

日本の理数科教育をサポートする

Rimse

Research Institute for Mathematics and Science Education

No.10

NOVEMBER
2014

特集

資質・能力の育成を目指す教育とは I

— 「21世紀型能力」の観点から —

CONTENTS

巻頭言

人間性を判定する入学試験への疑問……………表紙裏

独立行政法人 科学技術振興機構
研究開発戦略センター 上席フェロー 木村 英紀

特集 資質・能力の育成を目指す教育とは I

—「21世紀型能力」の観点から—

I いま、なぜ資質・能力の育成が
重視されるのか…………… 2

国立教育政策研究所 白水 始

II どういう資質・能力が要るのか…………… 4

国立教育政策研究所 松尾 知明

III 学習指導要領と資質・能力…………… 7

国立教育政策研究所 西野 真由美

IV 授業づくりの視点から見た資質・能力…………… 9

国立教育政策研究所 後藤 顕一

V 「21世紀型能力」の整理…………… 13

国立教育政策研究所 白水 始
同 松尾 知明

連載 数学は人とともにある 第9回

変わっていく学校…………… 15

横浜国立大学大学院 教授 根上 生也

連載 理科を活かして考えよう 第9回

災害と時定数…………… 18

高知工科大学 教授 八田 章光

連載 社会の中の科学技術 第9回

変貌する研究の世界…………… 21

大阪大学全学教育推進機構 准教授 中村 征樹

広場 地域教育で活躍する人々 第9回

NPO法人 学校支援 のべおかはげまし隊 …… 24

NPO法人 学校支援 のべおかはげまし隊 事務局長 桑畑 拓

さくら女子中学校開設計画…………… 25

さくら・ビジョン・タンザニア日本代表 岩男 壽美子

科学史の散歩道 第10回

ノーベル化学賞に加えて平和賞も受賞した
ライナス・ポーリング…………… 裏表紙

大阪教育大学 名誉教授 鈴木 善次

巻頭言



独立行政法人 科学技術振興機構
研究開発戦略センター 上席フェロー

木村 英紀 / きむら ひでのり

1941年東京都に生まれる。東京大学工学部計数工学科卒業、同大学院工学系研究科修了。工学博士。大阪大学基礎工学部助手、大阪大学工学部教授、東京大学工学系大学院教授を経て、2002年に理化学研究所バイオミメティック研究センターチームリーダー、2007年に理研トヨタ連携センター長となり、2009年より現職。専門は、制御工学、生物制御。早稲田大学招聘研究教授、東京大学名誉教授、IEEEフェロー。

内外の論文賞、著述賞多数受賞。FAC(国際自動制御連盟)より Giorgio Quazza Medal 受賞。

人間性を判定する入学試験への疑問

東大が推薦入試制度を導入するそうである。目的は「世界的視野をもった市民エリート」をつくり出すことである。選抜の方式は、2次試験の代わりに面接などを行い、併せてあらかじめ提出させた小論文や高校時代の活動報告などから判定するようである。入学試験は競争である以上は勝ち負けの判定は公正公平でなければならない。ペーパーテストは同じ問題に対する得点数によって合否が決まるので、その基準はハッキリしている。しかし、面接や高校時代の活動を客観的に評価できるだろうか？ 市民エリートになれる素質があるかどうか、わずか30分程度の面接で判定できるであろうか？ 審査する教授たちにその能力があるであろうか？

アメリカでもAO試験はふつうに行われている。しかしアメリカの大学の本当の選抜は入学してからである。入学すればほぼ卒業が約束される日本の大学と同列には論じられない。人が人を選ぶ以上ある程度の主観が入るのはやむを得ないかもしれないが、東大という、教育と学問の最高の殿堂が多額の税金を使って教育する学生を選ぶのである。生半可なことは許されない。多くの私立大学では、既に推薦入学者の数が合格者の過半数を占めているとのことである。受験生の減少に悩む私立大学ではある程度やむを得ないかもしれないが、「天下の東大」だけは学力試験に最後まで徹してほしかったと思う。

筆者が学力試験にこだわる理由は、合否が取りあえずは得点という客観的な形で出てくることによる公正さだけではない。関西の大学に勤めていた頃、私の研究室にちょっと暗い性格であるがまじめで優秀な学生がいた。就職試験で当時としては珍しく何度か失敗した。失敗するごとに彼の気持ちが萎えていくのがよくわかった。就職試験は大学入試とは異なり、企業が見るのは学力ではなく人間性である。就職試験で落ちたとき、人格が劣っていると判定されたと彼は感じたのであり、それがこたえたのである。学力試験なら、落ちてでも「ヤマが外れた」「調子が悪かった」などと自分に言い訳できる。立ち直るのも早い。しかし、人となりを判断する就職試験ではそのような言い訳が難しい。今とは違い、学校推薦が生きていた時代である。「人格試験」の残酷さを若い教員であった私は身にしみて感じたのである。

ただし、今の東大の先生方の危機感をよく理解できる。小手先の受験技術だけに長けた、深さも個性もない学生集団に囲まれて、味気ない日々を送っていることに同情する。東大の構内を歩いている学生が顔かたちは変わっても、不思議にみんな同じ雰囲気を持っているように感じられる。適度にこぎれいで世渡りがうまく、抜け目なく東大生の特権を利用する、というタイプである。昔もそのような学生は多かったと思うが、キャンパスにはやはり学問をする場所という雰囲気があった。お化粧している女子学生は見当たらなかったと思う。こうした手応えのない学生に占拠され、未来を切り拓く骨太な人材が期待できなくなった東大当局のあせりはわかる。

しかし、入試のやり方に活路を見いだそうとするのは間違っているし、無駄な努力と思う。おそらく予備校は推薦入学向けの受験のノウハウを教える教室を直ちに開くだろう。来年には推薦入学を目指す受験指導が高校で始まるだろう。

私は入試を巨大ビジネスの糧としている今の受験産業のやりかたが百害の元と思っている。御三家と呼ばれる予備校が主催し、何万という受験生が参加する全国模擬試験のはじき出す偏差値は、受験勉強を小手先のテクニック習得に貶め、貧困学生を受験競争から排除した元凶である。東大の今回の制度変更がたとえうまくいったとしても、せいぜい3000名のうちの100名である。むしろ、東大の力をもって、受験自体を受験産業から受験生と大学の手に取り戻すことを心がけたらどうだろうか？ 顧客が減って受験産業の力が弱っている今がチャンスである。例えば、予備校主催の模擬試験を受けたものは受験を禁止するとすれば、受験産業は大いに困るであろう。営業妨害として予備校から訴えられるであろうか？ かつて韓国のソウル国立大学では、受験生の家庭教師になることを学則で禁止したそうである。韓国らしい強権発動である。受験産業も受験生の便宜を図ろうとする善意から生まれたものであろうが、その肥大化したビジネスのスタイルは、知の世界の羽ばたきを入り口で阻む足かせとなってしまった。そうなった以上は、強権をもって対峙してもよいのではないか、と思うのは乱暴すぎる考えであろうか？ ❖

資質・能力の育成を目指す教育とは I

－「21世紀型能力」の観点から－

I いま、なぜ資質・能力の育成が重視されるのか



国立教育政策研究所 初等中等教育研究部
総括研究官

白水 始 / しろうず はじめ

2000年から中京大学情報科学部認知科学科助手、情報理工学部情報知能学学科准教授を経て、2012年度より現職。次期学習指導要領改訂の基礎資料となる「教育課程の編成に関わる基礎研究」に参画する一方で、文部科学省「多様な学習成果の評価手法に関する調査研究」の評価・推進委員や「情報活用能力調査に関する協力者会議」委員を務めながら、今後の教育のための授業法、評価、ICT活用研究を一体的に進める。

1 はじめに

次期学習指導要領改訂に向けて、文部科学省において2012年から「育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会」が行われるなど、これまでも増して学校教育における資質・能力の育成が重視されるようになってきた。本特集では、こうした動向の背景や21世紀に求められる資質・能力の内容、学習指導要領や授業との関わりなどについて、二回に分けて解説する。本号はおもに概説、次号は詳細についてそれぞれ扱う。なお、各解説の内容は、国立教育政策研究所において2009年度から5年間にわたって行われた「教育課程の編成に関する基礎的研究」プロジェクトに関わるが、その研究内容を直接反映したものではない。文責は各執筆者にすることに留意されたい。

2 社会の変化と資質・能力

資質・能力の育成が重視されるようになった大きな要因の一つは、社会の変化である。

21世紀における社会の大きな変化の一つは、知識基盤社会の本格化である。知識が物に適用されることで価値を生み出した産業社会とは違い、知識基盤社会では、知識が情報や既存

の知識に適用されることで価値が生み出される。例を挙げれば、銀細工師に銀を渡すと銀製品が生み出された産業社会に対して、知識労働者に市場調査結果を渡せばマーケティングのプランが生まれ、仕様を渡せば新しいソフトウェアのアプリケーションが創出されるわけである。それゆえ、知識基盤社会では、「何を知っているか」だけではなく、それに基づいて「何ができるのか」、つまり、実生活や実社会において知識や技能を活用して問題が解決できることの重要性が増してきた。

二つ目の変化は、情報化社会の高度化である。「現代の新聞に掲載される一日分の情報量は17世紀の一生分の情報に匹敵する」といった推定があるように、大量の情報がインターネット上で共有され、誰でもアクセスできる環境が整いつつある。それゆえ、知識を正確に覚えておくことだけでなく、既有知識に基づいて重要な情報を選別し、集めた情報や知識を編集して新しい考えを作り出すことができる力や、不足があれば自ら学ぶ力が重要になってきた。

以上の二つの社会の変化が、技術革新の速さともあいまって、生涯学習も含めた学習全体のゴールを変え始めている。すなわち、産業社会では、皆が「同じこと」を教わり、それをどれだけ「たくさん」「速く」カバーできるかがゴールの一つであったのに対し、知識基盤社会では、一人一人の個人が主体的に学び、情報を収集し知識を統合して、新しい考えや知識—すなわち「違

い」—を生み出すことができるかがゴールの一つとなり始めている¹⁾。近年の先進国における仕事の需要は、知識やICT(情報通信技術)を使いこなす創造的な分析・相互作用業務(エンジニア、医学、法律、経済、教育等)が増える一方で、定型的なマニュアルワークがICTによる代替や新興国へのアウトソーシングによって減ってきており、上記のような学習が就業にもつながることが示唆されている。

第三の大きな変化は、グローバル化である。グローバル化は、国境を越えて人、物、情報等が行き来する可動性を高めるとともに、多国籍企業の隆盛や国家による統治機能の弱まり、環境問題や経済格差問題など、さまざまな影響を世界に与え始めている。そこでは、環境汚染や原子力、感染症、遺伝子組み換え、金融危機等、科学や技術が進歩することで生じる人工リスクがいつそう増大するが、それらのリスクへの対応については、専門家の間でも意見が分かれ、明確な答えがない。こうした論争的で正解のない問題について、他者との対話や協働を通して、市民一人一人やさまざまなコミュニティが合理的・批判的に判断し、最適解や納得解を導き出していくことが求められる²⁾。

こうした観点で見直すと、単に経済的な側面での成功のためばかりではない、知識基盤社会や情報化社会の在り方が見えてくる。すなわち、知識基盤社会で創出される新しい知識は、単なる経済の発展・拡大のためだけでなく、人類が既存の知識では対処し難い問題(ingenuity gap³⁾)への解を含むことになる。情報化社会は、多様な価値観を持つ他者と交流し、対話を通して新しい解を生み出すためのものとなる。

社会の変化をこのように捉え直し、その変化をよりよい方向へと向けていくために、市民一人一人が課題を共有し、責任を持って主体的に意見を述べ、多様な考えを交流させながら、解を見いだしていく力が求められているのであろう。なお、教育目標に関する世界の動向については、本号の「**3 教育の目的と資質・能力**」を参照していただきたい。

3 教育の目的と資質・能力

もとより日本の教育は、改正教育基本法の第1条に、「教育は、人格の完成を目指し、平和で民主的な国家及び社会の形成者として必要な資質を備えた心身ともに健康な国民の育成を期して行われなければならない」と記されているとおり、資質・

