

表4-小 E.FORUMスタンダード（第1次案）：小学校理科（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だろうか。	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。
小3	本質的な問い	電気・磁石・光・風やゴムは、どのようなはたらきをもっているだろうか。それらのはたらきはどのように利用されているだろうか。	いろいろなものにおなじ性質は何だろうか。ものによってちがう性質は何だろうか。それらは何のように確かめられるだろうか。
	永続的理解	電気・磁石・光などは、物に作用させること（例えば、磁石に鉄釘を近づける、豆電球に接続する）によりそのはたらきを確かめることができる。ゴムには、伸ばすと元に戻ろうとする力があり、磁石には鉄をひきつけるはたらきがある。太陽光は物を温めたり、明るくしたりするはたらきがあり、電気は、豆電球を明るくすることができ、風は物を動かすことができる。	ものにはすべて重さがある。ものは形が変わっても重さは変わらない。ものは体積が同じでも重さは違うことがある。同体積のものの重さの違いを調べることで、ものの特定を行うことができる。
	課題例	あなたは、近所で有名なおもしろ理科博士です。風やゴムのはたらきを数や表を使って、小学校の子もたちにわかりやすく説明できる玩具を開発しましょう。そして、最後にはその玩具を使ってゲーム大会を開きましょう。（小早川寛先生）	あなたが理科室で掃除をしていたら、3つの銀色の金属（鉄・銅・アルミニウム）を見つけました。3つは同じ厚さで大きさは違いますが、もってみると重さが違うようです。これまでの学習をもとに、この3つの金属を特定して、金属試料ケースに戻してあげましょう。*豆電球や磁石を使うことも可（大貫守）
小4	本質的な問い	電気はどのような性質をもっているだろうか。電気はどのような形で利用されているだろうか。	空気・金属・水の性質はどのようにして確かめられるだろうか。それら性質で、おなじところやちがうところは何かだろうか。
	永続的理解	電流は、電気の流れであり、向きや大きさ（量）がある。電流は、モーターや検流計を用いることで電池の+極から-極の方向へと流れることを確かめることができ、電流計につなぐことで大きさを確かめることができる。電池と豆電球やモーターが1つの輪になっているものが回路であり、直列では1つの大きな回路が、並列では複数の回路ができる。これらの回路は目的に応じて利用されている。光電池は、光の強さに応じて電流の大きさが大きくなる。電気は、家の中で電灯を照らすことで明るくしたり、調理器具やモーターを回したりすることでおもちゃや家電などに活用されている。	水は圧縮しても体積は変わらないが、空気は圧縮すると体積が小さくなり、元に戻ろうとする力が大きくなる。金属、水及び空気を加熱すると、体積が膨張し、冷やると体積が収縮する。金属は熱せられた部分から順に温まるが、水や空気は熱せられた部分が移動（上昇）して全体が温まる。ものには固体・液体・気体の3つの状態がある。水は温度によって水蒸気や氷へと変化し、水が氷になる時には体積が増える。
	課題例	あなたは、自動車の設計者です。政府からの依頼で、ガソリンではなく電気、走る電気自動車の設計図（回路図）をデザインするように頼まれました。自動車として使われるためには、車は前進だけでなく、後進もできるように設計する必要があります。電池とモーターと導線とスイッチを使って、自動車の設計図（回路図）をかいてみましょう。その際、政府に仕組みを説明する必要があります。図に説明をかき加えて設計図をかいてみましょう。（大貫守）	あなたは、子ども科学館の先生です。小学校3年生の児童に「金属・水・空気」を題材に使って、サイエンスショーを企画することになりました。3年生は、これらの題材について詳しく学んだことはありません。また、火の取り扱いも学んでいないので、正しい方法で安全に試しながら大切なことを伝える必要があります。どのような実験をすれば良いか、説明にはどのような資料を作れば良いかなどをわかりやすく説明するために色々と考えて楽しく伝える企画をつくりましょう。（井口桂一先生）
