



もう初めよう!

6月23日、当塾のHPには、以下の様に書きました。

朝日新聞(6/23)は、「2025年以降の大学入学共通テストをめぐり、文部科学省が、国語・数学での記述式問題導入と英語民間テストの活用を断念する見通しとなった。今夏にも正式決定する。かつての入試改革の二枚看板は、導入見送りがほぼ確実となった。」と報じました。

もともと、国語・数学の記述式でないテストで、一体何が検定できるというのか、確たるものは何もありません。短時間で題意を読み取り、既に訓練した解法を適用し、正解を選択する、という形式では、これからの知的能力に最も必要とされる創造性を検定することなど全くできません。

またもともと、「英語四技能」という「即興力」が、共通テストに何らかのかかわりを持つこと自体が奇異なことです。大学教育にある程度の「英語四技能」が不可欠である、というのであれば、初めから、受験資格の一つとして、例えば、TOEFL iBT スコア***以上としておけば充分だったはずです。

さらにもともと、「大学入学共通テスト」の意義などここにもありません。文科省は、ドタバタ騒ぎを引き起こして、この国の現代の学力「知的創造的能力」の後退に拍車をかけたただけでした。

「即興力」テストである大学入学共通テストなど、現代では、その意義をほとんど喪失しています。大学学士課程レベルの教育では、各地域で、それぞれの才能に対応できるような多様なコースを準備・態勢を整えることは十分可能です。各大学は、事前に(講義が始まる少なくとも半年前までに)、詳細なシラバス・教育水準を公開し、生徒はそれを自由意志で選択すればよいことです。(入試で)如何なる工夫をしても、選択の結果は、生徒しか負えないからです。

しかし、大学側がいくら準備をしても、それを超越する才能・資質を持った生徒・学生は必ず現れるはず。彼らには、地域を超えた特別コースに進学できるように工夫すればよい。要は、生徒・学生の多様な才能に応える教育を準備しておかねばなりません。入試など、全く無用です。

共通テストだけでなく、「即興力」で生徒・学生を振り分ける時代は、もう終わっています。それぞれの生徒・学生の「知的創造的能力」を如何に合理的に育成するかの一点で、全ての教育資源を活用しなければなりません。この国には、もう後は残されてはいません。

朝日新聞(6/28)は、特異な才能を持った金子生弥さんを紹介しました。

「高校から米国の大学院に飛び級合格して数学者をめざす」

中学2年の夏、朝起きたら突然、数学を学びたくなり、茨城県つくば市の自宅近くの本屋に出かけた。小説「数学ガール」シリーズを全巻読んでが簡単すぎて、古典的な数論の入門書を読破した。

人とかわかるのはあまり得意ではない。数学の授業ですぐに答えを言うと、教師からも変わり者扱いされた。英語は聞くのも嫌で、英検の受験経験もない。ただ、英文の数学専門書を読むうちに自信がついた。聞く・話す

は、ユーチューブ上の数学者の講演で学んだ。「4歳からバイオリンを習っていたので、耳はいいんです」

日本人数学者が書いた本に複数の間違いを見つけ、著者にメールを送る。その縁で国内外の数学者につながり、共同研究も始めた。中3の秋、論文を発表。専門誌にも論文7本を投稿したが、日本では年齢のため、なかなか発表の場が与えられない。

研究時間を捻出するため、通信制高校へ。孫正義育英財団や海外大進学塾「ルートH」の支援を受け、昨冬、カリフォルニア工科大学大学院に挑んだ。スタンフォード大、エール大の学部にも合格。大学院では数学の超難問「リンデレーフ予想」の解明をめざす。

(金子生弥さんの業績・当面の課題は、孫正義育英財団のHPにあります。殆どの内容は、筆者には理解できません。)

この国にも、金子生弥さんのような特異な才能を持った人が次々と現れていますが、この国の教育システム、学会、そして多くの学者たちは、将来の英才となるだろう多くの若者を護り育てるのではなく、排除し、潰してきました。

それだけにとどまらず、この国の教育システムは、全ての若者の多様で創造的な知的能力の育成に背を向け、「即興力」のスキルのみで評価してきました。このままでは、科学技術と労働の生産性の後退は不可避です。

受験ジャーナリズムは、自身が「知的創造的な能力」を全く持たず、したがって、「知的創造的な能力」に反する「即興力」評価を前面に出し、若者が大きく羽ばたく芽を潰してきました。これからも彼らに何も期待できません。

殆どの受験産業で働いている人たちも、現代の主要な教育目標「知的創造的な能力」の「実績」をほとんど持たず、その意義も理解できず、集団であろうと個別であろうと、現代の「学習指導」を行う能力は全く持っていません。