能力の育成を重視していた。また、平成2013年度6月閣議決定の第2期教育振興基本計画でも、「一人一人の自立した個人が多様な個性・能力を生かし、他者と協働しながら新たな価値を創造していくことができる柔軟な社会」という「自立、協働、創造」からなる生涯学習社会のモデルが提言されている。このモデルに照らせば、「自立、協働、創造」のために必要な「自分で考え判断できる主体であること」や「考えの異なる他者とも対話できること」、「対話を通して自分の考えや社会をよくすること」が求められていると考えられる。

21世紀の大人社会に求められる人間像を見据えながら、学校教育に限定した範囲の中で、一人一人の子供が人格の完成を目指して、民主的な国家及び社会の形成者として育つことができるような教育が望まれる。なお、こうした観点については、本号の「**学習指導要領と資質・能力**」において詳述する。

4 教育と資質・能力

前節のように、日本では早くから「生きる力」も含めて、資質・能力目標が掲げられていたと言える。この目標に対して、国内外の教育・学習研究の進展から、資質・能力が教育の「目的(ends)」としてだけでなく、「手段(means)」としても役立つことが確かめられつつある。例えば、子供たちが他者と関わりながら、自分で考え、理解し、次に学びたいことを見つけるなど、資質・能力を重視した教育においてのほうが、教科等の内容の学習も進む可能性が見えてきている。この詳細については、本号の「**授業づくりの視点から見た資質・能力**」を参照されたい。

5 おわりに

以上のように、社会の変化に伴って、日本が早くから取り組んできた資質・能力目標の重要性がいつそう増し、その具体的な実現手段に関する知見の蓄積とともに、資質・能力の育成が重視されるようになったと考えることができる。❖

参考文献

- 1) アラン・コリンズ、リチャード・ハルバーソン(2012).『デジタル社会の学びのかたち：教育とテクノロジーの再考』北大路書房
- 2) 石井英真(2014).「ポスト近代社会が求める人間像と学力像—背景と論点—」指導と評価、2014年4月号
- 3) Homer-Dixon, T. (2000). "The Ingenuity Gap." New York, Knopf

II どういう資質・能力が要るのか



国立教育政策研究所 初等中等教育研究部
総括研究官

松尾 知明 / まつお ともあき

福岡教育大学卒業後、公立小学校で教員を4年間務める。浜松短期大学講師を経て、現在、国立教育政策研究所に在籍。専門は、カリキュラムと多文化教育。単著に、『教育課程・方法論—コンピテンシーを育てる授業デザイン』（学文社）、『多文化共生のためのテキストブック』（明石書店）などがある。

1 はじめに

グローバル化や知識基盤社会の進展に伴い、コンピテンシーに基づく教育改革が世界的な潮流となっている。ここで、コンピテンシーとは、知識だけではなく、スキル、さらに態度を含んだ人間の全体的な能力をいい、こうした今日的な資質・能力の育成が多くの国々で課題になっているのである。

ここでは、諸外国における教育改革の動向を概観しながら、21世紀の社会で必要とされる資質・能力について検討したい。

2 世界的な動向の背景にある二つの流れ

コンピテンシーに基づく教育改革には、大きくは二つの流れがあると思われる。

一つが、知識基盤社会の到来を背景に、キー・コンピテンシーの定義を試みたOECDの「コンピテンシーの定義と選択(DeSeCo)」プロジェクトの影響である。キー・コンピテンシー(①相互作用的に道具(ツール)を用いる力、②社会的に異質な集団で交流する力、③自律的に活動する力)の考え方は、OECDの生徒の学力到達度調査(PISA)の枠組みにも取り入れられ、諸外国の教育改革に大きな影響を与えるようになっていく。

他の一つが、21世紀型スキルを定義する試みである。ア

メリカ合衆国(以下、アメリカ)では、エンプロイヤビリティの定義を試みたSCANプロジェクト以降、今日的に必要な資質・能力を概念化する試みが数多く進められてきた。こうした動きのなかで、21世紀型スキルパートナーシップ(P21)と呼ばれる団体が結成され、21世紀型スキル(①学習とイノベーションスキル、②情報・メディア・テクノロジースキル、③生活とキャリアスキル)の育成を目指した教育改革運動を展開し、国際的にも大きな影響を与えている。また、P21とは別に、「21世紀型スキルのための学びと評価(ATC21S)」と呼ばれる国際研究プロジェクトが進められている。6か国及び国際機関、世界の研究者が多数参加したもので、21世紀型スキル(①思考の方法、②働く方法、③働くためのツール、④世界の中で生きる)の育成を目指す評価研究の成果の一部は、PISA2015にも生かされることになっている。

3 諸地域(EU, 北米, オセアニア, アジア)のコンピテンシーに基づく教育改革

国際的なコンピテンシーに基づいた教育改革を概観したい。

A EU諸国の動向

EU諸国では、独自にキー・コンピテンシーを定義して、域内の教育政策を推進している。

イギリスでは、1980年代から、「コア・スキル」の名称で汎

用的スキルの育成を職業教育で推進しており、1999年のナショナルカリキュラム改訂からは、すべての子供を対象に「キー・スキル」(①コミュニケーション、②数の応用、③他者との協力、④自分自身の学習と成績を改善する能力、⑤問題解決)の育成が目指されている。2010年の政権交代後は、領域固有性の問題が問われており、スキル重視から知識重視への揺り戻しといった動向が見られる。

ドイツでは、PISAショックを契機に、常設各州教育大臣会議の合意に基づき、国のレベルで教育スタンダードの導入が図られているが、そこで育成する資質・能力として想定されているのが「コンピテンシー」である。また、各学校段階の修了時にその到達度を評価する学力テストの整備が進められている。

フランスでは、2005年の各学校教育基本法(フィヨン法)で、EUのキー・コンピテンシーを参考にした「共通基礎」が示され、教育課程が改訂された。コレッジ修了段階の共通基礎の到達目標に達成できないと判断された生徒には、個に応じた支援措置が取られている。

フィンランドでは、1994年のカリキュラム改訂で、資質・能力を重視した教育へと展開された。2001年の政令では、基礎教育の国家目標としての「コンピテンシー」が示された。

B 北米の動向

21世紀型スキルの影響が大きい地域として北米が挙げられる。

アメリカでは、大学・キャリアレディネスの育成と全米の教育レベルの底上げを目的に、コモンコア・ステートスタンダードの開発(43州とDCが採択)とそれに伴う評価システムの導入が進んでいる。また、前述の21世紀型スキル運動が展開している。

カナダでは、国としてのカリキュラムはないが、21世紀型スキルの育成を目指している州が多い。例えば、オンタリオ州では、21世紀型スキルの定義及びその育成に向けたプロジェクトが進行中である。また、同州では、「学習スキルと学習習慣」の育成が目指されている。

C オセアニアの動向

コンピテンシーの育成の点で先進的な取り組みを進めている地域としてオセアニアがある。

オーストラリアは連邦制をとっているが、国のレベルで「汎用的能力」(①リテラシー、②ニューメラシー、③ICT技能、④批判的・創造的思考力、⑤倫理的行動、⑥異文化間理解、⑦個人的・社会的能力)を育成する体系的なナショナルカリキュ

ラムの開発と実施が本格化している。汎用的能力の到達目標を定め、それらを教科横断的に編成するナショナルカリキュラムを設計している。

DeSeCoに参加したニュージーランドでは、「キー・コンピテンシー」(①思考力、②言語・記号・テキストを使用する能力、③自己管理能力、④他者との関わり、⑤参加と貢献)を育成するナショナルカリキュラムを実施している。学校レベルのカリキュラムを開発する際に、学校や教師の裁量が大きいことが特徴となっている。

D アジアの動向

知識基盤社会での生き残りをかけ、教育の革新を進める地域に、近隣のアジア諸国がある。

シンガポールでは、1997年の「思考する学校、学ぶ国家」(TSLN)の発表を契機に、思考力を重視する教育改革が進められてきた。2010年にはカリキュラム2015が示され、「21世紀型コンピテンシーと望まれる生徒の成果」の育成を目指して、21世紀に求められるシラバスが現在改訂中である。

香港では、2000年に「学び方を学ぶ」が発表され、「汎用的スキル」(①コラボレーションスキル、②ニューメラシースキル、③問題解決、④自己調整スキル、⑤学習スキル)の育成を目指した抜本的な教育改革が進められている。教育局のリードのもと、長期的な見通しをもって、段階的に新しい教育の在り方への転換が図られている。

韓国では、2009年の未来型教育課程において、DeSeCoのキー・コンピテンシーを参考にした「核心力量」の導入が検討された。同教育課程では、グローバル創意人材の育成を目指して、創意的体験活動、教科群、学年群が導入され、学校レベルのカリキュラム開発が重視されている。

4 諸外国の教育改革からの示唆

諸外国のコンピテンシーに基づく教育改革から、次の3点を指摘したい。

第一に、国際的に見ると、1990年代半ばから2000年代にかけて、資質・能力の育成を目指したナショナルカリキュラムや教育スタンダードの策定を進めている国が多い。その背景には、いずれの国も知識基盤社会に対応する教育改革が意識されており、また、キー・コンピテンシーや21世紀型スキルを推進

する動向からの影響が見られる。

第二に、育成が目指される資質・能力には、汎用的能力、キー・コンピテンシー、コンピテンシー、キー・スキル、21世紀型スキル、共通基礎、核心力量、汎用的スキルなどさまざまな用語が使用されていた。それらの用語は、「汎用的」や「キー」などの形容語と「コンピテンシー」、「スキル」といった能力を示す言葉の組み合わせになっていることが多い。

第三に、育成が目指される資質・能力の構成要素はさまざまであるが、大まかに分類すると、図1に示すようにおおむね3つに分類できた。それらは、言語や数、情報を扱う「基礎的リテラシー」、批判的思考力や学び方の学習などを中心とする高次の「認知スキル」、社会的能力や自己管理能力などの社会や他者との関係やその中での自律に関わる「社会スキル」である。

諸外国の資質・能力目標では、前述のとおり、その構成要素は、「基礎的リテラシー」「認知スキル」「社会スキル」の3つに分けることができた。言語、数、ICTを道具(ツール)として使いこなし、直面する課題を熟考して協働的に問題解決を行い、よりよき自己や社会を創造していくといった資質・能力が求められているといえるだろう。

こうした知見も踏まえ、日本の文脈を考慮しながら、今回整理した「21世紀型能力」では、「深く考える」(思考力)を中核に置き、それを支える「道具や身体を使う」(基礎力)、使い方を方向付ける「世界に生きる」(実践力)の三層で資質・能力を示している(詳細は、「21世紀型能力」の整理」を参照)。子供たちがこれからの社会において、それぞれの可能性を最大限に伸ばすことができ、「個人として自立し他者と協働しながら価値を創造して生きていけるように、知識や技能を活用できる力」が資質・能力として求められる時代となったといえる。❖

5 おわりに

コンピテンシーに基づく教育改革は世界的な潮流となっている。このことは、知識基盤社会を生き抜く資質・能力の育成が国家戦略として重要性を増していることの証左であろう。

では、どういった資質・能力が必要とされているのだろうか。

参考文献

- 1) 国立教育政策研究所(2013).『諸外国の教育課程と資質・能力ー重視する資質・能力に焦点を当ててー』(教育課程の編成に関する基礎的研究 報告書6)
- 2) 国立教育政策研究所(2014).『資質や能力の包括的育成に向けた教育課程の基準の原理』(教育課程の編成に関する基礎的研究 報告書7)

DeSeCo	EU	イギリス	オーストラリア	ニュージーランド	(アメリカほか)		
キーコンピテンシー	キーコンピテンシー	キースキル と思考スキル	汎用的能力	キー コンピテンシー	21世紀スキル		
相互作用の 道具活用力	言語、記号の 活用	第1言語 外国語	コミュニケーション	リテラシー	言語・記号・テキスト を使用する能力	基礎的な リテラシー	
	知識や情報の 活用	数学と科学技術の コンピテンス	数字の応用	ニューメラシー			情報リテラシー ICTリテラシー
	技術の活用	デジタル・ コンピテンス	情報テク ノロジー	ICT技術			
反省性(考える力) (協働する力) (問題解決力)	学び方の 学習	思考スキル (問題解決) (協働する)	批判的・ 創造的思考力	思考力	創造とイノベーション 批判的思考と 問題解決 学び方の学習 コミュニケーション 協働	認知スキル	
自律的 活動力		進取の精神 と起業精神	倫理的行動	自己管理能力	キャリアと生活	社会スキル	
異質な集団 での交流力	大きな展望 人生設計と個人の プロジェクト 権利・利害・限界 や要求の表明	社会的・市民的コン ピテンシー 文化的気づきと表現	問題解決 協働する	他者との関わり 参加と貢献	個人的・社会的責任 シティズンシップ		

