

表 4-中 E.FORUMスタンダード（第1次案）：中学校理科（中池竜一・大貫守編集）

理科における包括的な「本質的な問い」
○ 自分たちが身の回りで発見したり、経験したりする自然の事物や現象はどのような仕組みになっているだろうか。
○ 身の回りの事象や現象はどのように探究していくことができるだろうか。

内容区分	A物質・エネルギー		
科学の基本的な見方や概念	エネルギー	粒子	
柱における本質的な問い	エネルギーとは何だろうか。また、どのような形態や性質をもっているだろうか。エネルギーを有効に利用するにはどうしたらよいらうか。	物質の性質はどのようにして確かめられるだろうか。物質に固有の性質と、共通の性質は何だろうか。	
中1	本質的な問い	光、音、力、圧力はどのような性質や規則があるだろうか。それらに関わる現象はどのように利用されているだろうか。	物質を分類するには物質のどのような性質や実験手段を使えばいいだろうか。物質に共通・固有の性質は何だろうか。
	永続的理解	光は様々な物質の中を直進し、異なる物質の境界面で反射・屈折するときに規則性を示す。音は、物体の振動によって生じ、その振動が物質中を伝わっていく。発音体の振動の振幅によって大きさが、振動数によって高さが変化する。力は大きさ・向きをもち、矢印で表現される。物体に力を加えることで、物体が変形したり、運動の様子が変化する。単位面積当たりに働く力を圧力といい、水圧や大気圧は水の重さや空気の重さによるものである。	固体は加熱操作で黒く焦げ、CO ₂ を発生させる有機物とそれ以外の無機物に分けることができる。無機物の中で金属を見分けるには、金属光沢、電気伝導性・展性・延性といった性質を用いて区別する。また、それぞれの物質には固有の密度があるので、それによって物質を特定することもできる。物質は、水に溶解すると目に見えない小さな粒子になり、拡散して均一な溶液になる。物質が固有の溶解度・融点や沸点をもつことによって、物質の特定が行える。また、再結晶や蒸留を行うことで不純物を含む混合物から純粋な物質を取り出すことができる。
	課題例	あなたは、博物館の館長です。来月、博物館では子ども向けに「身近なものを科学する」という企画展をすることになりました。そこで、子どもたちにカメラの仕組みを説明する案内板を作ることになりました。展示を見に来る子どもたちの多くは、凸レンズの仕組みなどは全く知りません。また、焦点といった難しい言葉も説明しないと理解してもらえません。これらのことを踏まえた上で、カメラについての展示の案内文を書きましょう。（大貫守）	あなたは庭に埋もれていた箱の中にメダルをいくつか見つけ出しました。メダルの形や大きさはさまざまですがすべて銀色をしています。このメダルが本物の銀か銀でない金属か、もしくはプラスチックなのかを確かめたいと考えました。そのための実験計画書を作成しなさい。ただし、何を確かめるためにその実験を行い、どのような結果が出ればどう考えるかという仮定を前もって示しなさい。実験計画書には実験方法とその結果や考察を書く欄も作りなさい ² 。（井上典子先生）
中2	本質的な問い	電気エネルギーの性質とは何だろうか。電気エネルギーはどのように利用されているだろうか。	物質を分類するには物質のどのような性質や実験手段を使えばいいだろうか。物質に共通・固有の性質とは何だろうか。
	永続的理解	回路の電流と電圧、抵抗には、回路の種類によってそれぞれ規則性がある。また、抵抗に流れる電流と掛かる電圧には比例関係が成り立つ。電気エネルギーは光・熱・音エネルギーなど他のエネルギーに変換することができる。電力や電力量などエネルギーの大きさを数値として求めることもできる。コイルに流れる電流の周りには、流れる方向に応じて磁界ができる。磁界の中を流れる電流は、電流の流れる方向や磁界からの力の向きに応じて力を受ける。逆に、電磁誘導によって誘導電流を作り出すことができる。これは電気エネルギーを運動エネルギーに変えたり、逆に運動エネルギーを電気エネルギーに変えることにもなり、発電の仕組みとして使われている。	物質を調べるには、まず、外見の特徴やにおい、手触りなどを調べる。その特徴から物質名を予想して化学変化を利用することで特定していく。例えば、有機物か無機物かは加熱によって、また電気や熱による分解反応や、酸素のやり取りを伴う酸化や還元の結果によって特定できる。化学変化には、その前後で質量が保存され、反応によって元の物質と性質の異なる物質ができるという性質がある。