この国は、低学力であるだけでなく、既に低学歴国になっています。いずれ、高等教育も含めて無償化し、進学率を高めなければなりません。既に労働の生産性(一人当たりのGDP)は、韓国より少なくなっています。経済にはいろいろ複雑な要因がかかわりますが、労働の生産性と科学技術力・論文の生産性には、強い相関があることが明かされています(ただし、一般には、労働の生産性と科学技術力にはタイムラグがあります)。

文科省は、「国語・数学での記述式問題導入と英語民間テストの活用を断念」するのを機に、今こそ、

① 中等教育を多様化し、多くの生徒には、教育レベルを大幅に高度化する。

② 全ての大学の学士課程への入学「即興力テスト」を全廃し、全て地域で教育する。

③ 技能教育的側面が強い医学、薬学などは、大学院に移

行して、学士課程は、リベラルアーツ ≈ 基礎科学の教育に専念するように改変する。

を断行するべきでしょう。どん底は続き、いずれ大きな改革の波は必ずやってきます。しかし、猶予はありません。改革が遅れば遅れるほど、挽回は、困難となります。

当塾は、意志ある児童・生徒やその保護者とともに、少しでも時代を先取りすることを目指しています。

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し合っ

3 塾を休む時は、必ず保護者からご連絡ください。

授業は（話し合っ

4 塾の月謝は、前納制です。月末に月謝袋をお渡

塾生募集中 募集中のコース

少人数ですが、常時募集しています。詳細は、当塾のHPを見るか、電話でお尋ねください。各学年、現在の学力は問いません。ひたすら、その学習意欲のみを問います。現在、中3は募集停止中

募集中のコースと月謝

*公立中学進学コース（小学5，6年）

英語，算数，（国語），（理科） 8,000円

独自のカリキュラムで英才を目指します。

*中学1年 英数コース 10,000円

国語は国語ゼミ，理，社は演習で学習

基礎からの指導を受けられます。

*中学2年 英数理コース 12,000円

社会は演習，国語は国語ゼミに参加

英・数は4以上の生徒が望ましい。

*中学3年高校受験コース 14,000円

英，数，理，社，国語ゼミ，受験指導

カリキュラム構成は、塾生の成長・意欲、学校の状況変化に対応して、随時変化しています。現在は極少数で個人指導となり、児童・中学生の授業は、曜日、時間、授業時間数についても要望に柔軟に対応することが可能です。ご相談ください。いずれの場合も月謝の変更はありません。

英語教育？

1 英語教育の最近の流れを簡潔に説明した文章がある。「学習指導要領の改訂で『使える英語』を修得」

朝日新聞 EduA(2021年6月号) 上智大名誉教授・吉田健作

日本の英語教育は長い間、文法構造をしっかりと学ばせ、身につけさせることに主眼を置かれ、学習指導要領も文法構造の難易度に沿って組み立てられて

それが今回の改定で大きく変わり、英語を使って何ができるのかという「CAN-DO」の難易度によって構成されるようになりました。最初に文法や規則を教えるのではなく、まずは児童や生徒自身が英語でコミュニケーションして

根底にあるのは、文法や言語構造を学ぶのは大事だけれど、その修得が第一目的ではなく、コミュニケーションに必要な要素に過ぎない、という考え方です。こうした変化はグローバル化が進んだ2000年ごろから強まり、実践的な英語を身に付ける手段として、11年度からは小学5，6年生の外国語活動が始まりました。小学生は今回の改定で、3，4年生で外国語活動、5，6年生で外国語（英語）を強化として学ぶことになりましたが、コミュニケーションを大切にしながら学ぶという原則は変わりません。

目下の課題は中学と高校の授業改革です。中学や高校の授業は英語で行うことが基本で、ディベートやディスカッションを指導し、英語で授業を上手に進める教育が評価されるようになってきています。一方で、「一番大事なのは文法だ」と考える考える教員もまだ多くいます。今年初めて実施される大学入学共通テストは、リスニングとリーディングの配転が同じになるなど、コミュニケーションの手段であることを重視した内容になりました。テストの変化に伴い、中高の英語教育も速やかに変わっていくことを期待しています。

ひと昔前と比べると、教室の外でも英語に触れる機会は確実に増えています。授業で身に付けた英語のコミュニケーション力を生かして世界につながる人が増えていくといいですね。

同じ日の朝日新聞 EduAの中で、東進ハイスクールの講師の安河内哲也氏は、次のように言っている。

4技能をすべて学習するのは負担が大きいと考える生徒や保護者もいますが、それは少々ずれています。1技能ずつ修得するより、4技能を融合して学ぶほうが遥かに上達は速いのです。リスニングを頑張ると速読も得意になるし、英語をよく話す人は英作文も書けるようになる。

