものづくりではなく、金融立国でなければならない」。8月27日、北尾氏は朝日新聞の取材にそう力説した。「第4のメガバンク」構想を打ち出し、地銀8行と相次いで資本業務提携を締結した。「地元の金融機関の役割を維持しながら、全国的な展開をしていくのが次のステージだ」と強調。ATMやシステムを共通化し、全国の金融機関に広げる考えを示した。

「金融立国」とは、「金融業を振興・発展させたり、金融システムを整備したりすることで国の繁栄を図ること」だそう。社会制度がデジタル化する中で、零細金融業が淘汰されるのは、理解できる。しかし、どうしてそれが、「ものづくり」や「健康・安心安全」の国ではなく、「金融立国」となるのか、筆者には、理解できない。金融に先立って、あるいは金融の背景には、「ものづくり」や「健康・安心安全」、そして「生きがい・文化」など価値を生み出す人の活動・労働が必ずあるのではないのか。この国では、今その社会の土台とも言うべき価値を生み出す活動が極めて脆弱になっていることこそが問題ではないのか。

「金融立国」の考えは、この国のデフレスパイラルを国債(国の借金)の大量発行による物価・賃金の上昇によって解決する、とする一部の人の考えに通じる。

勿論、当然のことながら、一方で、その真逆の「令和の日本は金融立国の妄想を完全に捨て去ろう。リーマンショックが教えてくれた金融技術の限界」(大垣尚司青山学院大学教授)を主張する人たちも多数いる。氏は言う。

サブプライム問題から学ぶべきことは多い。その筆頭に挙げたいのは、金融ビジネスは富をつくり出せるという幻想を完全に捨て去るべきだ。そもそも、金融の本質は資金の仲介にすぎず、自ら投資商品を製造することなどできない。

これが正論ではないのだろうか。

2 筆者は経営はおろか、経済について全くの素人であり、しかも、私生活では、赤貧に甘んじている。したがって、筆者の問いかけは、専門家の中では、無知のなす単なる杞憂あるいは無学に過ぎないかもしれない。

筆者の疑問を整理してみよう。

北尾氏に問いたい。金融だけで、あるいは百歩譲って金融は、現代社会が直面している数々の危機、パンデミック、地球環境(温暖化、各種汚染など)、エネルギー危機、食糧危機、テロリズム、etc.に有効に対処できるとでもいうのか。人類は現在既に、人間としてのその最低限の要件、生命・衣食住・平和・文化が危機に直面している。極端な表現をすれば、このままでは、人類滅亡の危機でもある。それぞれの

要件は、統一的・有機的に作用して、現代社会が機能・発展する。金融は重要な要素かもしれない。しかし、「金融立国」という言葉の背景には、「金融」で利益を出すことを国家の一義的な条件とする、というような意味合いを感じる。もしそうならば、「金融」は現在の危機を突破する力がある、と理解していることになる。これは、とんでもない思い違いではないのか。

3 筆者がこうした言い口に異を唱えるのは、何も金融だけに限ったことではない。教育も全く同じ構造をしている。基礎科学教育を軽視し、「スキル教育」に偏した「即興力」教育を主張する大きな流れが、間違いなくこの国の学力低下・科学技術力の後退・労働の生産性の低下を招いてきた。

ひと昔前ならば、日本は科学技術立国とみんな唱えていた。戦後の復興、高度成長、Japan as Number One、そして今世紀に入って世界で2番目に多くのノーベル賞受賞者を輩出してきた。しかし、毎号の『春夏秋冬』で書いているように、今ではその影も形もない。

真鍋淑郎氏は90歳であり、気象学は地球物理学の一分野である。

ICTとAIが高度化・浸透し続けている現代において、人には、「即興力」ではなく、AIやAIを実装したロボットだけでは対処困難な多くの「知的創造的な能力」の発揮を要請している。にもかかわらず、政府も、多くの財界人も、人々を「即興力」の担い手と見なすようになってきた。国民は使い捨ての駒と見なすようになってきたのだ。