	課題例	あなたは、発電所に勤める研究員です。近年のエネルギー問題を受けて、効率よく電気を作り出す研究をするようにと政府から要請を受けました。生活で使われている電気はどのように生産されているのかを調べることで仕組みを明らかにし、それをもっと効率よくするための手段を提案したいと思います。電気を多く生産するためには、様々な手段が考えられると思います。それらを組み合わせた上で効率よく、効果的に生産できることを、研究員として政府関係者などを含む一般の方に提案してください。（大貫守）	あなたはある学校の理科の実験助手の仕事に就いています。ある日実験室の整理を頼まれ、薬品棚などを掃除していると、ラベルのはがれた黒い粉の入った瓶が出てきました。あなたは自分でその薬品が何かを調べてラベルをはることにしました。実験室にあるもので物質を調べる実験を考え、実験計画書を作って実際にを行い、結果とその考察（根拠を述べて黒い粉の物質名を明らかにすること）を書きなさい。ただし、実験は安全にかつできるだけ簡単な操作ですむように工夫しなさい ³ 。（井上典子先生）
中3	本質的な問い	物体に働く力と物体の運動についてはどのような規則性があるだろうか。また、物体がもつエネルギーの大きさはどのように表現されるだろうか。運動する物体のエネルギーの形態や大きさはどのように移り変わるだろうか。	物質はどのような構造をもつのだろうか。水溶液の電気伝導性や中和反応、化学電池などはどのような仕組みで起こっているのだろうか。
	永続的理解	力は合成や分解を行うことができる。運動には速さと向きがある。運動している物体に力が働くと速さや向きが変化し、力が働かない時は、等速直線運動を行う。物体のもつエネルギーはできる仕事の大きさによって表現される。摩擦や抵抗がなければ、運動エネルギーと位置エネルギーはお互いに移り変わりながら保存される（力学的エネルギー保存則）。私達の身の回りは、様々な種類のエネルギーがある。運動エネルギーが電気エネルギーに変換されたり、化学エネルギーが運動エネルギーに変換されたりといったエネルギー変換を通して、様々な形でつくられた生活の中で利用可能な音・熱・光エネルギーになり、それらを利用することで現代の生活は成立している。	物質は、多数の原子や分子からなる。原子は電子と原子核（陽子と中性子）からなる。電子を失ったり、得たりすることで電気を帯びた原子をイオンという。物質には、複数のイオンからできているものがあり、その水溶液（電解質水溶液）は電離することで電気伝導性を示す。また、酸やアルカリの性質、それらの中和反応は水素イオンと水酸化物イオンの反応によっておこる。また、化学電池は、電解質水溶液に導線をつないだ2種類の金属を入れることで、電子が導線を-極から+極へと移動して電流が生じ、電池となる。
	課題例	現在日本には多くのテーマパークが存在しています。中でも派手な動きをするアトラクションが人気ですが、昨今のエネルギー事情や地球環境問題を考えると、できるだけ環境にやさしいアトラクションが望まれています。そこでアトラクションを動かしているエネルギーを探り、そのエネルギーの損失を少なくしたり、エネルギーを再利用したりする工夫を加え、自分の考える環境にやさしいアトラクションを考案し、提案しなさい ⁴ 。（下川智紀先生）	あなたが勤める研究所に、ラベルの剥がれた瓶の中身を区別してほしいという依頼があった。持ち込まれた瓶の中には水溶液が7種類入っていて、どれも無色透明だった。これらは、塩酸、炭酸水、アンモニア水、水酸化ナトリウム水溶液、砂糖水、食塩水、エタノール水溶液であることは分かっている。環境や安全面に配慮し、なるべく少ない実験で、7種類の水溶液がそれぞれ何か調べるためには、どのような手順で調べればよいか、実験計画書および実験報告書を作成しなさい。ただし、科学実験の基本として、なめる、触るなどの操作はしてはいけない。実験計画書には、分析の方法をマトリックスや系統図などを用いて記述すること。実験報告書には観察結果や考察等を記入すること ⁴ 。（鶴田浩一先生）

1 田中耕治編『パフォーマンス評価』ぎょうせい、2011年、161頁。
2 京都大学大学院教育学研究科 E.FORUM『「スタンダード作り」基礎資料集』（以下、『基礎資料集』と示す）2010年、139頁。
3 『基礎資料集』139頁。
4 「E.FORUM Online (EFO)」(以下、EFOと示す) (http://efo.educ.kyoto-u.ac.jp/) unit328に、大貫が若干の修正を行った。