2 いつの間にか、「教育」の目標が各種の技能（スキル）の修得と化しており、現代が要請する主要な教育目標「知的創造的能力の育成」即ち「基礎科学教育」と相反する目標となっ

『春夏秋冬326号』（2015年6月号）では「人工知能は人間を越えられるか

ディープラーニングの先にあるもの」

松尾豊著 角川 EPUB 選書 2015年3月初版発行を詳しく紹介した。松尾豊氏はこの中で、言語との紐づけが予想される2025年ごろには、機械翻訳も実用的なレベルに達するため、「翻訳」や「外国語学習」という行為そのものが

なくなるかもしれない、と書いていた。2021年の今日、松尾氏が主張を変えた、という情報はない。後4年余りで、「4技能英語」は、全く不要になるかもしれない。

言語によるコミュニケーションが行われる場面では、「聞き手」「話し手」「読み手」「書き手」が存在し、必ず「聞く」「話す」「読む」「書く」のいずれか、または複数のスキルを使う。英語の場合、それを「英語四技能」という。

吉田氏は、「英語を使って何ができるのか」によって、英語教育の過程を構成することになる、という。しかし、それを正当化するためには、英語力が不可欠である、という前提を証明しておかねばならない。

「4技能英語力」を主張する人は、^{ふたことめ}二言目には、コミュニケーション力を持ち出す。しかし、現実には、母語が同じ人たちの間だけでなく、世界のどこにいる人(たち)とも、それぞれが母語で発言(発信)し、母語で聞いたり読んだりしながらのコミュニケーションが可能となる時代は着実に近づいている。微妙であったり、文学的であったりする表現は、永久に自動翻訳とは馴染まないだろうが、「コミュニケーション力」という次元のコミュニケーション(情報、真理、主張などの交換)では、ICTとAIが人の能力を間もなく超えるだけでなく、遥かに高速・高精度・遠隔で処理することが可能となるだろう。

ちなみに、当塾の英語担当の卒論は、「ヘミングウェイ」である。

安河内氏の様に「4技能英語力」を主張する人の中には、たとえば「リスニングを頑張ると速読も得意となる」といった定量的な英語力を問題とする人が多い。しかし、こうしたことは「自動翻訳の実現」の下では、いかなる価値も見出すことはできない。人を、定量的・即興的な知的能力で評価するのは、単なる悪習となりつつある。人がやるべきこと、人こそができることをやる能力こそが、現代の教育の主要な目標となっているのだ。

『春夏秋冬』は、pdfファイルで、公開している。pdfファイルを読むソフトが“Adobe Acrobat Reader”だが、これには、音声も付随している。今のところ、筆者の意図した“読み”とは違う読み(発音)が出てくることもあるが、式や図以外の部分では、充分意味が通じるように読んでくれる。

音声合成ソフトウェア“ReadSpeaker”は、文字列の「意味」をある程度考慮しながら、高品質の人工音声で読んでくれるようだ。

音声を聞き分ける能力は、既に機械の方が優れており、現代では、既にかかなりの精度で、音声情報を文字列に変換することができる。

HTMLができたかなり初期の段階から、不十分であってもブラウザーには言語間の翻訳機能がついていた。

簡単な対話に対応する「通訳器」は市販されている。しかし、現状では、正確な自動翻訳を可能とするためには、それぞれの言語にある程度の規格化が必要になるだろう。

周辺技術はほぼ完全に出来上がっている。松尾氏は、間もなく、コミュニケーションは、かなりのレベルで自動翻訳を通して可能となる、と予言していたのだ。

一般に、「技術は必ず陳腐化する」。技術とは、確定し客観化された手法の体系である。それは、時代とともに常に変化・進歩するが、客観的なものである。一方、技能は個人が身に付けた能力であり、必ずしも他の人が継承できない能力

も含まれる。それぞれの芸術家や匠の才能の中には、そうした継承困難な能力が多く含まれる。

どんどん新しい技術が生まれ、新しい技術を習得しなければ、充分課題に答えることができない。しかし、技術はいずれ自動化する。したがって、「多くの技能も陳腐化する」。「英語四技能」は、間もなく陳腐化する可能性が極めて高いのだ。

いずれ現代の多くのコミュニケーションは、ICTを介して行われる。自動翻訳がそこに介在するのは、自然の流れだ。いつのまにか、英語が「標準語」になってしまったが、これが永久に続くことなど、絶対はない。