しかし、労働力市場は、急激に変化を始めている。例えば、次のようなニュースは毎日配信される。

「ネットで買った商品を自動運転車で自宅へ配達、米ウォルマート」

米小売り大手ウォルマート、米自動車大手フォード・モーター、自動運転新興企業アルゴAIは(9月)15日、フロリダ州マイアミなど米国の3都市で自動運転車による配送サービスを開始すると発表した。

現代は、人に、人でなければできない事、人がやってはじめて意義があることができる能力を求めている。その一つの軸が「知的創造的な能力」であり、それが現代が要請する主要な教育目標となっている。

4 話題を転換して、「ドラゴン桜」からは、何も学べないことを述べよう。

TBSドラマ「ドラゴン桜」は、数年前の放送時もこの初夏の放送でも、全て面白く見させてもらった。今回のドラマは、漫画「ドラゴン桜2」を基に制作された。西岡壱誠氏(現役東大生)は、初めから「ドラゴン桜2」に深くかかわっていた。筆者は、漫画は読まない。

「ドラゴン桜」に学ぶ 東大メンタル

西岡壱誠、中山芳一著 日経BP2021年5月初版1刷
教育学の中山氏(岡山大学准教授)はこの共著の本を書くことによって、西岡氏とかかわった。

その本の「はじめに」の中で、中山氏は、

世界各国でのこれまでの研究から、非認知能力には、認知能力を支える役割があることが分っています。非認知能力が高ければ、認知能力も高くなっていけるという関係性です。つまり、「非認知能力が高ければ → 認知

能力が高くなりやすい」。これを、次のように言い換えてもいいでしょう。「メンタルのちからが強ければ → 学力が上がりやすい」。

逆に、「認知能力が高ければ非認知能力が高くなる、わけではない。」といわれています。つまり、「学力が高いからと言って、メンタルの力が強いとは限らない」ということです。

・ ・ ・ 東大に合格するような高い認知能力を持つ彼らは、高い非認知能力もまた備えていたのです。

一体なぜ? その疑問に対する答えは、彼らが口をそろえた「勉強をやらされたことがない」という成長プロセスに隠されている。

(余計なことだが、中山氏の「→」の記号法は理解困難である。)

と書いている。

教育学者だけでなく、誰でも、優れた非認知能力は教育にとって極めて重要である、と認識している。当塾の募集ビラでも、5年前から変わらず、

児童・生徒・学生に、自律的な確固とした意思と強い意志を求めることは、教育の大前提です。それは、幼少の頃から続く非認知能力の根幹にかかわり、優れた教育は、優れた非認知能力を前提とします。子供たちを長期的な展望の下に、一貫して大切に育てなければなりません。目先の事態への瞬間芸の修得である入試対策は、それを阻害します。と書いていた。

中山氏は「やりたくないことでも結果を出す技術」を「4つの壁」の超え方という形でこの本を書いた、と言っている。

私事で恐縮だが、筆者も親に「勉強せよ」と言われたことはなく、勉強が苦しいと感じたことも一度もなかった。さらに、どの程度正確かは分からないが、共同研究などで親交のあった数十人(殆どは博士の学位を所持、その内、東大卒は6人)の中では、親に「勉強せよ」と言われた人は一人もいなかった。そして、殆どの人は、受験勉強は苦しかった、と言っていた。「4つの壁」の超え方は、役立つのかもしれない。