小5	本質的な問い	振り子の運動にはどのような規則性があるのだろうか。電磁石にはどのような性質があるだろうか。振り子や電磁石はどのようなところで利用されているだろうか。	ものを分離するにはどうしたらよいだろうか。水に溶けるものの性質は全て同じだろうか。それらの性質はどのように確かめられるだろうか。
	永続的理解	振り子の規則性は、おもりの重さや振れ幅によらず、糸の長さによって変えることができる。振り子は、糸の長さを変えない限り一定の運動をするので、メトロノームや時計に使われている。電流の流れているコイルに鉄芯を入れると鉄芯が磁石になる。これを電磁石といい、電磁石は、コイルの巻数を増やしたり、コイルに流れる電流を多くすることで磁力を増し、また、電流の方向によって磁石の極が変化する。電磁石は、電流を流した時だけ磁石のはたらきをするので、ゴミ処理場などでゴミを運んだり、鉄とその他のゴミを区別するのに使われている。	ものが水に溶けるとは、目に見えない粒になり、均一透明な水溶液になることである。ものの溶ける量には限界があり、水に溶ける量は温度によって変化する。これらの性質によって混合物は分離することができる。ものが水に溶けても、水とものを合わせた重さは変わらない。水溶液を冷やしたり、加熱したりすることで再結晶させ、溶けているものを取り出すことができる。
	課題例	あなたは、ゴミ処理場の機械開発担当の研究者である。資源ゴミ処理場では、大量のスチール缶や釘といった鉄の資源をリサイクルするために、アルミ缶や瓶などといったゴミと分類して、一度に大量に運ぶために電磁石を利用している。研究員として一度に大量の鉄のゴミを分類し、運ぶために、より強い電磁石をつくらなければならないが、政府が節電を求めてくるので、使える電気の量は限られる。そこで、それ以外の方法で、現在使われているゴミ処理場の電磁石の仕組み（電池とスイッチとコイル【電磁石】）がなくなったものを改良しようとして研究している。様々な点に着目することで、より強い電磁石ができる工夫を考えてみよう。（大貫守）	実験室で実験の準備をしていたら、食塩と小麦粉を間違えて一緒にピーカーに入ってしまった。もったいないので、食塩と小麦粉を分離して取り出したいと思ったが、完全に混ぜてしまっていて、手で取り除くことは難しそうだった。どのようにしたら食塩とでんぷんを分離して、できるだけ不純物が入っていない食塩と小麦粉にすることができるだろうか。そしてそれはどのように確かめられるだろうか。（向井峰生先生・西浦慎吾先生・大貫守）
小6	本質的な問い	てこにはどのような仕組みや規則性がありどう利用されているのだろうか。電気はどのように作られ、作られた電気はどのような性質をもつだろうか。電気を交換することで、それらのエネルギーはどのように利用されているだろうか。	ものが燃えるとき空気や物質はどのように変化するだろうか。それはどのように確かめられるだろうか。水溶液にはどのような性質があるだろうか。それはどのように確かめられるだろうか。
	永続的理解	てこには、支点・力点・作用点があり、力点や作用点の位置によって同じ力の大きさでもてこの傾きが変わる。てこが釣りあうとき、支点からの距離と力点と作用点にかかる力の大きさ間には、（距離）×（大きさ）が釣りあう関係にあり、天秤にはこれが使われている。はさみやバールなどでこのはたらきを利用した道具がある。電気は、発電機によって作られ、作られた電気は蓄えられたり、光や音や熱などに交換することができる。交換された電気は、光や音や熱として、街灯や電子オルゴール、ドライヤーや発泡スチロールカッターなどに利用されている。	ものが燃えるためには、燃えるものと酸素が必要である。酸素にはものを燃やすはたらきがあり、有機物が燃えた後には二酸化炭素と炭が生成する。二酸化炭素の発生は、気体検知管や石灰水の白濁などによって確かめることができる。水溶液は、水に気体や固体が溶解したものである。水溶液には、酸性・アルカリ性・中性のものがあり、金属を溶かしたり、BTB溶液やリトマス紙などを用いたりすることでその性質を確かめることができる。