「国際連合広報センター」によると、

憲章が規定する国連の公用語は中国語、英語、フランス語、ロシア語、スペイン語の5カ国語であるが、時の経過とともに総会、安全保障理事会、経済社会理事会の用語は6カ国語(アラビア語、中国語、英語、フランス語、ロシア語、スペイン語)に拡大された。これらの用語のうちフランス語と英語が事務局と国際司法裁判所の常用語である。

現在は、英語が特別な位置にある。しかし、国連ができてまだ百年もたっていない。いつまでも、英語が国際的なコミュニケーションの軸であり続けるとは考えられない。現在の様に外国語学習が必須であり続けるとは考えられない。人の多様性こそ、「人の存続」と「創造性」の源泉である。可能な限り、多様性を重視しなければならない。

国連は、「戦勝国連合」である。自動翻訳が進めば、特定の言語を“公用語”とする習慣は、単なる「差別」に転落する。いつまでもそんなことを許すことはできない。

同様に、国内において、母語以外の言語の修得の強制は、極めて悪質な「民族差別」となる。人は、それぞれの文化の中で育つ。母語は、多様な文化の象徴である。それを護らない世界・社会に持続・進歩は期待できない。

人には、人として身に付けるべき能力があるはずだ。共通の能力としての即興力「英語四技能」は、風前の灯だ。松尾氏の予言の実現がたとえ10年遅れたとしても、その間失われる若者の「知的創造的能力」は、計り知れないものとなる。教育は、「百年の計」即ち社会の変化の先を見て行うべきであり、さらにあるべき社会へ導く役割も持つ。

あらゆる入試において、「英語四技能」テストは直ちに撤廃すべきだ。「当面の高等教育に『英語四技能』が欠かせない」というのなら、「英語四技能の等級テストの何級以上を入学条件とする」という形で「英語四技能」を入学資格条件に追加すればよいことだ。しかし、それさえも、自動翻訳が進めば、必然的に無用となる。

筆者自身の英語力について書く。英語は得意ではなかったが、中学・高校・大学では、一応最上位の評価を得ていた。大学院生の頃、専攻の原子核理論の日本語のテキストは一冊もなく、サマースクールなどでも全て英語だったから、それなりの工夫はしたが、読む・聞くは自然に身に付いた。人生、紆余曲折で、船用機関の論文講演直後には、インフォーマルではあったが米国での共同研究の申し込みもあった(冒頭で書いた金子生弥君も専門書を読む中で、英語力をつけたそうだ)。しかし、筆者は研究を離れて30年が経つ。新聞で、「The Fuzzy and the Techie(Why the Liberal Arts Will Rule Digital World)」(初版2018年)の紹介があり、アマゾンでその翻訳の予約注文をしたが、何時まで経っても翻訳本は送られてこず、数

か月たって、元の英文版が送られてきた。仕方がないからそれを読み始めたが、数ページ読んだ段階で、読むのをやめた。意味が全く読み取れなかったのだ。それ以後、一切の洋書の購入をやめた。読み・書きでそれなりに修得した語学力は、その必要性がなくなった段階で、急激に衰える。況してや、自動車免許の高齢者の更新に、準備が必要になった人には、英語四技能の能力を維持するのは困難となる。人それぞれには、それぞれの段階で、やるべきことはあるのだ。

3 人には、学び、修得すべきことは無数にあるが、その軸は、現代が要請する「知的創造的能力」に不可欠な「基礎科学力」であるはずだ。これをしっかり見据え、着実に教育・学習を進めるべきだ。

例えば、合理的・科学的な表現を理解・展開するためには、全ての生徒に、中学では命題論理を、高校では述語論理を完璧な形で身に付けておかねばならない。そして、大学のいずれの学部においても、いずれかの段階で「不完全性定理」をしっかりと学ばなければならない。

中等教育の使命

1 日本の大学・短大進学率は、世界 106 개국の中で 32 番(61.46%)だそう(一位の韓国では 98.4%)、さらにその順位は年々低下している。しかしそれでも、大学・短大以外の各種の教育機関に進む生徒も含めると、かなりの生徒は高卒後も教育を受けている。そうした実態からすると中等教育は、高等教育・専門教育の準備期間としての意味合いが非常に強くなっている。現代が要請する主要な教育目標は間違いなく「知的創造的能力」の育成であるが、その中で、中等教育の立ち位置は、高等教育・専門教育がスムーズに行えるような準備の教育の側面が強い。即ち、大学などで行われる高度な基礎科学教育が十分可能であるように、科学的思考力をつけておくことが、中等教育に要請される。

敢えて「科学的思考力」と書いたのは、各種の理論、事実・事象、データを覚え理解することよりも、むしろ「知的創造的」作業の基礎となる「基礎的な思考力」に軸足を置いた学習を目指すべきだからだ。

例えば、大学一年生向けの「力学」の一回目の講義では、多くの先生は、「高校で学んだことをすべて忘れてください」という言葉から始める。

その一方で、筆者が見た近年の 1 年生の後期の線形代数の講義では、行列の掛け算や逆行列の求め方などの解説と計算練習が中心の授業になっていた。まるで、小学生の算数だ。絶望的!