図1 諸外国の教育改革における資質・能力目標
(図右には「認知」や「社会」と連続する際、最も一般的な用語の「スキル」を用いた)

Ⅲ 学習指導要領と資質・能力



国立教育政策研究所 教育課程研究センター 基礎研究部
総括研究官

西野 真由美 / にしの まゆみ

お茶の水女子大学人間文化研究科助手を経て、1990年10月より国立教育研究所（2001年に国立教育政策研究所に改組）勤務。道徳教育・特別活動を担当。1997～1998年まで教育課程審議会委員を務める。

1 学習指導要領の理念—「生きる力」

現行学習指導要領（平成20（2008）年改訂）は、「生きる力」の育成を掲げている。これは平成10（1998）年改訂から引き継がれた理念であり、これ以後、学習指導要領は一貫して、「力」の育成、すなわち広義の資質・能力の育成を目指してきたといってよいだろう。実際、「生きる力」とOECDのキー・コンピテンシーの関連について、中央教育審議会答申（2008年1月）では、「生きる力」は「社会において子どもたちに必要となる力をまず明確にし、そこから教育の在り方を改善するという考え方において、この主要能力（キー・コンピテンシー）という考え方を先取りしていた」として、その理念を資質・能力育成の世界的潮流の先駆と位置付けている。

この理念は、さらに遡れば、平成元（1989）年改訂の学習指導要領で提唱された、「新しい学力観」に繋がっている。この改訂では、「学校の教育活動を進めるに当たっては、自ら学ぶ意欲と社会の変化に主体的に対応できる能力の育成を図る」（「総則」）と明示されている。すでにこの時代から、日本の学校教育は、「記憶力中心の知識偏重の教育」（『臨時教育審議会第二次答申』）から、変化の激しい社会に主体的に対応できる資質・能力を重視する教育へと舵を切っているのである。

現行学習指導要領は、この一連の流れを継承し、変化の激しい社会を主体的に生きる力を各教科等において具体的に実現する趣旨で改訂されている。今後の学校教育で資質・能力の育成を充実させていくために、現行の学習指導要領がどのように資質・能力の育成を目指しているかを確認しておこう。

2 学習指導要領における資質・能力

A 資質・能力を培う現代的教育課題

まず、現行の学習指導要領には、ESD（持続可能な開発のための教育）やキャリア教育など、現代的教育課題の視点が盛り込まれている。これらは、いずれも資質・能力の育成を重視し、育てたい力の枠組みを明示している。これらの教育課題に応える授業づくりは、資質・能力の育成にそのまま通じているといえよう。

学習指導要領には、ESDの観点が小学校から高等学校まで総則や各教科等に広く盛り込まれている。例えば、高等学校理科の各科目では、ESDに関して、「環境問題や科学技術の進歩と人間生活に関わる内容等については、持続可能な社会を作ることの重要性も踏まえながら、科学的な見地から取り扱うこと」と明示されている。

キャリア教育については、高等学校では総則で「キャリア教育を推進すること」が明示され、「自らの将来について考えたりする機会を設ける」（小学校）、「将来の生き方を考え行動する態度や能力を育成する」（中学校）など、小学校からキャリア教育が推進されている。また、中学校理科で「職業」との関連に触れて理科を学ぶ意義を実感させるなど、各教科等の学習にもキャリア教育の視点が盛り込まれている。

B 総則に示された資質・能力と学習活動

総則では、「生きる力」を理念に掲げ、具体的に育てたい能力としては、「課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力」、「言語に関する能力」等が挙げられている。

特に注目したいのは、育てたい能力だけでなく、それらを育てるための具体的な学習活動が盛り込まれていることである。例えば、「基礎的・基本的な知識及び技能を活用した問題解決的な学習」や、現行の改訂で新たに加えられた、「学習の見通しを立てたり学習したことを振り返ったりする活動」などである。とりわけ、「見通しを立てたり振り返ったりする活動」は、単元や授業の最初に子供が見通しを立てて臨むこと、最後に振り返り活動を行うことを求めており、実質的な「学習過程」を示唆するものといえよう。

C 各教科等における資質・能力と学習活動の示し方

各教科等においても、育てたい資質・能力と学習活動が盛り込まれている。小学校の算数と理科を例に、盛り込まれている資質・能力と学習活動を表1で確認しよう。本表では、能力に関する記述を赤字で、学習活動を青字で強調表示してみた。

総則同様、各教科等においても、育てたい資質・能力だけでなく、その資質・能力をどのような学習活動を通して育てるかについての記述が充実している。

現行の改訂では、内容の見直しとともにその内容をどのような活動を通して学習するかが重視されている。例えば、算数・数学では、前学習指導要領から導入された「算数(数学)的活動」を目標全文の冒頭に移し、この活動が教科目標全体に関わっていることが強調されている。学習活動は、「内容」に盛り込まれた知識や技能の習得を、目標とする資質・能力

の育成へとつなぐ役割を担っており、各教科ともその示し方を工夫していることがわかる。

また、学習活動の示し方は、「○○活動」といった名詞表現にとどまらない。理科をはじめ複数教科において、「見付ける」、「工夫する」、「比べる」、「分類する」、「多面的に見る」など、学習活動の「鍵となる動詞」が示されている。

例えば、小学校理科では、学年別に「比較する」、「関係付ける」、「条件に目を向ける」、「推論する」という動詞がその学年における学習を貫く視点として各学年の目標に掲げられている。学習活動の中で、いわば「鍵となる動詞」を強調することによって、例えば「観察」や「実験」といった学習活動をそれが本来ねらいとしている資質や能力を育てる活動に高めることが期待されているとみられる。

3 まとめ

資質・能力を育成する授業を実現するには、育てたい資質・能力と学習内容を示すだけではなく、この両者をつなぐ学習活動をどう展開するか、すなわち学習過程の充実が求められる。現段階では、各教科等それぞれに独自の工夫がなされている。資質・能力の育成がいつそう注目されるなか、学習指導要領はどのような示し方で学校の授業づくりを支援していくべきか、今後の検討課題になるといえよう。 ❖

表1 小学校算数・理科で示された資質・能力と学習活動

	第1 目標	第2 各学年の目標	第2 内容	第3 指導計画の作成と内容の取扱い
算数	算数的活動を通して、数量や図形についての基礎的・基本的な知識及び技能を身に付け、 日常の事象について見通しをもち筋道を立てて考え、表現する能力 を育てるとともに、算数的活動の楽しさや数理的な処理のよさに気づき、進んで生活や学習に活用しようとする態度を育てる。	内容別の学年目標について、 「用いることができるようになる」 ・ 「理解できるようにする」 ・ 「表したり読み取ったりすることができるようにする」 等の表現で記述	数を用いる能力 計算の能力・適切に用いる能力 [数と計算・量と測定・図形・数量関係]の各内容について、 「できるようにする」 [算数的活動] 上の事項について、 「算数的活動を通して指導する」 として 「見付ける」 、「 比べる 」、「 調べる 」、「 表す 」、「 説明する 」等の活動を例示	・算数的活動は、基礎的・基本的な知識及び技能を確実に身に付けたり、 思考力、判断力、表現力 等を高めたり、算数を学ぶことの楽しさや意義を実感したりするために、重要な役割を果たす ・ 思考力、判断力、表現力 等を育成するため、各学年の内容の指導に当たっては、 言葉、数、式、図、表、グラフを用いて考えたり、説明したり、互いに自分の考えを表現し伝え合ったりするなどの学習活動 を積極的に取り入れる
理科	自然に親しみ、 見通しをもつて観察、実験 などを行い、 問題解決の能力 と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事象・現象についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。	「○○」について 調べ、追究するなどの活動 を通して、「見方や考え方を養う」学年別に「 比較する 」、「 関係付ける 」、「 条件に目を向ける 」、「 推論しながら 」等の視点を示す	「○○」を調べ、「(学習)事項」についての 考えをもつことができるようにする	・ 観察、実験や自然体験、科学的な体験 を充実させ、科学的な見方や考え方を育成するよう配慮 ・ 観察・実験の結果を整理し、考察する、科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動 ・ 自然に親しむ活動や体験的な活動 ・ 主体的に問題解決活動

IV 授業づくりの視点から見た資質・能力



国立教育政策研究所 教育課程研究センター 基礎研究部
総括研究官

後藤 顕一 / ごとう けんいち

1989年埼玉県立公立高校教諭、2008年埼玉県教育委員会事務局高校教育課指導主事を経て、2009年4月から現職。2013年度は、初等中等教育局教育課程課教科調査官を併任。専門は、化学教育、科学教育。国立教育政策研究所では、国内外の教育課程の調査、理系進路選択研究、教育課程編成に関する実践的研究等に従事。

1 はじめに

授業づくりの視点から、内容と学習活動、資質・能力の結びつきについて事例とともに検討することを通じて、いかなる資質・能力の内容や構造が求められるかを考える。

既に我が国でも、思考力、判断力、表現力その他の能力を育む授業の実践から、優れた事例が蓄積されている。世界的にも、子供たちの資質・能力を活用して教科等の内容の学習を進めた実践は多い。そこで、資質・能力が学校教育の中でいかに育成できるのかについて、国立教育政策研究所(2013, 2014)は、100校超の文部科学省指定研究開発学校や国立教育政策研究所研究指定校他の事例を分析し、世界の学習実践研究も基にして、次の示唆を得ている。

- ・社会の変化に対応できるような資質・能力を教育課程全体の目標として明確に位置付ける必要がある。
- ・資質・能力の育成は、形式的にスキルとして訓練するのではなく、教科等の内容の深い学びで支える必要がある。
- ・一人一人の子供が各教科等の学びを統合することで、社会の中で生きる力を身に付けられるように、教育目標と内容を構造化する必要がある。

一点目は、「生きる力」という理念の実現に向け、教科等の内容を超えて、なるべく高次な目標を掲げる重要性を謳ったものである。例えば、同じ理科の内容を教えるとしても、「科学モデル(科学的な推論や現象理解のためのモデル)」の習得から、「科学的探究スキル(予測・実験・分析・モデル化・評価・疑問生成の繰り返し)」の獲得、そして科学スキルも包含し

た「心の理論(質問・分析といった認知や、計画・振り返りといったメタ認知、協働・コミュニケーションといった社会的認知がどう働くのか)」の構成というより高次で教科横断的な目標へと設定し直すことで、得られる学習効果が変わる。資質・能力は、領域の知識(内容知)と方法論(方法知)、そのメタ認知等に支えられて育まれる可能性がある。

二点目は、北米における高次思考スキルの形式的な教授実践の失敗などに鑑み、時間をかけた教科等の領域内容の深い学習が、学習者の体験の言語化や内省を可能にすることを示唆した実践研究に基づいたものである。これらの実践からは、子供が潜在的に持つ学ぶ力や考える力を授業の場で引き出すことが、教科等の概念の深い理解や本質の把握を可能にすること、および、その学び方のメタ認知等から「個人として自立し他者と協働しながら価値を創造する力」が育成できることが示唆されている。

一点目の高次な目標を二点目の学習経験で下支えするとすれば、三点目は、それらの経験を教科等横断的に結び付けやすくすることをねらったものである。教科等の固有性は十分生かしながら、教育課程全体として、一人一人の子供が学習経験や成果をいかに関連付けるかに配慮する必要がある。各教科等のものの見方や考え方を結びつけることに加え、国立教育政策研究所(2014)では、内容と資質・能力をいったん分けて考え、「児童生徒は[知識・技能A]を[学習活動B]を通して学ぶことで[資質・能力C]を身に付ける」という構造で目標を捉え、構造を意識して授業を行う「統合的・文脈的アプローチ」を詳説している。

2 学習指導要領における資質・能力の育成に向けた学習過程

現行の学習指導要領で資質・能力を育てる学習過程がどう示されているかを検討し、授業で育てたい資質・能力の育成に向けた学習過程について考察する。総則では、「見通しを立てたり学習したことを振り返ったりする活動」という学習過程や「問題解決的な学習」、「体験学習」、「自主的、自発的な学習」といった活動も示されており、これらが各教科等の『解説』や『評価規準』に反映されていると考えられる。また、複数の教科等で、次の囲みのような形式が採用されている。