	課題例	私達は毎日生活のいろいろな場面で電気を利用しています。毎日大勢の人が大量の電気を使っていますが、これから先、電気が足りなくなるといったことはないでしょうか。発電の仕組みについて調べ、自分たちが考えた発電装置で、生活に役立つエネルギーをつくりだしてみましょう。そして、電気について調べたり実験したりしながら、エネルギーの効率性やエネルギーの変換などの要素に着目することで、エネルギーの有効利用の方法について考えてみましょう。（橋本二郎先生）	科学者や自分たちがもの溶け方の研究でしてきたように、身の回りにある水溶液の謎を解き、見つけた秘密をクイズにして、相手に出題したり、実際の生活に役立てていったりしましょう。そのために、水溶液の性質を調べ、ここにある6つの液が何であるかを見分ける方法を立案し、チームで水溶液を分析し、正体を見破りましょう。そして、チームで水溶液を家から持ち寄って調べ、6つだけ選んで自分だけのオリジナルクイズを作成しましょう。謎の液の分析・レポートの際は、確かな証拠を上げながら効果的な手順で正体を見破ることが大切です。さらに、より良いクイズになるポイントをみんなで検討しましょう。（高橋正人先生）

1 香川大学教育学部附属高松小学校『パフォーマンス評価で授業改革』学事出版、2013年、90-91頁に、大貫が若干の修正を行った。
2 香川大学教育学部附属高松小学校『パフォーマンス評価で授業改革』学事出版、2013年、63頁をもとに大貫が若干の修正をおこなった。
3 「E.FORUM Online (EFO)」(以下、EFOと示す) (http://efo.educ.kyoto-u.ac.jp/) unit59に、大貫が若干の修正を行った。
4 香川大学教育学部附属高松小学校『パフォーマンス評価で授業改革』学事出版、2013年、16頁をもと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、宇都宮大学教育学部附属小学校の井口桂一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れはたらし、生命の連続性、環境との関わりにおける共通な点と特長な点は何だろうか。	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にあるか。
身の回りの昆虫や植物などのからだのつくりや成長の仕方はどのようにしているのだろうか。また、生き物は身の回りの環境とどのように関わっているのだろうか。	太陽と影は時間によってどのように変化するのだろうか。太陽と影の動き方や長さの変化にはどのような関係があるのだろうか。地球から見て太陽はどのように動き、どのような影響を与えているのだろうか。
昆虫や植物のつくりや育ち方には一定のきまりがある。昆虫は、体のつくりが頭・胸・腹の3つの部分からなり、卵・幼虫・蛹・成虫または、卵・幼虫・成虫という成長段階がある。植物は根・茎・葉（花）という3(4)つの部分からなり、種子から発芽し子葉が出て、葉が茂り、花が咲き、花が果実になった後に枯れるという成長段階がある。身の回りの生物は、色・形・大きさなどの姿が違っても、その周囲の環境に関わって生きている。	日陰は太陽の光を遮るとでき、太陽の反対側にもものによる影が作られる。太陽は、東から南に通って西に移動し、それに対応して影も西から北を通り東に移動する。太陽が南に来るときに、影の長さは最も短くなり、太陽が出てくる瞬間や、沈む瞬間が最も影が長くなる。また、地面は太陽によって暖められ、日向と日陰では地面の温かさ・湿り気の違いがある。
クラスみんなで図書館に置く学校の植物・昆虫図鑑をつくる事になりました。学校の回りにいる昆虫を見つけて、観察やスケッチをして、すみかや特徴をまとめましょう。その他、他の昆虫と比較して特徴をとらえるようにしましょう。 *春・夏・秋と季節ごとに設定する形で課題を行うことも可能（大貫守）	あなたは、地域で一番の設計者です。地域で新しい公園を作ることになり、中心に日時計を設置することになりました。日時計を作るためには、モデルとなる日時計のミニチュアを作成する必要があります。実際に使えるシンプルなもの（*構成要素にだけ）日時計のミニチュアを作ってみましょう。（大貫守）