当塾は、5年前から変わらず、同じ募集ビラの「当塾の考え」として以下の様に書いてきた。

偏差値(Standard Score)やIQ(知能指数: Intelligence Quotient)は、記憶力やそれに基づく「即興力」を評価するもの、いわば脳のハード的な側面を評価するものであり、「競争と選抜」の論理がより徹底するスポーツに馴染みます。現代が人に要請する教育の主要な目標「知的創造的な能力」とは、全く異質の指標であり、「即興力」の向上のみを目指した努力は、教育目標の達成を困難にします。現在は、人間の歴史のなかで獲得された文化を担う創造的な脳の働き方、即ち脳のソフトが問題です。学力後退は、間違いなく私立六年一貫校の隆盛と歩調を合わせるように進行了。 「知的創造的な能力」の源泉は多様な個性・環境であり、その原動力は既に存在する基礎科学に対する「創造性教育」にあります。「平易な難問」(物江潤氏)に取り組んでも、何も得られません。

最近、東大の評価に、ベンチャーを起業する在校生・卒業生が多数いる、ことを挙げる人が多い。そのこと自身は、高く評価しなければならない。しかし、何度も『春夏秋冬』で指摘した通り、それらの多くは単なる隙間産業や、せいぜい年商二三十億円どまりで、最後には、大手に売り抜けるような企業が殆どである。ベンチャーがGAFAのような巨大企業に成長するためには、無数の優秀な科学者・技術者の創造的な能力を結集しなければならないことも、忘れてはならない。基礎科学教育は、そこに深くかかわる。

5 現代においては、関係「知的創造的能力 ≈ 基礎科学力 → 科学技術力」は明確である。

しかし、技術に近ければ近いほど、その知的産物は、非公開や特許等によって一部の人のための利益に寄与するように囲い込まれる。技術開発についての論文においては、従来からもキーとなる手法の一部を伏せた形で、発表してきた。技術に関する論文では、論文を読んだだけでは、容易には再現できないことは日常的に起こっている。先端技術は、市場での独占が確立した段階で、その原理が公開されることの方が多い。一般には、意識的に伏せていることの方が多い。

多くの工学系の学会、その中での部会、その中での研究会などでは、初めに、「特許・知的財産権」等の取り扱いが議論される。殆どの議論は、常に特許と隣り合わせの議論だからだ。

社会科学系では、初めから、国や民族の利益と深くかかわりあっている。利害がぶつかり合うのだ。社会科学は、「普遍性」の尺度を持った「科学」という力で、進歩と調和に寄与しようとするものだ、と理解できる。

さらに、厳しい国際的な緊張が進めば、基礎科学分野においても、論文等による全面的な公開にブレーキがかかる可能性が出てくる。「全てを論文で公開する」とする基礎科学分野の暗黙の原則が、大きく崩れる可能性が増大している。技術と基礎科学の境界は必ずしも明確ではないのだ。一見、基礎科学に属し、直ちに応用や技術化が進まない、と思われる事実・法則が発見されても、直ちに論文等で公開する、ということが行われなくなる可能性が大きくなっている。科学の進歩には、平和(安全保障)や国際協調の原則が欠かせない。逆に平和や安全・安心な世界を作るには、科学の進歩が欠かせない。

こうした時代において、何もかも失いかけている日本は、今どんな戦略をとるべきなのか、しっかり考えなくてはならない。科学技術の振興は、基礎科学の進展に基づいて起こる。現代の主要な教育の使命は、どんな技術開発が必要になったとしても、それに対応した創造的な基礎科学的能力を維持・発展させることができる能力を育成することだ。技術の動向がどのように動いても、十分それらに対応できるような科学的レベルを維持・発展させ続けることが、生き抜く力の源泉であり、安全保障でもある。「日本はお呼びでない」という事態は、避けなければならない。

創造性はどこから

1 人々の多様性は「知的創造的能力」の重要な源泉の一つであり、「知的創造的産物」たる科学・技術の歴史はもう一つの母体である。科学史から学ぶことは無数にある。科学を学ぶとは、出来上がった科学の体系を学ぶだけでなく、その成立の歴史を学ぶことでもあるのだ。