※本スタンダードの作成にあたって、京都市立京都御池中学校の井上典子教諭に詳細な検討をしていただきました。ここに記して感謝いたします。

B生命・地球	
生命	地球
生物（人・植物・動物）の成長やからだのつくりとそのはたらき、生命の連続性、環境との関わりにおける共通な点と特有な点は何かだろうか。	地球の内部・表面及び地球の周辺における事象の規模や範囲、時間による変化のパターンや変化の方向性はどのようなものであるか。
植物の成長やからだのつくりやはたらき、環境との関わりはどのようなものであるか。	地震は時間や地質によってどのように伝わっていくのか。大地はどのようにして成り立ち、変化しているのか。
植物は、種子を作る種子植物と、種子を作らない植物に分類される。種子植物は、胚珠、根や茎や葉脈、子葉の数、花の形に着目することで更に分類される。被子植物の花は中心から雌しべ、雄しべ、花弁、がくという順に構成されている。 植物は、根から水や養分を取り入れ、葉からの日光を吸収し、それによって光合成をしたり、蒸散、呼吸を行ったりと、成長に必要なものを取り入れ、養分を生産し、不要物を外に排出する仕組みをもっている。	地球表面の大地は何枚かのプレートでおおわれ、火山活動や地震はプレートの動きと関連して起こっていることが多い。大地の一部として見られる火成岩にも、マグマの冷え方により組織に違いが出たり、マグマの成分によって色の違いなどが見られる。マグマの性質の違いは火山の形状およびその噴出物の違いなどにも表れている。大地は、火成岩や粒の異なる堆積岩などが層状に積み重なって構成され、重なり方や含まれる化石、褶曲によって、堆積した時代や当時の環境を推測することができる。 地震には揺れの大きさや伝わり方に規則性があり、地震に伴って土地に急激な変化が生じ、そのために災害などが起こることもある。
あなたは、小学校高学年から中学生向けの科学コラム（記事）を新聞に書いています。今月は「植物のからだのつくりとはたらき」をテーマに書いています。前回は「花」について書きました。今回は植物の「根・茎・葉の基本的なつくりとはたらき」について書くことになりました。植物の光合成・呼吸・蒸散をはたらきの中心において記事を書きましょう。読者にわかりやすくするために、必ず図をつけること。（井上典子先生）	あなたは、気象庁の研究者です。近所の小学校で、2011年の東北の地震を受けて、6年生の子たちに防災、とりわけ大地の変動によって生じる地震や火山活動の仕組み説明することで、災害時に自分たちで考えて行動できる、防災の知識をもった子どもたちになってほしいと先生が企画した防災講座にインストラクターとして呼ばれました。小学生にもわかるように、地震や火山活動の仕組みについて詳しく教えてあげましょう。気象庁では地震の災害を少なくするために緊急地震速報を活用しています。その原理についても教えてあげられると良いですね。（大貫守）
植物と動物の細胞の共通点と相違点は何かだろうか。動物の体のつくりはどのようなになっているだろうか。環境との関わりはどのようなものであるか。	天気は、季節や前線の流れの中でどのように変化するだろうか。
生物のからだは、細胞を単位として形成している。動物の細胞と、植物の細胞には核や細胞膜、細胞質といった共通する要素と、細胞壁や葉緑体など植物固有の要素がある。 動物は、生命を維持するために食物や酸素などを吸収したり、二酸化炭素や老廃物などの不溶物を排出したりする仕組みをもっている。また、外界の刺激に適切に反応するために反射という仕組みももっている。 動物は脊椎動物と無脊椎動物に分類される。脊椎動物は、住む場所・体温・呼吸の方法・産まれ方の特徴によって5種類に分類することができる。生物は環境に適応する形で進化してきたことが、化石や相同器官、痕跡器官などからわかる。	天気の変化は、主に大気中の水の状態変化と大気の動きによって引き起こされる。例えば、水蒸気を含んだ空気が上昇することで断熱膨張により雲が形成される。 気圧の影響で、低気圧の付近には上昇気流が、高気圧の付近には下降気流が発生するため、低気圧付近では天気が悪く、高気圧付近では天気が良くなることが多い。 性質の違う気団がぶつかり合うことで前線ができる。前線のぶつかり方によって停滞前線や寒冷前線・温暖前線などが発生し、前線の移動によって天気や気温・湿度・風向に影響を与える。とりわけ日本では、気団の影響によって、台風、梅雨、秋雨などが引き起こされる。