言い換えれば、中等教育は、恣意的に作成された初等的な課題に正解することではなく、将来、高度な課題に応えられるような基礎科学の基礎を習得することが主な目標である。

2 そうした視点で、もう一度、『春夏秋冬 398 号』で取り上げた、「中学生の図形の学問は、定規とコンパスを公法通り使うことによる作図に基礎をおいている」ということを検討する。端的に言えば、これを明確にしないまま学習を進めるのならば、そんな学習はやめておいた方が良い。

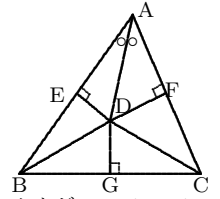
『中学数学基礎』から一例を引用する。

「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。

$\triangle ABC$ 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。

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 $\angle A$ の二等分線上の点であるから、 $\triangle ADE \cong \triangle ADF$ 。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、 $\triangle DEB \cong \triangle DFC$ 。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。

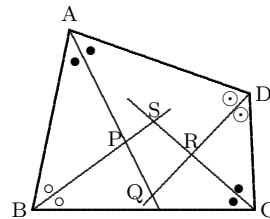


これはよく知られたパズルである。解説は要らないだろう。何度も繰り返すが、中学で学習する図形の学問「ユークリッド幾何学」は「作図」を基礎に成り立っている。中学生の図形の学習は、コンパス抜きには考えられない。図形の学習は、正確な作図から始まることを再確認しておこう。

広島県教育委員会に、科学教育を行う気は全くなく、中等教育の使命を放棄していると見なさざるを得ない。7月になっても、そうした議論がどこからも聞こえてこない。

したがって、以下のような問題は、意義深い。

〔例題〕「四角形 ABCD で $\angle A = \angle C$ のとき、4 つの内角の二等分線がおのおのの交わってつくる四角形 PQRS は等脚台形であることを証明せよ。また、四角形が平行四辺形であるとき、四角形はどんな四角形か。」(大谷高改 09)



(注) 等脚台形とは、右図のように台形で上底、下底の両端の角がそれぞれ等しい四角形である。



解答・解説は以下のようなものである。

意図的に図は題意からずらして描かれている。作図し直してみよう。

証明は簡単だ。また後半の四角形 ABCD が平行四辺形の時は、 $\angle B = \angle D$ で $PQ \parallel SR$ となり、4 つの角が全て等しく、長方形。

3 通常、数学は言葉(数式を含む)で表現する。学習も定義、公理から始まる。しかし、歴史的には、数式が使われるようになったのは中世以後のことであり、その一方、ユークリッドの『原論』は紀元前 300 年ごろに書かれている。したがって、「図形」の基礎は、「定規とコンパスを公法どうり用いた作図」に置き、これを抜きにした「ユークリッド幾何学」は科学とはならない。

繰り返すが、現代が要請する主要な教育目標は「知的創造的能力」の育成であり、中等教育の直接的目標は、基礎科学修得の基礎を育成することである。局所的・一時的な例外はあっても、包括的な政策として、科学の発展の壮大なドラマに眼を瞑っては、あちこちに破綻をきたすものとなる。

この国の学力後退 → 科学技術の後退 → 生産性の後退の遠因が、基礎科学教育の後退にあることを認識しなければならない。改革の方向をしっかりと見定め、着実に前進する必要がある。

4] しかし、個人のレベルでは、人並みの実績で良ければ、戦略さえ間違わねば、かなり楽観的な展望が開けることを、筆者のささやかな例で示しておく。

『春夏秋冬 399号』で記した筆者の仕事に欠かせない一つの考察を、筆者の大学1年生向けの講義メモ『熱学メモ』に書いている。それを要約する。

理想気体の状態方程式 $pV = RT$ は、気体分子運動論によって、①気体分子の大きさを無視する、②分子は弾性衝突をする、などを用いて得られるが、熱力学的に条件を整理した記述を眼にしたことはなかった。『熱学メモ』では、気体が理想気体である一つの必要十分条件は、内部エネルギーを U 、エンタルピーを H とすると、 $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = 0$ 、 $\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T = 0$ であることを証明した。

