

Start from the image of 1-yen coin and a 5-yen coin with thumb to Science literacy through medicine and astronomy

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2020-08-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 森本, 宏志, 森本, 千裕, 森本, 知佐子 メールアドレス: 所属:
URL	https://mu.repo.nii.ac.jp/records/1345

5 円玉と 1 円玉と親指から始める 医学・天文学とサイエンスリテラシー

～身近なものからの連想レポートによる知識の定着を狙って～

森本 宏志^{1,3)}・森本 千裕^{2,3)}・森本 知佐子³⁾

¹⁾ 山口大学 ²⁾ 山口市立小郡南小学校 ³⁾ 宇部天文同好会

Start from the image of 1-yen coin and a 5-yen coin with thumb
to Science literacy through medicine and astronomy

Hiroshi MORIMOTO^{1,3)}, Chihiro MORIMOTO^{2,3)} and Chisako MORIMOTO³⁾

Abstract

To acquire science literacy, it is not enough to simply understand and temporarily store scientific knowledge. In particular, it is necessary to hold especially basic items as long-term memory so that they can be recalled and utilized as appropriate. In order to make short-term memory long-term, it is necessary to recall the items that you want to memorize repeatedly. If you use something that you can see everyday and everywhere, (not something you cannot see unless you go to special place as a museum) as reminders (the pegs of memory), then you can recall the items that linked to the reminders easily and repeatedly. Now, I would like to introduce a way to acquire the sense of scale of the sun (1/640 million model), using "5-yen coin", "1-yen coin" and etc. as pegs of memory, which you can see everyday and everywhere in Japan.

Key Words: サイエンスリテラシー、1 円玉、5 円玉、医学、天文学

1 はじめに

サイエンスリテラシーを身につけるためには、単に科学的知識を理解し、一時的に記憶するだけでは不十分である。

特に基礎的事項については、長期記憶として保持し、適宜、想起し、活用できるようにする必要があるが、短期記憶を長期記憶化するためには、繰り返し記憶した事項を想起する必要がある。

ここで、もし、想起のきっかけ(記憶のペグ)として、特別なところに行かないと目に触れられないものではなく、日常的によく目に触れるものを使用し、記憶すべき事項と結びつける。

すると、それを見る度に、その記憶のペグからの連想による想起が起りやすく、長期記憶化が容易になることが期待できる。

今回、日本において、誰しも日常的に目に触れる機会の多い「5 円玉」と「1 円玉」、また身体部分である親指等を「記憶のペグ」として用い、「地球・月・太陽」のスケール感覚を身につける方法を紹介したい(6.4 億分の 1 モデル)。

更に、これを基として、医学や宇宙教育においても基礎となる事項への関連図等による展開を紹介したい。

2 対象と方法

2.1 材料の選定について

「地球・月・太陽」の直径(長さ)の比は、およそ、4:1:400 である(表 1)。

この大きさの違いを体感的に理解するとともに、その感覚を無理なく日常的に目にし、そのスケール

表1 地球・月・太陽の直径と縮尺

	実際の大きさ (直径)	6.4億分の1	35億分の1
地球	1.27万km	20mm	3.7mm
月	0.34万km	5.3mm	1mm
太陽	140万km	2190mm	400mm

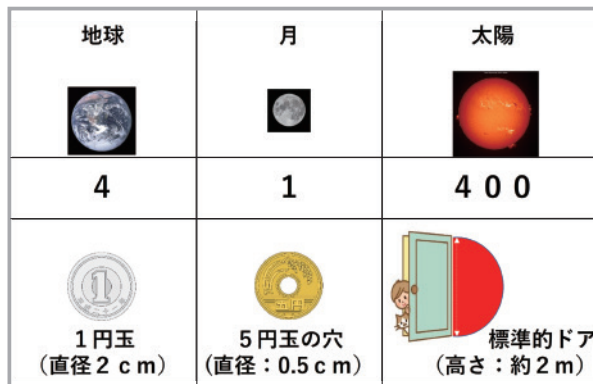


図1.地球の大きさを一円玉に喩えると。。

感覚を再体験できる身近にあるものはなんだろうか。

今回の発表のきっかけとなった先行研究の35億分の1スケール太陽系モデル¹⁾では、100円ショップ等で、安価でかつ容易に入手できる種子等を使っていた。

しかし、より身近で、日常的に目にするものはないだろうか。いろいろ考えた結果、大きさがよく知られている1円玉(2 cm)と親指の頭(約2 cm)、それから5円玉の穴(5 mm)、そして標準的な出入口のドア高さ(約2 m)を使えばいいのではないかと思いついた。