「宇宙を解く唯一の科学 熱力学」 ポール・セン著

水谷淳訳 河出書房新社 2021年6月30日初版発行

原題は「Einstein's Fridge : How the Difference Between Hot and Cold Explains the Universe」で、原題の方が内容

をより忠実に反映しているが、筆者は、訳本の題名に魅せられてこの本を買った。

第I部の「エネルギーとエントロピーの発見」と第II部の「古典熱力学」は、よく知られた熱力学史を各科学者の個性(多様性)にまで落とし込んで解釈しており、非常に面白く、かつ極めて意義のある展開(これぞ科学史)である。その結びは、熱力学の第二法則のボルツマンの統計的解釈である。

第III部の「熱力学の様々な帰結」は、主に20世紀に入ってから、熱力学的な原理が、現代科学とどうかかわっているかを解説している。その中には、筆者が知らなかったことも少し含まれていた。それを含めてコメントする。

2 (第III部)第13章の「量子 プランクの変心」。古典熱力学とその拡張を結ぶ話題だ。それを理解するためには、電磁気学による電磁波の放射についての基礎的な理解を不可欠とする。しかも弦の振動の方程式が解けなければ、全く意味を理解することはできない。

大学2年生までの人は、是非、拙著の講義ノート「電磁気学メモ」を参照頂きたい。円筒状の容器の中で発生する電磁波は、弦の振動と同様の境界条件で波動方程式を解くことに相当する。さらに弦の振動については、拙著の講義ノート「フーリエ解析と偏微分方程式」(どちらも、当塾のHPにある)を参照頂きたい。ここには、弦の振動を解いた具体例を示している。そこでは「宇宙を解く…」よりほんの少し進んだ展開が見られるだろう。

プランクは黒体輻射を通して、「量子」の考えに到達した。それによって、第二法則についてのボルツマンの統計的解釈が確立した。

第14章「砂糖と花粉 アインシュタイン、熱力学に魅了される」。1905年の特殊相対性理論の帰結として、 $E = mc^2$ が熱力学の第一法則となっていることを示した。

第15章「対称性 ネーターの定理、アインシュタインの冷蔵庫」。第一法則が「ネーターの定理」で明らかにされる。

「微小変換による Lagrangian の不変性(対称性)は

$$N(\text{Noether charge}) = \sum_{j=1}^n \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_j} \delta q_j$$

が時間的に一定であることを示している」。

即ち、保存則は対称性から出てくる。

第16章「情報は物理的である シヤノンと情報エントロピー」。書き出しには、次のように書いてある。

あなたがインターネット検索をするたびに、海や大気はほんの少しずつ暖かくなる。Googleで100回程度検索するのに必要なエネルギーがあれば、一杯の紅茶をいれるのに必要な水が沸いてしまう。…2030年には、情報通信産業の電力消費量が世界中の電力の20%に達するという予想もある。

情報処理には、莫大なエネルギーが消費されるのだ。未だにデジタル処理は、省エネだと勘違いしている人が多い。多方面の基礎技術開発は喫緊の課題なのだ。

シヤノンによる情報のサイズの公式は、

$$H = - \sum_i p_i \log_2 p_i$$

ボルツマンによるエントロピーは、

$$S = -k_B \sum_i p_i \log p_i$$

ボルツマンのエントロピーの考えは、古典物理学の範囲で十分理解

できる。拙著「熱学メモ」(当塾のHPにある)を参照されたい。

二つは形だけでなく、同じ内容を表現しているようだ。

第17章「悪魔 マクスウェルとシラードの思考実験」。マクスウェルは「エネルギーとエントロピーと情報のつながりを始めて考察した。」とある。

マクスウェルは「マクスウェルの悪魔」の思考実験を行った。シラードはそれをさらに単純化した「シラードの悪魔」において、1ビットの情報を得るだけで、永久機関は作れてしまう、と考えた。