このことより、半理想気体(理想気体であるが、比熱 $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V$ が温度によって変化する)の設定は、理想気体の設定に抵触しないことが理解できた。($U = a + cT + bT^2$ 、 $H = U + pV$ などは条件を満たしている。)

話題は、完全に19世紀の物理学に属する議論であり、指摘すれば、大学1年生にも証明できる。科学・技術の学習・研究を進める上で、その主題に付随して欠かすことができない新しい課題が出現したのだ。

20世紀には、量子力学の確立をはじめとした物理学・化学、DNAの発見から始まる生命科学が著しい進歩を遂げた。一般に、基礎的分野だけでなく応用的分野においても、オリジナルな仕事をやり通すためには、無数の乗り越えねばならない課題が発生する。『春夏秋冬 399号』で述べた通り、科学技術の些細な進歩にも、多数の多様な個性の発現が不可欠である。すでにあるものを組み合わせれば、オリジナルな仕事ができる、と考えるのは浅はかだ(実は、現代の主流の技術論は、それに近い。デカルトは浅はかではないが、それに近い考え方を持っていた。『春夏秋冬 299号』)。誰にも、堅実な基礎科学の学習を積み重ね、確かな目標に向かって努力を続けていけば(研究・開発のそれぞれの段階では、課題を解くことより、それぞれの段階での「課題の設定」が重要)、そうした些細な“成果”が組み合わせられて、確かな“実績”を得るチャンスはめぐってくる。ICTとAIが進展するこれからの社会は、多くの人に、それを求めている。現代の主要な教育目標は「知的創造的能力」の育成である。異才・英才・天才だけが「創造性」を備えているわけではない。近い将来では、むしろ、「意志ある者なら、「誰でもニュートン」が正論となる。それに備えるのが、現代の教育の目標であるはずだ。

NHK 朝ドラ「おかえりモネ」6月16日

1] 『中学理科基礎』に基づいて書く。

大気中の水蒸気

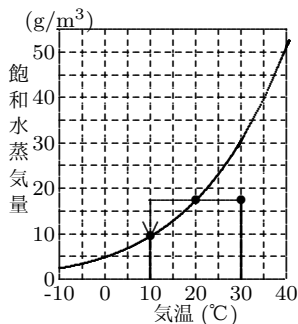
飽和水蒸気量
 ... 空気 1 m³ に含むことができる
 最大の水蒸気量

露点
 ... 飽和になるまで温度が下がった
 ときの温度

湿度 (%)

$$= \frac{\text{空気 1 m}^3 \text{ 中の水蒸気量}}{\text{その温度での飽和水蒸気量}} \times 100$$

[例] 30℃, 1m³ に 17.3g の水蒸気を含む空気について、
 湿度 $\frac{\text{水蒸気量}}{\text{30℃の飽和水蒸気量}} \times 100 = \frac{17.3}{30.4} \times 100 = 57\%$
 露点は、飽和水蒸気量が 17.3g/m³ となる温度のことだから



10℃まで温度降下があったとき、1m³ 当たりの水滴量は

$(\text{水蒸気量}) - (10℃\text{の飽和水蒸気量}) = 17.3 - 9.4 = 7.9(\text{g})$

水蒸気を理想気体とみなすと、飽和蒸気圧は飽和蒸気量と比例関係にある。飽和蒸気圧曲線は実験的に求められるが、理論的にも計算で求めることができる。熱力学でよく知られた Clapeyron の方程式をいくつかの近似で積分すればよい。詳しくは、「熱学メモ」(筆者の大学での講義ノート p.66) を参照頂きたい。当塾の HP にある。

雲の発生

水蒸気は主に暖かい海面からの蒸発で補給

上昇気流 → 断熱膨脹 → 温度降下

→ 露点以下になる → 水蒸気の凝結

温帯地方の雲... 水蒸気, 水滴, 氷の結晶が混在

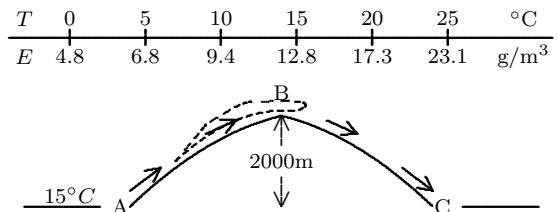
水滴, 氷は光を反射し, 白く見える。

以下は 少し古い が上昇気流の特性をよく表した問題である。

[例題] 山の斜面に沿って空気が吹き昇るとき、上昇する空気の温度は断熱膨脹によって、次第に下がる。そしてついに飽和水蒸気に達すると、空気中の水蒸気は凝結して水滴になる。これが雲の粒である。また、凝結の起こる温度を露点という。