A(内容)について、B(学習活動)を通して(学習し)、C(資質や能力)を育てる(～できるようにする)

また、『評価規準』においては、「見通しをもち筋道を立てて考え表現する」、「自分のめあてを持って活動を工夫する」などといった評価の観点の例示によって、学習過程が示唆されている。表1に各教科等における学習過程の例をまとめた。

表1 各教科等における学習過程の示し方

国語	「学習過程の明確化」が今回の改訂の趣旨の一つといえる。学習指導要領の『解説』において、各能力別に小～高校までの系統表が作成され、これに従って授業を構想できるように配置されている。
社会	『評価規準』で、例として、「学習問題」を考え、「予想し」、必要な「情報を集めて読み取り」、「調べたことを「比較・関連・総合し」、事象の「特色を理解する」、「適切に表現する」といった学習過程が示されている。
生活	学習指導要領「内容の取扱い」において、具体的な活動や体験を通して気づいたことをもとに考えさせるため、見付ける、比べる、たとえるなどの多様な学習活動を工夫することが言及されている。
総合的な学習の時間	『解説』で、問題解決的な学習が発展的に繰り返されていく一連の学習活動（課題の設定→情報の収集→整理分析→まとめ→新たな課題設定のサイクル）として、「探究的な学習における生徒の姿」が示されている。

「学習活動」の鍵となる「動詞」（比較する・分類する等）を強調するなど、それぞれの教科等で「学習活動」を組み合わせた形の「学習過程」が示されている。授業実践の観点から見れば、これを一種の仮説として授業に取り組むことを通して、学習活動・過程の効果を検証することになる。

3 資質・能力育成に向けた授業づくり

資質・能力の育成に向けた授業づくりの視点を得るために、内容A、学習活動B、資質・能力Cがうまく結びついた例として、新宿区立大久保小学校の事例を示す。

この学校は、クラスの4分の3の児童が外国につながりをもつため、従来は「(日本語の)習得」をドリル等によって徹底しようとしていた。しかし、先生方は子供たちの学習意欲面も学習の定着面も課題を感じ、「探究型」授業への転換を図った。筆者が見学した授業では、探究の一環として、総合的な学習の時間において「地区伝統の『大久保つつじ』を守るにはどうしたらよいか」という問いに取り組んでいた。

授業では、児童間で活発な協議が行われていた。担当の教諭はファシリテーションに徹して児童が主体となる授業の展開を支えていた。児童が話し合いながら考えるために、図1のような思考ツール(最下段が個人、中段がグループ、上段がクラスで共有する考え)が活用され、その枠組みを使って各班及びクラス全体の考えがまとめられていった。



図1 思考ツールの活用のようす

授業のまとめとして、片面200字両面400字の原稿用紙が配布され、全児童が約2分間で書き上げた。ランダムに抽出した11名分の児童の記述を分析すると、平均314.5字と裏面まで書いた児童が多く、クラスで議論した「(つつじを守る)」「広める」といったポイントにも言及できていた。

総合的な学習の時間の学習過程に照らすと、全体として見れば「学習課題の設定」に相当しつつ、その活動の中に「情報収集」や「まとめ」、「新たな学習課題の設定」が内包されていた授業であったことがわかる。また、「大久保つつじ」という伝統財をどうするかという内容に絡めて、思考ツールの活用

や話し合い活動が設定されていた。

それでは、こうした授業からいかなる資質・能力が育成されるのか。上記授業では、終了後に、当日参観していたカナダ人記者から「友達と意見が違うときにどうするか？」との質問がなされた。これに対して、8名の児童が矢継ぎ早に挙手し、4名が答えた。その中の一名は、次のように答えた。

児童：「意見をぶつけ合うことによって自分の学びにもなるし、その意見がつながっていったり関連して深くしてゆくというのが一つの私たちの考えで、私の考えではありません」

この回答は、課題の解決に向けて意見の違いを生かして協働しながら新しい価値の創造に向かっていく「教室における自立・協働・創造」の姿といえる。また、「一つの私たちの考えで」との発言を「私の考え」と言い換えているところに、自分自身の考えを大切にする「自立」した個人を感じることができる。その他3名の児童も、他人と意見が違っても、それを聞いて関連付けて新しいアイデアを出す重要性に言及していた。一人一人の違いを大切にしながら、問題を解決する協調的な問題解決能力が育成されていることが示唆される。

こうした事例も含め、内容A、学習活動B、資質・能力Cがうまく結び付いた授業では、学習活動が子供の持つ資質・能力(例：自分の考えを一つ出して仲間と共有する)を自然に引き出し、活動が内容の理解や学習を深めることを通して、子供の自覚的な資質・能力(例：考えの違いを大切に新しい考えを出す力)に育っていく特徴がよく見られた。

一方で、内容A、学習活動B、資質・能力Cがうまく結びつかない授業には、学習活動が目的化する特徴(例：「ディベートを行うこと」が目的になる)や、学習活動と内容とが切り離される特徴(例：子供に「考えなさい」「話し合いなさい」と投げかけるのみで、何を考えるのか、何を話し合うのか、それによっていかなる答えや進歩が得られるのかわからない)、学習過程が形式化する特徴(例：「めあて」が教師によって提示されるものの、児童・生徒と共有できていない例や「振り返り」が教師による「まとめ」になり、児童・生徒一人一人の学んだことの自覚になっていない)が指摘された。

以上の対比から、子供が一人一人自らの考えを進めるなど内容の学習のために、学習活動が適切に使えたとき、その活動のよさを自覚することができ、そこから自らの資質・能力

を育てていくことができる可能性が示唆されている。大久保小学校の事例のように、これが社会的な活動の中で行われると、社会的な関わりの大切さも実感されていくのであろう。

4 資質・能力育成に向けた授業づくりの視点

国立教育政策研究所では、これら実践事例を集積し、国内外での学習科学等の学術的な知見をまとめて、資質・能力育成に向けた授業づくりの視点を次の囲みの7点に整理している。

- 1) 意味のある問いや課題で学びの文脈を創る
- 2) 子供の多様な考えを引き出す
- 3) 考えを深めるために対話のある活動を導入する
- 4) 考えるための材料を見極めて提供する
- 5) すべ・手立ては活動に埋め込むなど工夫する
- 6) 子供が学び方を振り返り自覚する機会を提供する
- 7) 互いの考えを認め合い学び合う文化を創る

(国立教育政策研究所, 2014, p.202 一部改変)

A 問いや課題による学習活動の創出

内容と資質・能力の育成を目指した学びの実現のためには、「問い」が重要である。紙幅の都合上、詳細には言及できなかったが、教育方法学の分野でも、「学習の転移は、概念や一般的な原理を、それらの知識が求める高度な思考を介して学ぶことで可能になる」との前提に基づき、内容を精選・構造化したうえで、「重大な観念」に焦点化して「本質的な問い」を問い、「永続的な理解」に至る学習過程としてパフォーマンス課題に基づく授業を設計する必要性が主張されている。

そこで、ここでは内容と資質・能力をつなぐ学習活動のための問いとはどのようなものを考察したい。具体例として、小学校4年生理科の「もののあたたまり方」を考える。

例えば、「水の温まる順番を上、下で答えなさい」という内容に関わる知識のみを問う問いでは、暗記と再生の学習活動を引き出しやすく、資質・能力の育成に結び付きにくい(ただし、これはあくまで資質・能力育成の観点であり、教育における断片的な知識の記憶の価値を否定するわけではない)。

これに対して、「水は下のほうを熱しているのに、上のほうから温まるのはなぜだろうか」といった理由や根拠を問う問いや、「熱したときの水の動きを調べるために、どうした

「らよいだろうか」といった調べ方を問う問いでは、子供の多様な考えを引き出して、考えを深めるために対話や考える材料を提供するといった学習活動が伴われやすい。引いては、子供が「対流」など現象の本質にわけいて、その概念について「深く考える」力を育むことになる。

さらに、「身の回りでもものの温まり方がうまく活用されている例をあげて説明してみよう」という問いでは、日常生活の事例と科学的な原理・概念、調べ方が一体的に結び付く可能性がある。これは、生活や社会、環境の中に問題を見いだして自律的に解決していく学習活動をもイメージしやすくし、「実践的に考える」力が育ちやすくするであろう。

こうした問いの出し方と学習成果の関係を探る実践も蓄積されている。例えば、知識構成型ジグソー法という授業実践 (<http://coref.u-tokyo.ac.jp/>) では、「豊臣秀吉はどのような社会を作ったのか」という問いに、中学生が「身分統制令」と「刀狩令」と「太閤検地」に関わる資料を分担して読み込み、三人組で内容を交換して答えを出す。そこから「秀吉は農民を武士と区別し年貢などの負担を重くして反乱を防ぎ、武士にとって安定した社会を作った」という答えが生徒の8割以上でなされる。これに対して、同じ資料を使っても、「豊臣秀吉が作った三つの制度について学ぼう」という問いでは、単に内容を羅列した答えになりやすい。つまり、知識の統合を求める問いによって子供の考える力を引き出し教科等の本質に触れる学びが可能になるのである。さらに、上記実践では、「今の社会は誰にとって住みやすいのかな?」といった自分たちの生活に関わる実践的な問いも生まれうるという。

このように問いや学習課題の視点を掘り下げることで、子供たちの資質・能力を引き出し育む授業実践の在り方を考えることができる。「深く考える」学習は、教科等の「基本」とも言える領域固有の本質に迫っていく一方で、それが日常生活や社会にどう関わるかを考えられると、教科等を超越する学習につながる可能性がある。つまり、同じ問題にも科学的な視点や社会的な視点で考えることができるようになる。それは、物事の見方を変える資質・能力を支えることになる。

B 問題解決のための「すべ」による学習活動の支援

課題に対して、いかなる解決が図られるのかを追求する視点から、教科等横断的な資質・能力育成の支援を考える道筋もある。国立教育政策研究所(2013)では、小学校理科の学

習指導要領なども参照しながら、子供の思考を促進させると考えられる動詞(例:比較する,分類する,関係付ける,多面的に見る,条件を制御する,規則性を見いだす等)を「すべ」として示した。国立教育政策研究所(2014)では、学習研究や実践の蓄積をもとに、口頭の教示などによる「すべ」のトレーニングは効果が薄い反面、「すべ」を使いたくなる「問い」や、「すべ」を繰り返し使うことができる適切な学習環境があれば、子供は自然にそれらを使うことができ、学習にも役立つ可能性が示唆された。問題は、「すべ」の活用を子供が自覚して自らの認知的なレパートリーにすることができるか、さらに、教科等を横断するような活用が実際にできるかである。

5 授業づくりの視点から

資質・能力を育むためには、実際に目標とする資質・能力が働く場面を設定する必要がある。そのために、児童・生徒が主体となって学ぶ授業をイメージし、どのような資質・能力が活用できるかを考える道筋がありうる。

資質・能力の構造化の鍵としては、それが教科等の内容を深く学ぶことに役立つものとする、そのために自然に引き出せる資質・能力を出発点とすること、および、資質・能力の下位要素を断片化してトレーニングするのではなく、一体的に使えるものとするなどが挙げられる。

内容としては、課題について「深く考える」ための思考力が中核として重要になり、その学びから疑問を持って新たな課題を実世界に探し解決する実践力が重要になる。一体化の原則から言えば、情報の収集や整理といった基礎力は、これらの力を支えるものとして位置付けられることになる。❖

引用文献

- 国立教育政策研究所(2013).『社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則』(教育課程の編成に関する基礎的研究 報告書5)
- 国立教育政策研究所(2014).『資質や能力の包括的育成に向けた教育課程の基準の原理』(教育課程の編成に関する基礎的研究 報告書7)