IBMのランダウアーは1961年の論文で、以下の様な問題を提起した。

「より高速でより小型の計算機を追求していくと、そのまま次のような疑問につながる。その方向での進歩にはどのような究極の物理的限界があるのだろうか？」

「ランダウアーの限界」

ビット処理技術がどんな進歩を遂げようが、ビットを消去すると少しだけ温かくなる。では、どれだけ温かくなるのか？ 地表での常温の場合、完璧なメモリーから1ビットの情報を消去すると、1京分の1ジュールのさらに10万分の3の熱が放出される。

2012年以降、世界中のいくつもの物理実験室でこの限界値が実証されている。そして、宇宙のエントロピーを増大させずに思考できる機械を作るとは、原理的に不可能であることが明らかとなった。

大腸菌は、1ビットの情報を処理する際に消費するエネルギーは、人間が作った情報処理装置に使われるトランジスターの1万分の1であることが分っている。

実際のトランジスターはその100億倍の熱を放出する。それでも、1ビットの消去に伴って拡散する熱の理論的最小量が分ったことは、とても重要なことである。ここに、 $H = -\sum_i p_i \log_2 p_i$ と $S = -k_B \sum_i p_i \log p_i$ は統一されたのだ。

第18章「生命の数学 チューリングと自然界の形」。チューリングの生物の「形態形成」の理論とルイス・ウォルパートの「位置情報理論」が紹介され、それらは、「わずかなゆらぎから自由エネルギーの拡散によって現れる」と結んでいる。

第18章は、急速に進歩している生命科学と熱力学第二法則の関係を議論している。形態形成の議論の中で、p.285で「日本の研究者も、エンゼルフィッシュやゼブラフィッシュの縞模様はチューリングのメカニズムによって作られていることを、説得力のある形で示した。」とある。非常にさみしいことだが、この本で、p.229のパールハーバーの日本軍は別にして日本人が出てくるのは、ただ一か所、ここだけだ。(筆者の読み飛ばし、あるいは単なる記憶違いかもしれない。その時は、読者にお詫び申し上げる。)

第19章「事象の地平面 ベッケンシュタインとホーキングのブラックホール理論」。1971年にホーキングは「事象の地平面の面積とエントロピーの間に類似性があると指摘する論文を発表した。しかしブラックホールが熱を放射することはありえず、したがってエントロピーをもっているはずはないのだから、これは単なる偶然の一致」とした。

ホーキングは1942年生まれで、29歳のときにこの論文を書いた。

エントロピーが増えればブラックホール内部のエネルギーが増え、質量と事象の地平面が大きくなる。ベッケンシュタインは、「ブラックホールのエントロピーが増えれば、必ず事象の地平面の面積が大きくなる」と主張した。要するに、事象の地平面の面積は、エントロピーに例えられるという

だけでなく、エントロピーの直接的な尺度となっている。

ベッケンシュタインは1947年生まれで、この論文を1972年に発表した。ホーキングもベッケンシュタインも、殆ど筆者と同世代であり、筆者(1943年生まれ)と大学・大学院・研究室も同じ友人は、現在でも一般相対性理論の研究を続けている。

筆者の専攻は「原子核理論」であり、原子核は安定した核子(陽子、中性子)の多体系であり、殆どの振る舞いは非相対論的であり、ましてや一般相対性理論とは無縁の議論が中心であった。筆者は、一般相対性理論や宇宙論の本を十冊(ディラックの文庫本、ランダウーリフシツの場の古典論などを含めると20冊)あまりに目を通し、多様体についてのテキストも少しは学習したが、いずれも十分に理解しているとはとても言えず、基礎は若い間に修得しておかねば、身につかないことを悟らされている。

GPSは重力効果を考慮しなければ正確な位置情報を得ることはできないし、ビッグバン・宇宙背景放射などは我々の日常生活や現代の技術と深く結びついている。すでに、現代の最先端の技術開発には、量子力学や一般相対性理論(これらはいずれも20世紀中盤に確立した)の基礎的理解を前提とする状況になっているのだ。