露点に達するまでには、100m の上昇につき約 1℃ ずつしか温度は下がらないが、露点に達すると、約 0.5℃ ずつ下がる。逆に、山頂を越えて下降する空気の温度は、断熱圧縮によって、次第に上がり、100m の下降について、約 1℃ ずつ温度が上がる。

この場合、山頂の雲が下降する途中まで残っていれば、雲の蒸発によって気化熱がうばわれるので、雲が蒸発し終わったところから温まり始めることになる。右に気温 T℃ と飽和水蒸気量 E g/m³ の関係を示している。いま、気温が 15℃ で水蒸気量 6.8g/m³ の空気が図のように 2000m の山脈を越えるとする。



- (1) 風上側のふもと A 地点での湿度は何%か。(53.1%)
- (2) 露点に達したらすぐ凝結が始まるものとする、この空気は何 m 上昇すると雲をつくるか。(1000m)
- (3) 山頂 B 地点での気温は何℃か。(0℃)
- (4) 空気の上昇によってできた雲は、山頂までですべて雨となったとすると、C 地点まで降りてきたときの気温は何℃か。(20℃)
- (5) 山頂では水蒸気は飽和していたはずであるから、下降しても水蒸気量はそのまま C 地点まで変化しない。C 地点での湿度は何℃か。(27.8%)
- (6) 本州の日本海側の高い山脈のふもとの地域で生じやすい、このような暖かい湿った風が山脈を越えると、風下側では乾燥した熱風となる現象を何というか。(フェーン現象)

数年前までの『中学理科基礎』では、1933年7月25日午後3時ごろ、山形測候所の最高気温計が 40.8℃ 度を記録した、としていた。

しかし、近年、気象は大きく変わり、現在では、気象庁が観測した日本の最高気温は、2020年8月17日に静岡県・浜

松で観測した 41.1°C 度となっている。

2 ここからが本題である。NHK 朝ドラ「おかえりモネ」(6月16日)はここまでの議論であり、それは指導要領に従った中学理科のレベルでもある。

『中学理科基礎』には、続いて以下の様に書いている。上の議論は、定性的には正しいが、厳密さを欠く。上昇気流によって、大気は露点に達し、水滴(雲)が発生する。この現象は、空気の(断熱)膨張による大気温度の低下がおり、飽和水蒸気量に達するからだと説明される。しかし説明によると、飽和水蒸気量はその温度における単位体積に含みうる水蒸気の質量(g/m³)である。気体を断熱膨張させて温度降下をさせると、確かに飽和水蒸気量は減少するが、体積も膨張するから単位体積当りの水蒸気量も減少し、それだけでは飽和に達すると説明した事にはならない。

このしくみを簡単な例で説明すると 30°C で 60% の湿度(水蒸気量 18.24g/m³)の大気が断熱膨張して 10°C まで温度降下があつたとする。それにみあう体積膨張は 1.186 倍(理由は少し高度)である。したがって膨張後の水蒸気量は 15.4g/m³ である。ところが 10°C の飽和水蒸気量は 9.4g/m³ だから 6.0g/m³ の水滴ができ、これが雲となる。これはいつも言えるわけで、飽和水蒸気量の曲線にくらべ断熱膨張による温度変化に対する空気の密度変化の曲線が常に緩やかなため、体積変化を忘れた説明でも正しい傾向と一致していることになるからだ。

原理的には正しくなくとも、結果が一致すれば、それでよい、とするやり方は、科学的ではない。

当然のことだが、「おかえりモネ」の原作者は、上記の程度のことは理解しているはずだ。NHK の朝ドラは、一般の視聴者を対象としており、その意味で、「おかえりモネ」は中学理科の検定教科書のレベルであり、後述する通り私立の高校入試にさえ対応していない。

しかし、「おかえりモネ」は、「身の回りで起こる様々な現象も、明確な科学的説明が可能だ」ということを美しい映像を通して示そうとしている、という意味で、極めて意義深いドラマとなっている。

3 『中学理科基礎』には、続いて、このことに直接関係する問題を示している。

[例題] 次の文を読み、後の問いに答えよ。答えが割り切れない場合は、小数第 2 位を四捨五入して小数第 1 位まで答えよ。(東大寺学園高 17 年)

空気が上昇して気温が下がり、やがて露点まで達すると空気中の水蒸気が小さな水滴や氷の結晶になる。それが上空に浮かんだものを雲と呼ぶ。空気が上昇すると気温が下がるのは、上空ほど気圧が a なるので空気が膨張するためである。