生物の体のつくりや動く仕組みは、どのようにしているのだろうか。また、身近な生物の生活と環境はどのような関わりがあるのだろうか。	空気によって1日の気温はどのように変化するのだろうか。気温の変化によって空気中の水分はどのように変化するのだろうか。星や月、及び星のあつまりにはどのような特徴があるのだろうか。また、星や月はどのように動くのだろうか。
生物が活動するための運動器官として、骨や筋肉や関節がある。これらの器官が結びついていることで、体を支えたり、動かしたり、複雑な動きをすることができる。これらの器官は、それぞれの生物の生活環境にあつたつぎ方をしている。動物や植物の成長や活動は、季節や気温によって違いがある。暖かい時期には出現する生物が多いが、寒い時期には活動が鈍くなったり、特性にあつた越冬状態となる。植物は、暖かい時期には成長が著しいが、寒くなり始めると成長は緩まり、種子を作り枯れたり、葉を落とすことで越冬する。	気温の変化は天気によって大きく異なる。晴れた日は気温が山形のグラフとなり、雨や曇りの日には気温の変化が少ないグラフになる。気温の変化に応じて水は姿を変えて存在する。月は日によって形が変わって見え、1日のうちでも時刻によって位置が変わる。また、月は太陽と同じく、東から昇り南を通って西へ沈む。空には明るさや色の違う星があり、星の集まりは1日のうちでも並び方は変わらないが位置は変わる。
あなたは、理科室の掃除中に誤って人体模型の腕を落として壊してしまいました。先生に相談したところ、発泡スチロールとストッキングと綿を使って、壊れた人体模型の腕を再生してみようという話になりました。壊れた人体模型には、骨とその周りについた筋肉、骨と骨をつなぐ関節の動きがわかるように作られていました。道具を使って、人体模型の腕を再現してみましょう。（西村文成先生）	あなたは、プラネタリウムの解説者です。プラネタリウムでは、小学校低学年の生徒向けに「今月の星空紹介」というコーナーを設けて5分程度、その日の夜の星座の位置や月の形、それらの時間による位置の変化、それらにまつわるエピソードを紹介しています。あなたは解説者として今月の夜空についての原稿を書くことになりました。小学校低学年の子にもわかるように、今月の星空を紹介してあげてください。（大貫守）
植物はどのように発芽し、成長していくのだろうか。また、環境とどのように関わっているのだろうか。また、人や魚は、どのように誕生し、成長していくのだろうか。動物や植物はどのように生命をつないでいくのだろうか。	日本の天気はどのように変化するのだろうか。雲はどのように流れていくのだろうか。雨などによる山からの流水は、どのような変化を及ぼすのだろうか。
植物は、種子の中でんぶんを使って、周りの環境の影響を受け発芽する。植物の成長には、水と日光が必要である。また、植物は様々な方法を通して謎しべの花粉と謎しべが受精することで実をつけ子孫を残す。魚も卵の中の養分を取りながら成長し、孵化する。水中の微生物を取りながら雄・雌として成長し、雌の卵と雄の精子が受精すると生命が誕生する。人間は、受精後、母体内で母親から養分をもらいながら成長し、一定の期間を経て生まれ出る。	日本の雲は、台風を例外として南西から北東の方向へと流れていく。これに伴い、天気も西から東へと変化していく。また、雲の量や動きは天気の変化と関係があり、その変化は気象情報を用いて予測できる。川の流れには、地面を「侵食」したり、石や土、砂、泥などを「運搬」したり、「堆積」させたり、石の角を「削り」小さく丸みの帯びた形にしたりする役割がある。天候の変化に伴い、長雨や台風の影響によって流れる水の速さや量が変化し、自然災害をもたらす。