V 「21世紀型能力」の整理

国立教育政策研究所 初等中等教育研究部
総括研究官

白水 始 / しろうす はじめ

松尾 知明 / まつお ともあき

1 21世紀に求められる資質・能力

これまでの四論文の内容に基づき、21世紀を生き抜くために、いかなる資質・能力が学校教育において育まれるべきかを整理したい。

まず、白水論文(「いま、なぜ資質・能力の育成が重視されるのか」)では、子供たちが激しさを増す社会の変化に対応し、それぞれの可能性を最大限伸ばしていくことができるように、「生きる力」等の資質・能力がいつそう重要になってきていることを指摘した。次に、諸外国の教育課程の動向を整理した松尾論文(「どういう資質・能力が要るのか」)では、多くの国の教育課程の基準に資質・能力目標が書き込まれ、その構成要素が「基礎的リテラシー」「認知スキル」「社会スキル」に大別できることを指摘した。要素の内容の検討から、言語、数、ICTを道具として使いこなし、直面する課題を熟考して協働的に問題解決を行い、よりよき自己や社会を創造していくといった資質・能力が求められていると結論した。

さらに、日本の学習指導要領を検討した西野論文(「学習指導要領と資質・能力」)では、「生きる力」等の育成に向けて、資質・能力目標だけでなく、学習活動や学習過程までが学習指導要領に書き込まれていることを指摘した。それを受けた後藤論文(「授業づくりの視点から見た資質・能力」)では、多様な授業実践例をもとに、学習活動や学習過程を目的化・形式化せずに、教科等の内容と結び付けた形で課題解決に用いることで、資質・能力の育成が図られる可能性を指摘した。授業実践例からは、「一人一人の自立した個人が多様な個性・能力を生かし、他者と協働しながら新たな価値を創造していくことができる柔軟な社会」の構築に向けて、学校教育でも、その基盤となる資質・能力を育めることが示唆されている。

2 「21世紀型能力」としての整理

国立教育政策研究所(2013, 2014)は、21世紀を生きるために必要な資質・能力を図1のような「21世紀型能力」として整理している。すなわち、「思考力」を中核に置き、それを支える「基礎力」と、使い方を方向付ける「実践力」の三層で資質・能力目標を構造化したものである。

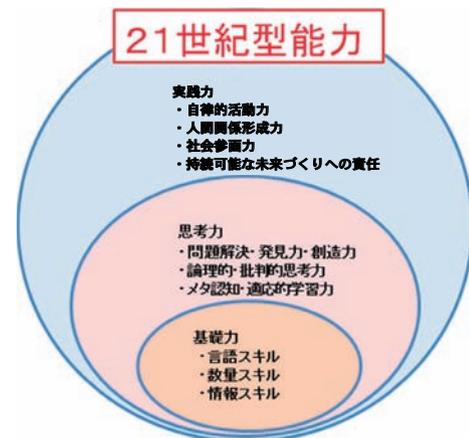


図1 21世紀型能力(国立教育政策研究所, 2013)

基礎力は、言語スキルや数量スキル、情報スキル等を構成要素とし、「目的に応じて言語や数、情報(ICT)等を道具として使いこなす力」を総称したものである。教科等の内容と重複するように見えるが、その中でも「生きて働く道具」として日々使うことができるリテラシーになったものを指す。それゆえ、言葉や数以外にも形、音、身体動作などさまざまなものが含まれる。

思考力は、問題の解決や発見、新しいアイディアの創造を行う力、論理的思考や批判的思考などさまざまな思考のモードを駆使する力、及び自らの学習過程を振り返り(メタ認知)、学び方を学んで新しい場面に使う適応的な学習力などを要素

とする。具体的には、「問題を解くために、収集した情報を既有知識等と関連付けて自分の考えを作り、それを他者の考えとも比較吟味して統合し、よりよい答えや知識を創り出す力、さらに次の問題を見つけ、学び続ける力」とまとめられる。

実践力は、これからの社会に必要な自立・協働・創造(第二期教育振興基本計画)に対応する形で、自律的に活動する力や人間関係を形成する力、社会に参画し持続可能な未来を創造する力を構成要素とする。これらはいずれも、自律や自己決定といった個人の自由に関わる価値、公正や連帯、寛容等を含む市民性、自然環境、命といった価値を含む。しかし、これらの価値を押し付けられたものとして盲目的に従うのではなく、子供自らが守るべきものと判断して大切にしていこうといった主体性が重要である。以上のように、実践力は多様な側面を包含するが、まとめると「生活や社会、環境の中に問題を見だし、多様な他者と関係を築きながら答えを導き、自分の人生と社会を切り開いて、健やかで豊かな未来を創る力」となる。

以上の「基礎力」「思考力」「実践力」は、それぞれ分離・独立したのではなく、一体として捉えられるべきものである。すなわち、「学びの道具を使って、深く考え、実践力を身に付ける」等とまとめられる。それによって、「生きる力」の育成にも貢献することを期待できる。

さらに、三つの力を「民主的な社会の形成者」(教育基本法)の観点から見ると、「知り、考え、行動する」とまとめることもできる。一人一人の子供が世界にアクセスし、主体的に思考する市民になることができれば、多様な意見が共有でき、社会がより成熟することになる。一人一人が自由に意見を述べる事が許され、意見の違いから互いの考えを深めることが自然にできるようになれば、自己肯定感も育まれやすくなるであろう。

3 従来の資質・能力モデルとの対応

21世紀型能力の三層構造で考えることで、従来の資質・能力モデルとも整合的なものになる。

例えば、キー・コンピテンシーは「反省性(考える力)」を核として、相互作用的な道具の活用力、自律的活動力、異質

な集団との交流力という三つの要素を配するが、21世紀型能力でも、思考力を中核として、道具の活用力を基礎力、自律的活動力と集団交流力を実践力と位置付けることで、その関係性を内包している。また、キー・コンピテンシーの道具の活用力(リテラシー)は常に社会参加(数学的・科学的判断や情報の読み取り等)と一体的に捉えられているが、それも実践力に包含された基礎力の位置付けでよく表されている。

21世紀型スキルとも、「働くためのツール(道具)」が基礎力、「思考の方法」が思考力、「世界の中で生きる」が実践力、「働く方法」が思考力・実践力双方に関わるものと考えることができ

4 学習過程との対応

詳細は次号の特集に譲るが、21世紀型能力の三層構造は、学習過程に関する知見との整合もはかったものである。

例えば、問題発見能力は非常に重要な目標であるし、問題解決は「問題発見—同一—計画—実行—振り返り」といった過程でまとめられるが、必ずしも最初から子供に問題発見を要求すればその力が付きやすいものでもない。問題発見は高度な認知作業だからである。むしろ、教員の用意した問いを、子供なりに同定し解いて振り返るところから、自分が解いてみたい問題が見つかる実践例なども増えてきている。

21世紀型能力の「思考力」の定義が問題解決から発見の流れになっており、そこで見つかった問題を解く過程を「実践力」に含めている背景には、こうした知見がある。また、「思考力」から「実践力」の内容が、教室の中での問題解決から教室の外—社会の中での問題解決へと広げていくことをイメージしやすいものとなっている。

次号で、21世紀型能力の詳細や構造、教科等の内容との関係、教育実践例について検討する。 ❖

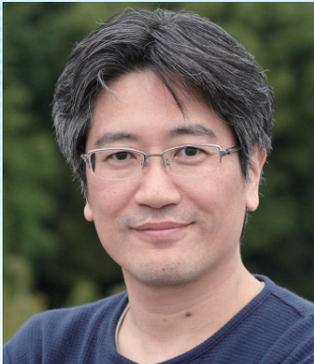
引用文献

国立教育政策研究所(2013).『社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則』(教育課程の編成に関する基礎的研究 報告書5)

国立教育政策研究所(2014).『資質や能力の包括的育成に向けた教育課程の基準の原理』(教育課程の編成に関する基礎的研究 報告書7)

第9回

変わっていく学校



撮影：宮島正信

横浜国立大学大学院 教授

根上 生也 / ねがみ せいや

1957年東京都に生まれる。東京工業大学理工学
研究科博士課程情報科学専攻(1983年中退)。理
学博士。東京工業大学助手を経て、現在、横浜国
立大学大学院環境情報研究院教授。「計算しない
数学」を提唱する数学者。2013年から始まった
「算数・数学の自由研究」作品コンクール(理数
教育研究所主催)の中央審査委員長を務める。独
特な数学の世界を展開する啓蒙的な論説や著作
多数。「頭がしびれるテレビ」「和算に恋した少
女」などを監修。

大学生に解けない問題

まず、次の問題を考えてみましょう。言葉だけでなく、図
1の左の図が添えてあるとしてもよいでしょう。

問題1 球面に内接する円柱の体積はいつ最大になるか。

ここで話題にしたいのは、この問題の解き方ではありません
ん。大学生がこの問題にどう対処するかです。

実は、ある大学の工学部の学生さんに毎年、学期の初めに
この問題を出題してみるのですが、誰もまともに答えること

ができないのでした。「円柱の断面が正方形になるときに最
大になるから…」と勝手な思い込みを前提に適当に解答する
者もありますが、大半の学生の解答题紙は白紙なのです。

当初はこの事実に驚きましたが、毎年のことなので、今で
は動かしがたい事実なのだとして受け入れています。他の大学で
試したことはないのですが、科学的な事実だともまでは言いません
が、おそらく多くの大学で同じ状況なのではないかと思っ
ています。

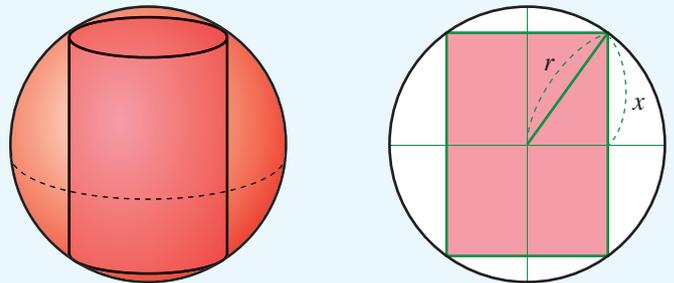


図1 球面に内接する円柱

今どきの大学生はそこまで数学の力が落ちていないとい
いではありません。理系の学部に進学した人たちなら、こ
の問題を解くのに必要な知識は十分に持っています。実際、
この問題を次のように出題しなせば、きっと理系の学生さ
んなら誰でも正解できるでしょう。

問題2 球面の半径を r とする。図1右のようにその球面
に内接する円柱の高さの半分を x とする。

1. 円柱の体積を求めなさい。
2. 円柱の体積が最大となる x を求めなさい。

問題2の1は、三平方の定理を習った中学生でも解くこと
ができます。斜辺と1辺の長さがそれぞれ r , x の直角三角
形を考えれば、円柱の底面の半径が求められます。その自乗
に円周率を掛けて底面積を出し、円柱の高さの $2x$ を掛けれ
ば、円柱の体積を表す次の式が得られます。

$$f(x) = 2\pi(r^2 - x^2)x$$

この3次関数の最大値を $0 < x < r$ の範囲で求めれば、
上の2の答えがわかります。高校2年生で習う微分を使って、
その最大値は簡単に求められます。

こういう数学の問題ならできるのに、問題1のように言葉
だけで述べた問題には歯が立たない。これはどういうことな

のでしょうか。要するに、「これは数学の問題ですよ」という見せ方をされれば、数学の知識を利用できるけれど、そうでないと、数学の知識が利用できないということです。

数学は条件反射のかたまり？

では、なぜそうになってしまうのでしょうか。その答えは明らかです。高校までの数学の勉強の仕方のせいです。

数学の先生は生徒たちに問題とその解き方を教えます。そして、生徒たちに類題を解く練習をさせます。それは当然のことではあるけれど、長年そういう構図でしか数学と向き合っていないせいで、生徒たちの心の中には、問題と解き方は先生が与えてくれる、それを覚えて似たような問題が解けるようになればよい、という考えが染みついてしまいます。

例えば、「最大値」を求める問題を見たら、反射的に、目的の関数を微分して、増減表を書いて、グラフの概形が描けるように練習しておけばよいと思う。もちろん、そう思うこと自体は間違いではありません。しかし、この思いが意味をなすのは、目的の関数がうまく立式できるときだけです。それができなければ、何も始まらない。

ところが、問題1は最大値を求める問題なのに、目的の関数を立式するための手立てが何も書かれていません。だから、彼らの心の中にある条件反射がまるで起動しない。そのため、解答用紙は白紙のまま、時間ばかりが過ぎていくのです。

一方、問題2には、目的の関数を立式するための設定が丁寧に書かれています。しかも、1でその関数を求めなさいと指示までしてくれている。実際にその関数を求めてみると、3次関数になるから、2でその最大値を求めよと問われれば、誰だって微分するしかないと思います。そして、ケアレスミスをしなければ、見事に正解することになります。