3 この本「宇宙を解く……」が教えている通り、基礎科学は、進めば進むほど、その広がり、当初想定した分野をはるかに超える。全ての科学史は、そのことを雄弁に語っている。読者には、出来たら、この本を読む前に、以前にも何度も紹介した、「科学の発見」(スティーヴン・ワインバーグ著)を先に読んで頂きたい。科学は、何度も「コペルニクス転回」を行って発展してきた。AIがいくら発展しても、人の社会が続く限り、人の「知的創造的能力」は、何時までも欠かせない。だからこそ、「知的創造的能力」の育成・修得にとって、科学史はその源泉の重要な要素となっている。

筆者と同様、多くの凡才も、そして、過半の人が、結局は研究開発に関連する労働につく時代になる。研究者は、研究テーマが決まってくると、文字通りの「横を向く暇もない」ほど忙しくなる。教育目標を「知的創造的能力の育成」に置くのなら、大学学士課程あるいは、大学院修士課程までは、広く基礎科学全般の学習に集中しておくべきだし、大学院で研究テーマが確定した段階でも、基礎科学全般の動向には意識的に注意を怠らず、常に理解を深めておく努力を続けなければならない。

さらにこの本は、熱力学をはじめとする基礎科学の進歩・発展を、論理的・思想的側面を軸として展開しているが、重要なことは、必ずそれぞれに対応した観測・実験がその基礎にあることを示していることだ。端的に言えば、自然科学的な事実・真実に即して、科学の論理的・思想的展開が行われている。当然のことながら、自然科学は、自然自身を基礎に成立する。勿論、社会科学は、社会自身を基礎に成立する。自然や社会の実験・観測・調査・試行は、科学の成立の必須条件である。

それは、科学の教育においても同様である。したがって、科学の教育・学習においては、そうした製作・栽培・培養、実験(試行)・観察・観測・調査・見学、資料の整理などは不可欠の要素である。オンライン教育は、一時的・緊急避難

的・補完的・特殊課題についてあり得ても、科学教育の目標達成には、極めて限定的な効果しか期待できない^{えいせい}似非教育に過ぎない。

コロナ禍で、学力後退が観測できなかつた、という文科省の主張は狂気の沙汰と言わざるを得ない。

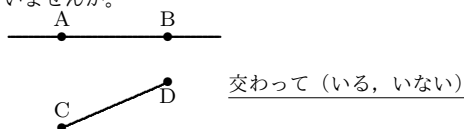
現実性ある授業

1 コロナ禍にあつて、教育はますます、それなりに優れたマニュアルに従つて、受験偏差値あるいは「即興力」を向上させることの様に理解されるようになってきた。本誌冒頭の文科省の「コロナ休校、成績との相関なし」の記事はそのことを如実に物語っている。バカの再生産では、現代の課題に何一つ答えることはできない。現代が要請する主要な教育目標に応えるためには、人(児童・生徒)の多様性、個性・能力を最大限活用した教育こそ不可欠である。

当塾の授業の姿を、当塾のHPで紹介している「小テスト(pdf)」で再度議論する。小学5年生の春の児童に対応している。その位置づけは、『春夏秋冬385号』で一度議論した。この文章を読む前に、ぜひ『春夏秋冬385号』の6~7ページを是非読んでおいていただきたい。

ファイル「小テスト」の1ページの①について、簡単に以下の様子書いた。

① 図のように2つの直線、直線ABと直線CDがあります。2つの直線は交わっていますか、それとも交わりませんか。



殆どの生徒は、「いない」に○をつける。生徒同士話し合う。その後、正解は「いる」であることを告げ、直線・線分・半直線、平面図形・空間図形の明確な使い分けを説明する。そして、算数・数学は、「言葉」(数式を含む)を明確に約束(定義)しておかねば、その上の構築物(数学)には、殆ど価値がないことを確認する。図は、そうした数学の構築物の影のようなもので、全ては言葉で表現される。同じ図でも、内容は全く異なることもある。