あなたは、理科委員です。全校生に学校で飼っているメダカの一生（ライフサイクル）がわかるイラスト入りの掲示物を作ることになりました。低学年の子にもわかるように、卵の中の変化の様子がよくわかるようにしましょう。また、ほかの生き物と比べて、共通点と相違点を書き加えることで、メダカの特徴がよくわかるようにしましょう。（中井俊尚先生）	あなたは、浜松市の土木課長です。近年の異常気象による集中豪雨やゲリラ豪雨の多発により、天竜川沿いに住む市民から、天竜川の改修工事を求められました。浜松としては、市民の願いに答えたいと思いますが、予算の問題もあり、今後水害が予想されると考える箇所だけに、適切な工事を施したいと考えています。天竜川ので地形図を見て、市民の納得の出来る治水工事を計画を作り、プレゼンを行ってください。その際、なぜその工事が必要かつ適切であると考えているのか、その工事によってどのような効果が期待できるかを示す、具体的に信頼の出来る実験データを示すことが必要です。（望月美先生）
人の消化・呼吸・排出及び循環のための体のつくりやはたらきはどのようにしているのだろうか。植物が養分をつくるはたらきや植物の中の水分の行方はどのようにになっているのだろうか。生物の水や空気を通しての環境や生物同士の関係はどうなっているのだろうか。	土地はどのように構成されているのだろうか。大地の構成と火山の噴火や地震、環境にはどのような関係があるのだろうか。月の表面はどのようにしているのだろうか。月の満ち欠けはどのような原理で起こるのだろうか。
人の体の中にはいろいろな臓器がある。食べ物は口・胃・腸を通る間に消化吸収され不要なものは排出され、血液は心臓のはたらきで体内を巡り酸素・二酸化炭素などを運んでいる。また、体内には酸素が取り入れられ二酸化炭素が排出される。植物には水の通り道があり根から吸い上げられた水は葉で蒸散するとともに、葉に日光が当たるとでんぶんができる。生物は、水や空気と関わって生命を維持しているとともに、生物同士で食う食われるの関係もある。	礫や砂や泥が積み重なってできた地層を地層という。地層は火山のはたらきや地震や流水のはたらきででき、生物や植物の化石を含みこむこともある。地層を見ることで地層が堆積した当時の時代や環境や火山活動などの現象を推測することができる。月は地球と同じく太陽の光によって照らされており、太陽の光が当たっていると光が反射して明るく光って見える。月の形が約30日の周期で変化するの、太陽と月の位置関係が毎日変化するからである。
あなたは、キャンプリーダーとして、夏休みの間、花背山の家で京都市内の小学校のキャンプのお手伝いをする事になりました。あなたは、キャンプリーダーの中でも、山の生活や自然を題材に、人間や植物、生物が栄養を取る仕組みやそれらの相互作用について子どもたちにわかりやすく教える役目になりました。わかりやすく伝えるために、山に生きている具体的な植物や昆虫、動物の名前などを挙げながら、(1)動物や植物のつくりと人間の作りを比べて動物や植物の生きる仕組みを解説したり、(2)動物や植物と人間との関わりについてイラストなどを用いて関係を示したり、(3)それらがどのようなバランスで共存しているのかについても教えてあげましょう。（大貫守）	あなたは、新米の学校建築家です。ある土地に建物を建てて、たくさんの児童が生活するのにふさわしい校舎を建築してほしいと国から依頼されました。その前に、校舎の下の土地がどうなっているのかについて調べたボーリング調査というものをしてほしいといけません。新米建築家のあなたは、この土地のことについても、土地がどのようになっているのかもあまりよく知りません。そこで、最初、地面の下がどのようになっているかを予想してみてください。次に、地面の作りや構成物について教科書を通して学びましょう。それから、この土地の作りについて学んだことを生かしてイラストを描くとともに、その土地がどのように構成されているのかを報告する調査報告書を作成しましょう。（伊住継行先生）

5 西村文成「ヒトの体のつくりと運動」と和歌山大学教育学部附属小学校『平成25年度研究発表会要項』(2013年11月2日)の実践をもとに、大貫が作成。

6 西岡加名恵編『「逆向き設計」で確かな学力を保障する』明治図書、2008年、65頁をもとに、大貫が若干の修正を行った。

7 「EFO」unit189に、大貫が若干の修正を行った。

8 「EFO」unit101に、大貫が若干の修正を行った。