はたして、こういう彼らの状態を「数学が得意だ」と言うてよいのでしょうか。

実は、毎年、私から問題1をぶつけられている学生さんたちは、高校数学の教員免許を取るために私の講義を受講している人たちなのです。なので、自分はそれなりに数学ができると思っていたはずですが。それなのに、問題1が解けないという現実と直面するわけです。

私の目的は、けっして彼らの無能さを暴くことではありません。

せん。高校までに受けてきた数学の授業によって、自分たちがどのような人間になっているのかを自覚してもらいたいです。理系の大学に進学するくらいだから、本来は数学の能力がないわけではない。なのに、自分の中に仕込まれたたくさんの条件反射のおかげで、入試問題のように丁寧に設定の与えられている問題にしか対処できなくなっている。今度は自分たちが子供たちに数学を教える番だけれど、子供たちをそういう条件反射のかたまりに育てたいですか。そう問いつつ、生徒から先生への変身を促していきます。

問題を作るまでをゴールにする

実は、問題1にはもう1つ仕掛けがあるのでした。問い方をあえて曖昧にして単純化しているのです。例えば、球面の半径が固定されていなければ、球面はいくらでも大きくなれるので、それに内接する円柱の体積もいくらでも大きくなってしまいます。その場合には最大値は存在しません。厳密を旨とする数学の先生なら、その点を突いてくるでしょうね。でも、私は、「それでは問題として面白くないので、球面の半径を固定して考えます」と自分で設定して解答してもらうことを期待しているのです。

もちろん、数学の入試問題では、多義性のある問題の出題は許されません。問題2のように、解答に必要な記号などがすべて設定されていて、その設定に従って、勉強してきた知識を活用して、問題を解いてくれることが期待されます。だから、誰が解いても、だいたい同じ解答になります。なので、採点も簡単です。そもそも入試は自分の人生を掛けて緊張しまくっている場面です。その上、解答時間も限られていますから、受験生には、問題1のような曖昧な問題を悠長に考える心の余裕はないでしょうね。

一方、「算数・数学の自由研究」をした子供たちは、当然、問題2のように丁寧に書き下されたものではなく、問題1のように曖昧に問われた問題を出発点にしたはずですが。それを研究していく中で、問題をだんだんと具体的な形に変えていって、算数や数学の授業で学んだことを活用して解決できる状態にしていきます。つまり、「自由研究」で問われているのは、数学の問題を解く能力というよりも、問題を数学にして解く能力なのです。

こういう言い方をしているときの「数学」は学校で習った数学を意味していますが、私としては、問題を数学に変えていくところも含めて「数学」と考えたい。

この考え方は、私が編纂した高校の『数学活用』の教科書にも貫かれています。例えば、この連載の第4回で紹介したカードを並べる問題を思い出してください。同じ番号のカードが2枚ずつあり、同じ番号のカードの間にはその番号と同じ枚数のカードがあるように、すべてのカードを並べられるか、という問題でした。何回か高校生を相手にこの問題を扱った授業をしたことがあるのですが、なかなか好評でした。

最初は単にパズルだと思ってチャレンジしてもらいます。その活動の中で証明すべき命題を自分たちで見出すように誘導していきます。そして、その命題が正しいかどうか、さらに検証を続けてもらいます。私が「もうやめようよ」と言っても、どの生徒さんもなかなか手を止めようとしません。本当はどの子も数学的な活動をするのが好きなのですね。

ある高校では、私の授業を見ていたある先生から「ふだん見られない生徒の表情を見せてもらえて、ありがとうございました」と言われました。私は心の中では「ふだん、どんな授業をしているのですか」というフレーズが思い浮かんでいましたが、もちろん声には出しませんでした…。

しかし、その命題の証明を解くべき「問題」だと捉えてしまうと、本当に数学が得意な生徒しか楽しむことができなくなってしまおうでしょう。そして、その問題に興味を持ってくれた生徒が現れると、数学の先生はどうしてもその子の言動ばかりに注目してしまい、他の生徒たちを置き去りにしてしまう傾向があります。

もちろん、そうになってしまう気持ちはわかりますが、「こういう命題が証明できればいいんだ」という理解を得るまでをゴールにすると覚悟を決めて、授業をしてはどうでしょうか。そうすれば、あまり数学が得意でない生徒でも楽しめる授業が展開できます。それを、問題を作ることを目的に活動を行うと捉えてもよいでしょう。そして、発見した問題を解くことは、数学が好きな生徒の宿題にすればよい。

実は、数学者にとっても、問題を作るという能力は非常に重要です。当然のことながら、数学者が解くための問題集があるわけではありません。未解決問題として有名な問題もたくさんありますが、そういう難問に人生を捧げてしまうのは、

かなり危険です。なので、身の丈に合ったよい問題を見つけて、それを解決して論文にする。解決できなければ、研究者どうしてそれを共有して、誰かが解いてくれるのを期待する。数学者はそういう活動をしているのです。

そう考えると、「算数・数学の自由研究」においても、問題を作るまでをゴールにした研究があってもよいと思います。その問題をどうやって見つけたのか。その問題がどうして面白いのか。そういうことを議論してレポートにまとめればよいでしょう。

学校の売りにする

『数学活用』や「算数・数学の自由研究」は、私が考えるところの数学教育を少なからず実現してくれるものです。だからといって、やり方を覚えて問題を解くという算数・数学の勉強を全面否定しているわけではありません。大学受験の存在が教育を悪くする元凶だと主張する人もいますが、受験勉強を否定したところで現実的ではありません。

なので、受験勉強的な数学の指導は今までどおりにやってください。それはそれでいいから、ときには『数学活用』に書かれているような話題にも触れてみてはどうですか。先生が率先して「算数・数学の自由研究」に応募することを企ててみてはどうですか、と私は訴えたい。

幸いなことに、「自由研究」に応募してくれた児童・生徒たちの数は驚くべきものでした。指導された先生たちのご尽力によることも大きいと思いますが、ああいう研究を志向する小・中学生が日本にはたくさんいるのです。その子たちが高校生になったとき、はたして、やり方を覚えるだけの数学に満足するでしょうか。

また、大学に入った途端に忘れてしまうような勉強を自分の子供にはさせたくないと思っているエグゼクティブ・ファミリーも増えているようです。徹底した受験指導を売りにする学校があるのは当然ですが、ぼちぼち『数学活用』や「自由研究」をやっていることが学校の売りになる時代が近づいているような気がしています。❖

第9回

災害と時定数



高知工科大学 教授

八田 章光 / はった あきみつ

1963年愛知県に生まれる。京都大学工学部電子工学科卒業、同大学院修士課程電子工学専攻修了、博士後期課程単位取得退学。大阪大学工学部電気工学科助手、高知工科大学電子・光システム工学科助教授を経て、現在は同システム工学群教授、総合研究所ナノテクノロジーセンター長、国際交流センター長。2012年より高知県教育委員会教育委員を務める。博士（工学）。専門は放電プラズマ工学、薄膜電子材料、エネルギー環境教育。

停電

夏休みにスリランカへ旅行しました。外国人観光客向けの少し贅沢なホテルに泊まりましたが、部屋には大きなキャンドルがあり、なかなか気のきいたもてなしかと思いました。しかし、キャンドルはシャワールーム・トイレにもあり、最初の夜にさっそくその意味がわかりました。スリランカでは毎日のように停電するのです。今回の旅行中は数分程度の停電を何度か経験しましたが、キャンドルを点けるまでには至りませんでした。スリランカでは電力供給が不安定で、長時間の停電も珍しくないそうです。日本のホテルも非常用の懐中電灯や非常用発電機を備えていることと思いますが、停電をほとんど経験しないので意識することは少ないですね。ホ

テルの部屋に入れば、まず非常用設備や避難経路を確認しなければいけないところですが、ようやく部屋に落ち着いてホッとすると、ふだんは起きないこと、発生する確率が低いことにはなかなか関心が向かいません。自然災害も同じで、日常的には起きない自然現象に対して、私たちが如何に対処すべきかが問われています。



図1 ホテルのキャンドル

時定数

自然現象の中には、その変化がおおよそ指数関数にしたがうものが少なくありません。時間 t とともに指数関数 $e^{-\frac{t}{\tau}}$ にしたがって進む現象について、 τ を時定数 (time constant) と呼びます。時定数は数学的には $e^{-\frac{t}{\tau}}$ の値が $e^{-1} = \frac{1}{e} \doteq 0.37$ 倍になるという、やや中途半端な印象を与えますが、時定数の3倍経過すると約0.05にまで小さくなり、現象がほぼ収束します。ぴったり時定数が経過するごとに現象が起きるというのではなく、時定数からその数倍程度の時間で、現象が収束すると考えます。放射性元素の場合は $\frac{1}{2}$ に減少する時間を半減期と呼びますが、考え方は同じで、半減する時間であってなくなるわけではありませんが、減少する時間の目安として使われます。

繰り返し起きる現象では繰り返しの時間間隔を周期と呼びますが、繰り返し現象の中にも時定数を持った自然現象が潜んでいることが多く、時定数と周期が密接に関係している場合があります。ここでは時定数の意味を少し広く捉えて、指数関数に限らず何らかの現象が起きるおおよその時間間隔を、繰り返し現象の周期も含めて時定数と総称することにします。

人間にとって身近な時定数・周期は、朝と夜を繰り返す1日、

月の満ち欠けや潮汐に関わる1か月、季節の変化を繰り返す1年です。長い時定数として干支(えと)の60年周期は、人間の寿命に相当する時定数と考えられます。そして、人間の寿命に相当する時定数が災害、天災に大きく関わっていると考えられます。一世代の人間が経験できるのは60年程度に限られます。伝聞や文字によって過去数千年以上の知見を蓄えてきた人類ですが、数万年以上の時定数で起きるような自然現象についてはほとんど知らないということを自覚しなければなりません。

天災は忘れた頃に

毎年のように大雨で氾濫を繰り返す川があったとします。人間は毎年起きる氾濫のリスクを認識して、川の周辺を住居にはしないでしょう。しかし人間が認識・理解して対応できる自然現象の時定数は、長くても数年程度までです。数十年に一度、数百年や千年に一度となると、仮に歴史の知識があったとしても、本人の経験・実体験がないために、リスクの把握と対処は難しくなります。

川の増水や氾濫のようすを理解すれば、堤防を築くなどで例年の氾濫を抑えることが可能になります。しかし自然の現象は毎年まったく同じではありません。何十年に一度という頻度で、平年並みと呼ばれる平均値とは大きく異なる降水量となることがあります。また、川を堤防で囲ったことが災いして、数十年、数百年の時定数で川底に徐々に土砂が蓄積され、それに応じてさらに堤防を高くしていくと、いつのまにか天井川になって、堤防が決壊した際のリスクを増大してしまうこともあります。毎年リスクを抑えたことが、万が一氾濫した際の被害を増大することになり、また発生確率を下げるのが時定数を大きくし、リスク認識を難しくすると考えられます。

「天災は忘れた頃にやって来る」とは日本の物理学のパイオニア、寺田寅彦の言葉とされていますが、言葉そのままではなく、随筆「国防と天災」で述べていることの本質と思われる。人間が忘れるまで天災が待っているわけではなく、忘れた頃に起きる自然現象、すなわち人間にとって非常に長い時定数で起きる自然現象が天災につながると理解できます。人間の寿命のオーダー、数十年という時定数を超えるような

長い時定数で発生する事象に対処することは、たいへん困難です。人間が過去の経験を忘れてしまうこと、後世に伝えていないことが天災の要件であると寺田寅彦も考えています。

地震と火山

日本はプレート境界にできた島国です。大陸を載せたプレートと海洋のプレートは少しずつ、しかし着実に動いています。プレート境界には徐々に歪みが蓄積されて、いずれ必ず大きく動きます。問題はその時定数が人間の寿命よりかなり長いという事実です。もし仮にプレートの動きが速く、巨大地震が毎月、毎年のように頻繁に発生するのであれば、私たちはさまざまに対処してきたことでしょう。津波が頻繁に襲ってくるなら、海岸付近に住むことは考えられません。地盤の弱い土地も避けるでしょう。しかし自分の一生のうちに起きるか起きないかというほどの頻度になると、リスクとして認識することが難しくなり、場合によっては対処しなくなります。