ここで、地球を1円玉もしくは拇指頭を対応させると、5円玉の穴は月、標準的な出入口のドアの高さは太陽の直径に大まかに対応する(図1)。

なお、ドアは長方形であり、太陽の丸いものの大きさのイメージには結びつきにくい可能性がある。

このため、黄色もしくはピンク色の模造紙製で直径約2 mの円を作成しドアに張り付けて、太陽のスケールイメージとの結びつけることとした。

なお、一度ドアの高さと太陽の大きさのイメージを結びつけることができれば、ドアを見る度に太陽の大きさをイメージすることは容易であると考えられる。

2.2 「地球・月・太陽」の相対的大きさの体感と連想 ＜地球の大きさを1円玉に喩える＞

まず、地球の大きさを一円玉に喩えると、月は5円玉の穴、太陽は教室の出入口のドアの高さくらいにあたることを説明する(図1)。

このことにより、身近なもののスケール感覚を、地球や月や太陽など宇宙スケール感覚に結びつけ、喩えてみることの面白さを意識してもらう。

＜1円玉・5円玉・ドアの実スケールの確認＞

次に、1円玉は、直径が2 cmになるように作られており、5円玉の穴は5 mm、標準的な出入口のドアの高さは約2 mとなっていることを説明する。

さらに、必要に応じ、物差しや巻き尺で、実際に計測し、大きさの比が確認してもらう。

＜拇指頭大と1円玉、医学・天文学との関連付け＞

なお、1円玉の大きさは、拇指頭大(親指の頭の大きさ)ほぼ等しく、医学的記録(カルテ)の記載や検体の記録写真撮影の際に大きさの目安としても使われることもあることに言及すると、医療や医学的知識への関連性も意識し、連想してもらうことができる。また、「宇宙兄弟」でてくるGood Job signの拇指頭を使うシーンを紹介するなど、天文学や宇宙開発への連想の下地をつくっておくのも有用と思われる。

＜身近なものでの比喩による相対的大きさの体感＞

次に、地球、月、太陽それぞれの直径の違いを数字で表すと、「4:1:400」(月基準)もしくは、「1:1/4:100」(地球基準)くらいになることを改めて説明し、これが1円玉の直径、5円玉の穴の直径、ドアの高さの違いに対応することに気づいてもらう。その後、以下のように地球と月、地球と太陽などの大きさの違いを1円玉や5円玉等を使って比喩的に体感してもらう。

＜「地球と月」の相対的大きさの体感と日食・月食＞

まずは、地球と月の相対的な大きさを体感するため、1円玉と5円玉を重ねてみせ、地球の1/4、もしくは月の4倍とはどんな感じなのか体感してもらう。

その上で、月の影、地球の影の大きさと日食・月食の関係について言及する。そして、日食は、1円玉の上に5円玉をもってくることに相当し、逆に月食

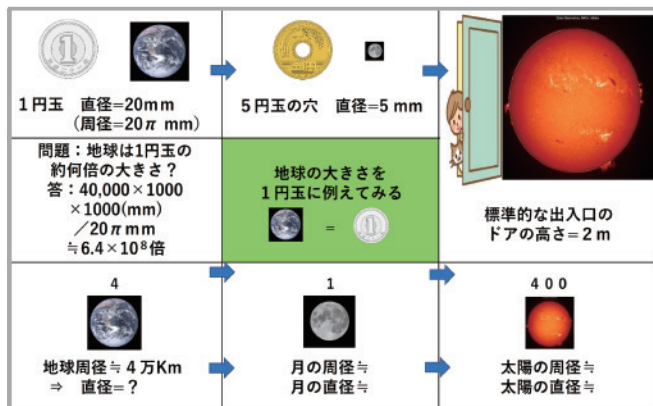


図2 「1円玉 = 地球モデル」の復習と展開シート

は五円玉の上に1円玉を持っていくことに相当することを説明する。

このことにより、月食に比べ、日食の持続時間や見える地域が限られることなどについて、体感的に経験でき、また、今後容易に再体験可能となる。

<「太陽と月」の相対的大きさの体感>

次に、模造紙製の直径2mの半円を張り付けたドアに、1円玉をくっつけて比較してもらい、「100倍」という違いの体感と、地球と比較しての太陽の大きさを体感してもらう。