いま、(a)29°C で 1m³ 中に 11.3g 水蒸気を含む空気が、海拔 0m の地表でそのまま冷やされたとき、山の斜面に沿って上昇することによって冷えたときの露点の違いについて考える。ただし、飽和水蒸気量に達していない空気は、100m 上昇するごとに 1.0°C の割合で温度が下がる。

表 1 飽和水蒸気量 [g/m³]

33°C	35.6	19°C	16.3
32°C	33.8	18°C	15.4
31°C	32.0	17°C	14.5
30°C	30.3	16°C	13.6
29°C	28.7	15°C	12.8
28°C	27.2	14°C	12.1
27°C	25.7	13°C	11.3
26°C	24.4	12°C	10.7
25°C	23.0	11°C	10.0
24°C	21.8	10°C	9.4
23°C	20.6	9°C	8.8
22°C	19.4	8°C	8.3
21°C	18.3	7°C	7.8
20°C	17.3	6°C	7.3

表 1 から、この空気が地表で冷やされたときの露点は b °C であることがわかる。また、この空気が上昇して冷えたとき、その温度になるのは c m まで上昇したときである。しかし、上空 c m では気圧が a なるため、空気の体積が 1.13 倍膨張している。(i)そのため飽和状態にならず露点には達しない。

したがって、雲が発生するためには、(u)さらに上昇しなければならず、露点はもう少し低くなる。このように同じ空気でも、地表で冷やされた場合と上昇することで冷えた場合とでは、露点の違いが出てくる。

- 文中の空欄 a ~ c に適する語句や数値を答えよ。
- 空気が上昇する原因として、日射などで地表が暖められたり、山の斜面などに空気が当たることが考えられる。これら以外に空気が上昇する原因を 2 つあげよ。
- 下線部 (i) について、下線部 (a) の空気が c m まで上昇したときの 1m³ 中に含まれる水蒸気量は何 g か。
- 下線部 (u) について、c m まで上昇した空気がさらに 200m 上昇したとき、露点に達するか達しないか。解答欄の正しい方を ○ で囲め。ただし、表 1 の値は空気によって変化しないものとする。

露点 { 達する・達しない }

- 前の文で分かったように、上昇することで冷えた場合の実際の露点は、地表での露点より低くなる。そこで、上昇した空気が露点に達するときの高さ(凝結高度)H [m] を求めるのに、次の式を用いることとする。

$$H = 125 \times (T - t) \quad \text{ただし、} T [^{\circ}\text{C}] \text{ は上昇する空気の地上での温度、} t [^{\circ}\text{C}] \text{ は上昇する空気の地上での露点}$$

- 下線部 (a) の空気が斜面に沿って上昇したときの凝結高度 H は何 m か。また、そこに達したときの温度は何 °C か。
- さらに①の空気が上昇し、雲を発生させ雨を降らせながら、2400m の山頂に達した。山頂での温度と、1m³ 中に含まれる水蒸気量は何 g か。ただし、雲が発生してからは、100m 上昇するごとに 0.5°C の割合で温度が下がる。
- ②の空気が山頂を超えたとき、雲が完全に消えた。この空気が山を越えて、反対側の海拔 0m 地点まで加工したときの温度は何 °C か。ただし、空気が下降するときは 100m ごとに 1.0°C の割合で温度が上がる。
- ③の空気の、海拔 0m 地点での露点は何 °C か。

答え (1)a. 低く b. 13 c. 1600 (2) 低気圧の中心の空気が流れ込む。暖かい空気と冷たい空気がぶつかる。 (3) 10.0(g) (4) 達しない (5)①(凝結高度)2000(m) (温度)9°C ②(温度)7°C (水蒸気量)7.8(g) ③ 31(°C) ④ 海拔 0m 地点の空気の凝縮高度、 $H = 2400\text{m}$ 、地上での温度は、 $T = 31^{\circ}\text{C}$ なので、露点を $t^{\circ}\text{C}$ とすると、 $2400 = 125 \times (31 - t)$ となる。 $t = 11.8^{\circ}\text{C}$

断熱変化の時の圧力と体積の関係は、

$$pV^{\kappa} = \text{一定} \quad \kappa: \text{比熱比} \quad (\text{Poisson の法則})$$

である。根拠(データ)も示さないで、現象論的な式 $H = 125 \times (T - t)$ で問題を解くのは理科の学習ではない。

地球あるいは気象は、熱平衡ではなく、常にエネルギーの移動と変換を行っている。さらに、時間的にも、歴史的にも変化する。慎重にアプローチしなければ、とんでもない過ちを犯すかもしれない。