プレート境界である日本列島の地盤には無数の断層と多くの火山があります。断層は過去に地殻が動いてできたのですが、その断層が将来動くか動かないかを断定することは困難でしょう。見る見る動いているとか、毎年ずれていくということなら、活断層か否かを認知することは難しくありませんが、数百年、数千年に一度動くとなると、人間の寿命に対して時定数が大き過ぎて認識を難しくします。活火山の噴火も同じです。

雷

雷は、地震に比べてはるかに頻度の高い自然現象です。日本に住んでいると、毎年何度も雷鳴や稲光を経験すると思います。ところが、身近な場所への落雷となるとどうでしょうか。経験があるにはあっても、それほど頻繁ではないと思います。雷放電の大部分は雲間(雲と雲の間)で生じていて、地上への落雷には至りません。落雷しても、市街地では多くが高い建物の避雷針や電柱の避雷線への落雷となり、被害はほとんどありません。広場やグラウンドなどでの落雷事故が時々報道されますが、その確率は、リスクを身近に感じさせるほどで

はありません。落雷の被害は、あう確率が低い、つまり自分の身の回りで発生し、経験する時定数が長いわけです。

雷研究者の河崎善一郎が「遠雷」という文学的表現の誤りを指摘しています。「遠くで雷が聞こえる」という感じ方や考え方が間違っているというのです。雷鳴は10km程度の距離までしか聞こえません。一方、雷が発生する積乱雲の高さは10km以上にも達します(図2)。ゴロゴロっと雷鳴が聞こえたら「遠く」ではなく「真上」で鳴っていると考えなさいと言っています。



©IDC/orion/amanaimages

図2 積乱雲

理科を活かして考えましょう。光の速さは秒速約30万kmなので、10km程度であれば人間が認識できない短時間、まさに一瞬で伝わります。音速は空気中で340m/s程度ですから、例えば10kmを伝えるには $\frac{10}{0.34} \div 29.4$ となり約30秒かかります。稲妻の発光から雷鳴が聞こえるまでの時間を数えて0.34kmをかけ算すれば、雷までのおよその距離がわかります。稲妻が見えてから30秒もかかってやって来る雷鳴であっても、その距離はわずか10kmほどなので、「遠雷」と思っはいけません。

土木技術

地表の形、地形はプレート移動など地殻の変動と海や川による侵食、風化、植物の繁殖などによって形作られたものです。偶然土砂が崩れて土が露わになっている所があれば、最近の土砂崩れを認識できますが、100年もすれば立派な森林に覆われてしまうでしょう。植物が生い茂って緑に覆われていると、「活発な地殻の動きや繰り返される土砂崩れ」といっても、長い時定数で繰り返している自然の営みを見抜くことは難しくなります。

津波に対する確実な防災は高台移転です。過去の経験から

高台に移転して、今も安心して高台に住み続けている集落があります。一方で、山岳地や丘陵は侵食され、崩壊していきます。地上のいかなる場所にも、逃れることができない自然の営みがあり、リスクのない場所はありません。土石流や土砂崩れ、平野であれば洪水が起きる時定数、リスクの大きさは場所によって異なります。山から平野へつながる扇状地(図3)は今も繰り返し土石流が堆積を続けている場所ですから、リスクは容易に認識できます。認識できるからこそ、小規模な土石流に対して砂防ダムなどで対処してきたのです。時定数が短くて頻発する軽度の現象に対処して安心を得たことが、より時定数が長かつ大規模な災害のリスクを忘れさせてしまう結果となります。



©FUSAO ONO/SEBUN PHOTO/amanaimages

図3 扇状地

地盤が不安定で平野の少ない日本では、土木技術が世界最高のレベルに発展してきたと思われます。優れた土木工事によって、頻発する小さなリスクを回避することはできますが、地殻の動きや風雨による土地の侵食を本質的に止めることはできません。目先の対処によって私たちが受ける恩恵はとても大きなものです。しかし、一方で地形が変化するような大きな自然の営みは依然として続いているにもかかわらず、リスクを見失ってしまう危険があることに注意しなければなりません。

映像の力

筆者はインド洋大津波で初めてリアルな津波のビデオ映像を目にしました。東日本大震災ではさらに多くの映像が残され、津波の実体を理解することができました。伝聞だけでないこの映像の記録を、人類は活かすことができるでしょうか。長い時定数を今度こそ克服すること、これからの人類の知恵が試されているように思います。



第9回

変貌する研究の世界



大阪大学全学教育推進機構 准教授

中村 征樹 / なかむら まさき

1974年神奈川県に生まれる。1997年東京大学教養学部教養学科科学史・科学哲学学科を卒業、2005年東京大学大学院工学研究科先端学際工学専攻博士課程修了。博士(学術)。東京大学先端科学技術研究センター助手、文部科学省科学技術政策研究所研究官を経て、2007年より現職。専門は科学技術社会論・科学技術史。最近の編著に『ポスト3・11の科学と政治』(ナカニシヤ出版、2013年)。STAP問題では、理化学研究所研究不正再発防止のための改革委員会の委員も務めた。

STAP問題と理研改革委

「STAP細胞問題」をめぐって筆者は、理化学研究所が研究不正の再発を防止するために設置した「研究不正再発防止のための改革委員会」の委員を務めた。改革委の最初の会合は2014年4月10日。ちょうど大学の授業が始まったところだった。それから、授業の合間をぬって大阪と東京を往復する2か月が始まった。

委員会は公式・非公式合わせて20回弱に及び、原則として非公開で行われた。非公開の会合の際に、どこから嗅ぎつけたのか記者が会場付近に張り込んでおり、急遽、会場を変更したこともあった。東京在住の委員からは、自宅まで記者

が来たという話も聞いた。今回の問題が社会の並外れた関心と呼んでいることを実感させられた。

6月12日、委員会は「研究不正再発防止のための提言書」をとりまとめた。提言書では、STAP問題の背景として、iPS細胞研究を凌駕する画期的な成果を獲得したいとの理研CDB(発生・再生科学総合研究センター)の強い動機があったと推測されること、CDBや理研本体に組織としての構造的な欠陥があったことを指摘した。そのうえで、関係する個人・組織の責任を明確にし、理事の交代も含めて相応の厳しい処分を行うこと、任期制職員の雇用を確保したうえでCDBを解体すること、今回の問題に関する徹底的な調査・検証を行うことなどを提言した。

改革委の提言には好意的な反応も多くいただいたが、その一方で「CDB解体」という提言への批判も多く寄せられた。

昨今の独立行政法人では組織の改組は頻繁に行われており、センターの廃止・新設もそれほど珍しいことではない。CDBの設立から14年が経過し、発生・再生科学分野の研究をめぐる状況も設立当初からは大きく変化している。任期制の職員の雇用を確保したうえで、理研内で組織の抜本的な改革を行うことは、再発防止のためにそれほど並外れた要求だろうか。提言書では、「新たに発生・再生科学分野を含む新組織を立ち上げる」こと、「現センターに近いセンターをつくる」ことも想定しているのである。

改革委の提言には一部批判もあったが、その多くは提言書をしっかり読んでもらえれば解消するのではないか。「CDB解体」以外のメッセージにも目を向けてほしい。提言書公表後の反応をみるなかで、委員の間にはそんな思いもあった。

いずれにせよ、大きな反響を呼んだ提言となった。

改革委提言書では書かなかったこと

提言書では、委員会の提言が確実に履行されるよう改革のための提言を理研が確実に履行可能な8項目に絞った。しかし、委員会内部での議論は、必ずしも提言に盛り込んだ8項目に限られるものではなかった。

さきほど「任期制職員の雇用の確保」と書いた。CDBに所属する230人ほどの研究員は基本的に任期付きで雇用されている。研究室を主宰する研究員(大学では教授や准教授に

相当)であっても任期は5年で、その多くは1回の更新により最長10年までCDBに在籍できるにすぎない。研究を補助するテクニカルスタッフにいたっては、基本的に単年度契約で、評価により更新は可能だが、それも研究プロジェクトが終了したらそれまでである。最近では大学でも任期付きのポストが増えてきているとはいえ、CDBにおける任期制研究員の多さはその比ではない。

実をいえばこれはCDBに限ったことではない。理研には現在、約3000人の研究員が在籍しているが、理研全体で見てもその9割近くが任期制なのである。研究者に占める任期制の割合は、国内の大学・研究機関のなかで飛びぬけて高い。国際的にみても、9割近くが任期制研究員の組織というのは稀有な存在だろう。

ちなみに、今年(2014年)春に特定国立研究開発法人の指定をめぐって理研と並んで名前があがっていた産業総合技術研究所では、2300人弱の研究員のうち、任期付きなのは270人ほどにすぎない。理研とは対照的に、9割近くの研究員が定年制なのである。

歴史を遡ると、理研もはじめてから任期制の研究員がこれほど多かったわけではない。雇用形態として任期制が採用されたのは、1985年であった。それでも1990年頃までは、任期制の研究員は全体のごく一部を占めるにすぎなかった。それが急速に増加したのが1990年代の半ば以降だった。1997年には定年制と任期制の割合が逆転し、2000年を超えた頃には大多数の研究員が任期制という状況を迎えた(図1)。

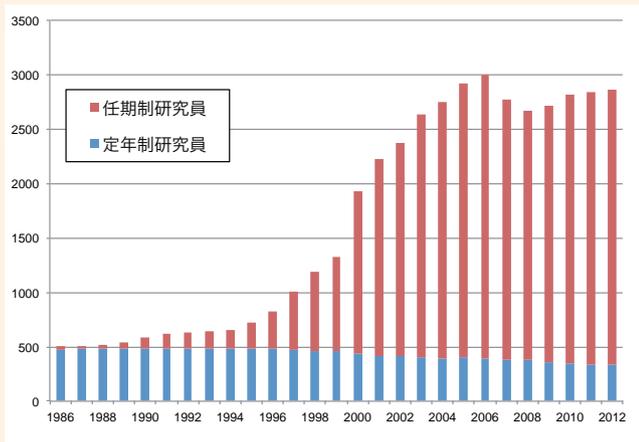


図1 理研の研究員（定年制／任期制）の数の推移^{※1}

委員会では、STAP問題とそれに対する理研の対応の背後に潜む問題として、研究不正行為を抑止できなかったことを

自分たちの問題として捉え、解決に向けて積極的に取り組もうというオーナーシップ(ownership)が希薄なのではないかという点も議論になった。

そのときに問題にあがったのが、研究員のおよそ9割が任期制という、理研をとりまく特異な状況であった。短い任期の間に大きな研究成果を出さないと次がないという厳しい環境のなかで、研究不正の再発防止に全構成員が積極的に取り組むことはかなり困難なのではないか。そんな意見も交わされた。むしろ任期制自体に問題があるわけではないかもしれない。流動性の高い研究組織や、優れた研究成果が要求される厳しい研究環境によって、一定の成果がもたらされている面は否定できないだろう。しかし、そのことによって損なわれているものも少なくないのではないかと。

理研のここまで大胆な任期制の導入について、その功罪を含めて多角的に検証すべき段階に来ているのではないかと。それは、提言には盛り込まなかったものの、今回の問題を考えるうえで無視できない点と思われた。

政策のなかの理研

理研で任期制研究員の急拡大を可能としたのは、予算規模の急激な拡大だった。

1980年代初頭には100億円規模だった認可予算は、1990年には200億円を超えた。1995年には300億円を突破し、2001年には900億円近くにまでなった。その後、近年はいくらか減少傾向にあるとはいえ、年間予算は800億円から1000億円の間を推移している。^{※2}

この背景にあったのは、政府の科学技術政策だった。

1995年、「科学技術創造立国」を目指し、科学技術の振興を強力に推進していくことを目的に、超党派の議員立法で科学技術基本法が制定された。翌年には第一期科学技術基本計画が策定され、「社会的、経済的ニーズに対応した研究開発を強力に推進」とするとともに、「基礎研究を積極的に振興する」ための施策が始まった。そのような目標を実現するべく、政府の科学技術関係予算は飛躍的に増大した。

そこで増大した科学技術予算の大きな受け皿となったのが理研だった。1990年代半ば以降、とりわけ前者の「社会的、経済的ニーズ」に応えるべく、理研には新たなセンターが次