または、各自の親指の頭に1円玉を両面テープでくっつけてたうえで、比較してもらってもよい。このことにより、地球が親指の頭程度の大きさしかなくても、太陽は自分の背も超える圧倒的大きさであることが体感でき、かつ、今後、1円玉とドアを見る度に容易にそのスケール感を再体験可能となる。

また、日常的にドアを見る度に、太陽の大きさに思いをはせ、ひいては天文学的知識への連想を日常的に繰り返し起こすことも容易となると考えられる。

2.3 クイズによる復習と関連知識への展開

「1円玉 = 地球」の比喻によるスケールイメージを足掛かりに「地球・月・太陽」の本当の大きさ等の知識へ展開していく力を育むことを試みる。

<メートル法と地球の大きさと天文学との関係>

まず、長さの単位であるメートルは、もともとは地球の胴回り（周囲径）の長さが約4万kmになるよう決められたこと、つまり、「メートルは、もともとは地球の大きさを基準とした単位だった」ということを伝える。

<1円玉の幾何学と地球の大きさとの関係>

次に1円玉の直径が2cmであることを確認した

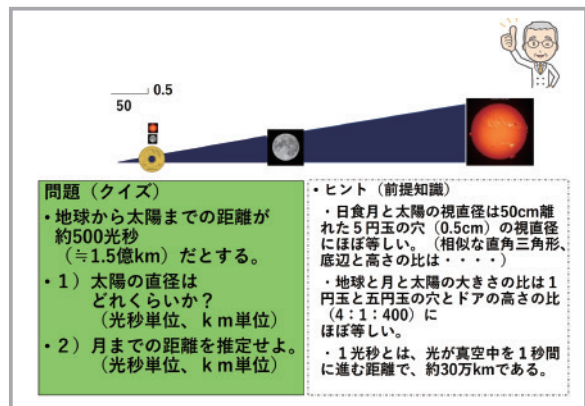


図3. Good Job sign と 5円玉の穴と月と太陽の視角

うえで、クイズ形式で、半径や周径、面積など基本的な数値を考えてもらう。

更に、これをもとに、地球は1円玉の何倍くらいのかを覚えてもらう（図2中段）。

<「数学は思考の経済学である」の意味の体感>

同様に、地球が完全な球であると仮定し、周径が4万kmとした場合に、地球の直径と半径がどれくらいになるかクイズ形式で考えてもらう。

これにより、これまで丸暗記していた地球の直径や半径のおよそ数値が、「メートル法の由来」と小学校でならう基本的な幾何学の知識があれば再現できるということが体験できる。

そしてこの体験は、「数学は思考の経済学である」というマッハの言葉の意味の体感にもつながり、子供たちが、近代科学の基礎である数学への興味をもつきっかけにもなるものと考えられる。

2.4 「地球・月・太陽」間の相対的距離の体感

~5円玉の穴と Good job sign からの連想~

<月と太陽と5円玉の穴の意外な関係と皆既日食>

次に、Good Job サインで腕を伸ばしたとき、目と立てた親指までの距離が約50cmとなり、その距離に5円玉の穴（5mm）を置くと、ちょうど地球上の月の大きさ（視角 ≈ 0.5 度）にほぼ一致し、これは天文ファンにはよく知られた事実であることを説明する。

また、これと太陽の視角もほぼ同じ大きさであり、この、月と太陽の視角に関する偶然の事実が皆既日食という現象に関係があることに言及する（図3）。

<月と太陽の相対的な距離の体感>

次に、ドアに簡易視力検査表（2.5m用）を貼り、5円玉を持ったまま腕を伸ばして5円玉の穴を通してランドルト環を見てもらう。そして、そのままの

姿勢でドアに近づいたり離れたりして、各大きさのランドルト環が5円玉の穴にピッタリ収まる距離がちがうことを体験してもらう。

まずは、視力0.1のランドルト環が上記の姿勢でみて5円玉の穴にピッタリ収まる距離を測ってもらう。

そして、そのランドルト環の大きさを物差しで計ってもらったうえで、0.2、0.4のランドルト環の直径がそれぞれ0.1のランドルト環の2分の1および4分の1となっていることを確かめてもらう。