この「小テスト」(pdf)には、

協働学習のための無数の仕掛けをしている。

協働学習と協同学習を殆ど同じ用語として用いることが多くあるが、以後明確に区別する。

「協同学習」はメンバーが同質的な役割を持ち、課題に効率よく取り組む学習であるのに対して、「協働学習」は異質な他者と関係を結び、共通の目標や課題に向けて関係を構築していく学習である。

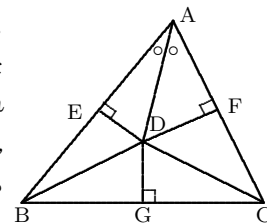
上記の説明に、余裕を持って対応する生徒が一人でもいれば、以下の議論を行う。

2 『中学数学基礎』から、引用する。

「すべての三角形は、二等辺三角形である」と以下のように証明した。誤りを指摘せよ。

△ABCの内角Aの二等分線と、辺BCの垂直二等分線との交点を図のようにDとする。

点Dから辺ABへ下ろした垂線の足をE、辺ACへ下ろした垂線の足をFとすれば、Dは∠Aの二等分線上の点であるから、△ADE≡△ADF。よってAE=AF、しかもDE=DF。



また、Dは辺BCの垂直二等分線上の点であるから、DB=DC。よって、△DEB≡△DFC。したがって、BE=CF。したがって、AE=AF、BE=CF、からAB=AC。すなわちすべての三角形は二等辺三角形である。(これは有名なパズルである)

解説は要らないだろう。何度も繰り返すが、中学で学習する図形の学問「ユークリッド幾何学」は「作図」を基礎に成り立っている。図形の学習は、正確な作図から始まることを再確認する。

3 この問題から学ぶべきことは、図形の学習では、見かけだけでは一切議論を進めてはならない、ということだ。

1では、数学は、言葉の明確な定義から始まることについて述べた。これは、①を教材として取り上げるときの、最低限の要件である。

さらに、これは、空間図形かもしれない。その場合は、意味が全く異なってくる。余裕のある生徒が一人でもいれば、是非この時についての議論を取り入れなければならない。

しかし、2で書いたように、言葉の議論だけでは、誤った結論が出てくることもある。図のリアリティーが問題だ。即ち、論理的に正しい推論を行っているように見えても、明らかに間違つた議論をする可能性がある。そうならないような保証として、ユークリッドの幾何学には、「定規とコンパスを公法通り使つた作図」に基礎を置くことにしたのだ。

4 「小テスト」(pdf)を用いた授業では、教師は、生徒の能力と集中力に応じて、時間が許す限り、次々と議論を膨らませ、大雑把に言って、中学図形の全ての議論が表に出てくるように授業を進めることが可能となる。“一流”中高六年一貫校に合格するような努力を、基礎的な数学の学習に振り向ければ、多くの児童は、中学数学の殆どの内容を十分理解できるようになる。

「小テスト」(pdf)は、あくまで小学5年の一学期用の教材である。5年の夏休みは、ひたすら分数の四則計算の訓練に充てればよい。互除法による通分の練習も行う。そして、2学期には、文字式、一元一次方程式に進むべきだ。3学期には、一次関数と連立方程式へと進む。

しかし、全ての児童が、こうしたカリキュラムをこなすことができるとは限らない。もっとゆっくりしか進めない児童もいる。能力と意欲を基礎に、学年の壁を取り払って、多様なクラスターを作り、全ての生徒に充実した学習時間を提供する。算数・数学の学習には、もともと理科のような現実との接点のための製作・栽培・培養、実験(試行)・観察・観測・調査・見学、資料の整理などは比較的少なくて済む。小・中学・高校生に伝えたいことは無数にある。当塾で、一緒に学習しよう。