から次へと設置されていった。90年代半ばからの10年間に新たに設立されたセンターは10を超えた(表1)。

表1 理研に1990年以降に新たに設立されたセンター等^{※3}

1990	フォトダイナミクス研究センター(2005.9終了)
1993	バイオ・ミメティックコントロール研究センター(2008.9終了)
1997	播磨研究所
	脳科学総合研究センター
	理研BNL研究センター
1998	地震防災フロンティア研究センター(2001.4所属換え)
	ゲノム科学総合研究センター(2008.3廃止)
2000	植物科学研究センター(2013.4統合)
	遺伝子多型研究センター(2008.4改称)
	発生・再生科学総合研究センター(CDB)
2001	ハイオリソースセンター
	免疫・アレルギー科学総合研究センター(2013.4統合)
2005	感染症研究ネットワーク支援センター(2010.4改称)
	放射光科学総合研究センター
2006	仁科加速器研究センター
2011	生命システム研究センター

STAP問題の舞台となったCDBも、一連の政策のなかで設立された組織である。

1999年12月、小淵政権は、「人類の直面する課題に応え、新しい産業を生み出す大胆な技術革新に取り組む」ことを目的に、「ミレニアム・プロジェクト(新しい千年紀プロジェクト)」を立ち上げた。プロジェクトの一環として、「自己修復能力を用いた再生医療の実現」が謳われた。その政策遂行を担う機関として理研に設置されたのがCDBだった。

科学研究の直面する新たな局面

このようなかたちで理研に設立されてきた研究センター群は、従来の科学研究が置かれてきた状況とは大きく異なる要請に直面することになった。潤沢な予算と引き換えに、なによりも「成果」が求められる。それも、純学術的に重要であるだけでなく、社会的・経済的ニーズへの貢献が重視される。個々の研究者だけでなく、組織としての研究センターもまた、成果が厳しく問われるのである。

予算が潤沢であったとしても、そもそもが具体的な政策課題への対応が期待されたものである以上、基礎研究のように将来にわたって継続的に支援することが前提とされているわけではない。

研究センターの存続自体も前提とはされない。仮に大きな

予算が獲得できたとしても、その予算は一定期間の後に打ち切られてしまう可能性が高い。組織の存続のためには、予算の獲得が至上命題となる。そのような予算的制約のもとでは、研究員の雇用を将来にわたって保障することは難しい。任期制研究員の急速な増大は、このような背景のもとでもたらされてきた。これは理研に限らず、プロジェクト型の予算の拡大に伴って、日本中の大学や研究機関で生じている。ただそれが極めて特異的なかたちで現れているのが理研なのである。

政策課題が設定され、その達成のために科学技術予算が重点的に配分される。政策課題実現への貢献という観点から、研究が評価される。現代の科学研究はそのような新しい局面に直面している。基礎研究に対する従来型の予算措置も維持されているが、折からの不況もあり、政策的には前者の占める重みは、近年、さらに大きくなっている。

これは一見、効率的・効果的な仕組みのようにも見える。しかし、科学研究をとりまくそのような状況は、他方であちこちに歪みをもたらしているのではないかと。理研をとりまくこの間の事情をみると、そのような思いがよぎる。

理研が転換期にあった1998年から2003年にかけて理事長をつとめた小林俊一は、「常に適正規模を意識し、安易な膨張主義を排する」ことを経営理念に掲げていた。しかし現実には理研の規模は、その間、倍以上に拡大した。小林はそのことについて、「^{くじ}忸怩たるものがあります」と吐露している。^{※4}

研究の世界は近年、大きく変わりつつある。それは一方で、社会から熱い期待が科学技術に寄せられているということであり、科学研究がそのような期待に応えることそれ自体は望ましいことではあるだろう。しかし、そのために研究の世界があまりに急激に変貌することは、より長い視野でみたときどのような意味を持つてくるのだろうか。そのことを冷静にとらえ直す時期にあるのではないかと。改革委での議論を通して、そんなことを考えさせられた。

補注

- ※1 「理化学研究所 概要説明」(理化学研究所第1回研究不正再発防止のための改革委員会、配布資料2)より作成。
- ※2 理化学研究所史編集委員会編「理研精神八十八年 資料編」(2005年)73ページ、および前掲資料より。
- ※3 <http://www.riken.jp/about/history/>より作成。
- ※4 「理研精神八十八年」, 409ページ。

NPO法人 学校支援 のべおかはげまし隊



NPO法人
学校支援 のべおかはげまし隊 事務局長
桑畑 拓 / くわはた ひろむ

はじめに

理科・数学の授業支援《はげまし隊》は文部科学省指定の学校支援地域本部事業をきっかけに、2009年10月に旭化成延岡支社、旭化成延岡OB会の協力を得て、岡富中学校1年生を対象に始まり、年を追って拡充し、2012年10月にはNPO法人化されました。現在では幅広い協力を得て、約130名のボランティアが市内8中学校で活動し、延岡市内の中学1年生の約90%が支援を受けています。

シニア力の活用

学校支援地域本部事業は、地域の力を学校に取り込んで、幅広く教育の充実を図るものです。授業を支援するボランティアとして人材と時間が確保できるのは、シニアが大多数でした。

シニアは褒め上手です。人生経験も豊富であり、「みまもり、よりそい、はげまし」ことに長けています。生徒の可能性を引き出す優れた力がシニア力です。

苦手意識の克服

数学が嫌い、苦手だという生徒は少なくありません。これまでに失敗経験を積み重ね、十分な指導もなく、意欲を失ってきたのではないかとされます。しかし、「苦手だ、嫌いだ」というその裏には、「好きになりたい、苦手を克服したい」という気持ちも見えます。私たち大人は、生徒たちの「苦手を克服したい」という思いをしっかりと受けとめる必要があります。

中学1年生は35人学級が基本です。教員一人による一斉授業では、生徒一人一人の習熟度に応じた指導が不可能な

ことは容易にわかります。苦手克服には、生徒個々の状況に応じて、今置かれている状態からステップアップできる指導が必要になります。小さなステップアップであっても、できたことを認められることが大事です。中学生であっても、通分ができたことをにっこりとして褒めてくれる人が必要なのです。

苦手を克服するには、「みまもり、よりそい、はげまし」してくれる人が必要なのです。

授業支援の実際

授業では教員とはげまし隊員（ボランティア）3～4名が毎時間生徒を見守り、指導・支援します。



ボランティアの活動は

- ① 授業開始に合わせて教室後方で待機する。
 - ② 教員の説明を生徒と同じように聞き、見守る。
 - ③ 演習が始まると、机間巡視をして見守る。
 - ④ 生徒のとまどい、つまずきに寄り添う。
 - ⑤ とまどい、つまずきを克服するよう励ます。
 - ⑥ 克服したことを褒める。
- となっています。

はげまし隊運営に関しては、教員、はげまし隊員、教育委員会などが立場に応じて果たしてほしい役割を『はげまし隊導入の手引き』として提示しています。

ボランティアをお願いすると、「数学はもう…」と尻込みされます。そのような方には「みまもり、よりそい、はげましの姿勢で接していただければよいです。思い出しながら支

援すれば、無理はありません」と説得します。

教員には「通常の授業をふつうにやってもらい、演習のときに先生の分身が3人いると思ってください」と話しました。

成果

生徒たちは「やさしく教えてくれて、わかるようになった」「嫌いだったけど好きになってきた」などと、数学への抵抗感が薄れ、授業に取り組む姿勢が改善されてきています。

教員は「個別指導が行き届いてきた」「授業への取り組み姿勢がよくなってきた」などと、成果を実感しています。

はげまし隊員からは「生徒との時間が楽しい」「日々の生活が充実している」「生き甲斐になってきた」などの声が聞かれ、週2回の支援の負担感よりはるかに大きな喜びと充実感が得られています。

このように三者ともに「ありがとう」の言える関係ができています。学力向上はもちろんのこと、数値として表し切れない信頼、感謝、自信、存在感などの効果が上がっていると三者が相互に実感しています。学社連携により生徒たちの健全な成長に寄与できる活動であると思っています。

展望と課題

このボランティア活用は、生徒、教員、隊員の三者とも得るものがあり、相互の理解と信頼が深まってきていて、2年生の支援などの拡充が求められています。しかし、これはさらなる隊員の確保なくしては不可能なことであり、最も大きな課題となっています。そこで、成果を周知して認知度の向上を図るとともに、紹介を中心に隊員の拡充に努めています。

おわりに

さらなる充実を目指して積極的に取り組んでまいります。「のべおかはげまし隊」とインターネットで検索すると、活動状況の動画なども出てきます。是非ご覧いただき、ご意見・ご質問等お寄せください。❖

さくら女子中学校開設計画

さくら・ビジョン・タンザニア日本代表
慶応義塾大学 名誉教授

岩男 壽美子 / いわお すみこ

アフリカ東海岸に位置するタンザニア連合共和国の、ケニアとの国境に近いキリマンジャロの山麓にあるマサイの村に、「さくら女子中学校」という全寮制の中学校を日本の支援で開設する計画を進めています。

「他家の男の妻になる娘の教育は無駄」という考えが根強く残るなかで暮らすマサイの少女たちは、中学校に進学しないと、10代はじめには親の決めた結婚をさせられ、沢山の子供を産み、貧困から抜け出せないでいます。

そこでさくら女子中学校では、理数科目担当の教員を日本から派遣して理数科教育に力を入れるとともに、日本的価値・行動様式である丁寧さ、細部への気配り、努力、工夫、改善といったことを、学びのなかで強調しようとしています。男性優位の国で女性が実力を認めてもらうには、理数系の能力をもつことが有効な手段になります。卒業生は、この国が必要とする技術者、医療職従事者、科学者などとして活躍することを目指すばかりでなく、日本から進出する企業にとっても頼りになる人材に育つと期待されています。

建築を計画しているさくら女子中学校の理科実験室では、資金難のために必要な器具や備品を購入する目途が立っていません。

そこで、日本各地の学校などからの、中古品を含めたご支援を求めています。ご支援・ご協力をいただける場合には、<http://sakura-project.info> というホームページの「お問い合わせ」を通じてご連絡くださいますようお願いいたします。❖

編集後記

うれしいニュースが2つあります。1つは、2014年のノーベル物理学賞に3人の日本人が選ばれたことです。もう1つは、今年度の「算数・数学の自由研究」作品コンクールに、昨年を上回る11,000作品以上の応募があったことで、この場を借りて御礼申し上げます。

次号では、特集「資質・能力の育成を目指す教育とは」の第2弾として、「21世紀型能力」をさらに詳しく解説していただきます。また、作品コンクールの受賞作品を発表いたします。 (財)理数教育研究所 事務局

ノーベル化学賞に加えて平和賞も受賞したライナス・ポーリング ～ワシントンD.C.での反核デモ行進(1962年4月28日)～

写真の先頭でプラカードを持つのは、アメリカの化学者ライナス・ポーリング(1901～1994年)です。既に1930年代に化学の世界に量子力学の考えを導入して化学結合の本性を明らかにし、物理学と化学の橋渡しの役割を果たすと評価され、ノーベル化学賞受賞が当然視されていました。それがようやく実現したのは、ビキニ環礁で水爆実験が行われ、第五福竜丸も被爆した1954年のことです。

それより前、日本に原爆が投下された1945年以来、科学者の社会的責任の問題に関心を抱き反核運動を展開していた彼は、水爆実験に怒りを強め、1958年には世界中から1万2千人ほどの科学者たちの核実験禁止の署名を集め、国連へ請願しました。その効果もあって、1963年8月に米英ソ間で「部分的核実験禁止条約」が調印され、それが発効した10月10日、1962年度ノーベル平和賞が彼の頭上に輝きました。科学者と政治のかかわりの在り方を考えさせる事例です。

大阪教育大学名誉教授 鈴木善次/すずき ぜんじ



© CSU Archives/Everett Collection/amanaimages

Rimse (リムス)

No.10

編集・発行 (財)理数教育研究所

大阪オフィス

〒543-0052 大阪市天王寺区大道4丁目3番23号
TEL.06-6775-6538 / FAX.06-6775-6515

東京オフィス

〒113-0023 東京都文京区向丘2丁目3番10号
TEL.03-3814-5204 / FAX.03-3814-2156

E-mail : info@rimse.or.jp

http : //www.rimse.or.jp

※本冊子は、上記ホームページでもご覧いただけます。

印刷所：岩岡印刷株式会社

デザイン：株式会社 アートグローブ

本文イラスト：株式会社 アートグローブ

表紙写真：高校の図書館/アフロ