あなたは、生物学研究所の助手をしている。ある日、動物標本のある棚の資料整理をしていたら、うっかり資料のファイルを落としてしまってどれがどの動物かわからなくなってしまった。動物の名前が書かれたファイル（入れ物）だけが手元にあり、生息地や臍の長さ、目の位置や歯の形、体温測定の結果、背骨の有無、足の形などの写真がそれぞれB5シートに印刷された資料カードはバラバラになっている。それらのカードを、ファイルに戻さなければならない。適切な証拠を用いて判断し、元に戻そう。（大貫守）	あなたは、HHKテレビの売れっ子のお天気キャスターです。夏休みに、HHKテレビ見学ツアーを開催することになり、そこで子ども向けに、「天気の不思議を探ろう」というテーマでサイエンスショーを含む講演をすることになりました。事前に子どもたちに聞きたいことを募集したところ「6月って何でこんなに雨ばかりなの？」、「雨って何で降るの？」、「雲って何で白いの？」という質問をもらいました。これらの質問にも答えながら、演示実験も入れてわかりやすく、楽しい講演会を企画しましょう。（大貫守）
人や植物や動物は、どのように成長するのだろうか。また、どのように生命をつなげていくのだろうか。	星や惑星は、時間や季節によってどのような原理でどのように動くのだろうか。
生物は、体細胞分裂によって細胞を増やし、それらが成長することでからだ全体が成長する。生物の殖え方は、雄・雌がある有性生殖と、無性生殖に分けられる。無性生殖の場合、親と全く同じ形質の個体ができるが、有性生殖の場合には、減数分裂した雄・雌の遺伝子（DNA）が結合するので、両親の両方の形質をもち、なおかつ両親とは異なる個体となる。子どもの形質は、親から遺伝する。この時、対立形質をもつものをかけ合わせると、優性形質が現れる（優性の法則）。また、減数分裂によって対になる遺伝子が別々の生殖細胞に入ることによって、様々な形質が子孫に生じることもある（分離の法則）。 生物は、遺伝によって、様々な形質の子孫を残すことで、生命をつないでいくとともに、遺伝子操作や突然変異によって環境に適応できる子孫を残そうとしてきた。	太陽・月・地球は球形で自転している。太陽や星座は地軸を中心にすべての星が交わることなく、東から西へ円を描くように動く。また、太陽の周りを地球が公転しているため、季節ごとに星座の位置が変わる。太陽の南中高度が季節によって変わるの、地球の地軸が傾いたまま太陽の周りを公転しているからである。太陽が自ら光を放出し、地球や月はその光を反射するので月食や日食が起こる。太陽以外の恒星は、太陽系の天体と比べて極めて遠距離に存在する。一方で、金星などは太陽との位置関係から形と見かけの大きさが変化して見えるので、他の惑星などとの位置関係が太陽系の構造を概観できる。
あなたはスーパーの企画宣伝部長です。最近、市場に出回り始めた「アイスプラント」を売りたいと考えました。アイスプラントは、天然の塩味がして美味しい野菜で、害虫や病気にも強い野菜です。しかし、スーパーのお客さんにはまだ知らない人も多いので、アイスプラントについてお客さんに理解してもらうためのピラを作成することにしました。アイスプラントがどのような趣旨で作られたのか、どのようにして作られたのか、普通の野菜や植物と違うところはどこかという点について踏まえた上で、ピラによってアイスプラントをPRしてください ⁵ 。（大貫守）	あなたはプラネタリウムの職員です。（1）小学生の子どもたちに星の一日の動きを説明することになりました。実際には星は動いておらず、地球が自転していることを示しながら、3つの星（地軸の近くの星、少し離れた星、大きく離れた星）がどのように動いて見えるのかを説明しなさい。天球上に3つの星の動く道筋を描いて示すこと。（2）中学校1年生の生徒たちに、四季の星座がなぜ移り変わるのかを説明することになりました。図をかいて、それを使いながら説明しなさい ⁶ 。（井上典子先生）

5 『基礎資料集』151頁を参考に大貫が作成した。

6 西岡加名恵編『「カリキュラム設計」への招待』科学研究費成果報告書、2006年、151-158頁。