次に、視力0.2、視力0.4のランドルト環を上記の姿勢でみて、5円玉の穴にピッタリ収まるおおよその距離を測ってもらい、その距離が、0.1のランドルト環の場合の約2分の1および4分の1となっていることを確認してもらい、対象との距離が短くなれば、5円玉の穴には小さいものしか収まらないし、逆に対象との距離が長ければ大きいものでも収まるということを体感する。

そのうえで、上記の姿勢でドアの高さ全体を5円玉の穴に収めるためには、どれくらいドアから離れてみないといけないか予想してもらった上で、その距離が約200mと結構長いことを説明する。

そして、これは、月を5円玉の穴(もしくは拇指頭の4分の1の大きさ)にたとえると、月までの距離は約50cmとなり、一方、太陽までの距離は約200mとなることに対応することについて言及する。

その後、野外で、約200m離れたところにある建物のドアなどを5円玉の穴を通してもらい、これくらい離れてやっと、一般的なドアが5円玉の穴に収まることを確認してもらう。

2.5 クイズによる関連知識への展開その2

<月・太陽までの距離の概数への展開>

前節の「月と太陽と5円玉の穴の以外な関係」を知っておくと、三角形の相似の関係で、5円玉の穴の大きさと5円玉までの距離の比(約100:1)を使って、月や太陽の直径がわかれば月や太陽までの距離が計算でき、逆に、月や太陽までの距離がわかれば月や太陽の直径が簡単に概算できることに言及する。

次に、現在では長さの単位のメートルは、メートル原器ではなく、光の速度(30万km/s)と、時間(秒)によって定義されていることを伝えたい。太陽から地球までは、光の速度で約500秒かかることを覚えておくと便利なことを伝える。

それを前提として、太陽から地球までの距離を

km単位、光秒単位でどれくらいになるかクイズ形式で考えてもらう(図3下段)。

同様に月から地球までの距離を考えてもらう。

2.6 夕日と親指と文学作品による時間感覚の体感

日が西に傾くと、日没までの時間が気になってくるが、5円玉の穴やGood job signの親指を使うと、太陽の日周運動の知識をもとに、まずまずの精度で日没までの時間が推定できる。逆に、夕日を見る度に親指を使って日没までの時間をするようになれば、その度ごとに、日周運動や時間に関する知識が想起されることになるであろう。

これをねらったクイズが図4である。なお、このクイズでは、文学作品のイメージを援用し、夕日と時間のイメージの連結形成の促進を図っている。

これに結び付けて定着してもらいたい知識としては、太陽の視角が50cm離れた5円玉の穴の視角とほぼ一致し、約0.5度であること。太陽が約1日で天球上を一周するということから、太陽が太陽半径の視角分移動するのに約1分、太陽直径分だと約2分かかること。さらには、50cm離れた拇指頭の横幅の視角は、同じ場所にある5円玉の穴の約4倍(≒2度)で、これだけ動くには約8分かかることになる。(なお、地球から太陽までの距離が光の速度で約8分という事実は偶然とはいえ、興味深く、一言言及しておくとも記憶にも残りやすいと思われる。)

<時間感覚の天文学、医学への関連付け>

時間感覚に関して、現在の1秒という時間単位の定義は、セシウム原子の振動に基づき定義されているが、旧来の天文学的な定義や、振り子の等時性についても言及しておくともイメージが膨らむ。

いそげ、メロス!

～日周運動の時間感覚を体感する～

- 海の近くに住むメロス君の家庭では、水平線に日が沈むまでに帰宅することになっている。
- この日、メロスは少し遠くの公園に遊びにいった。ふと気がつくと、太陽は水平線近くまで高度を下げており、腕を伸ばして水平線と太陽下縁間の角度を測ると親指の横幅約1つ分(約2度)であった。
- メロス君に残された時間はあとどれくらいか。

(ヒント: 太陽が天球上を太陽直径分移動するのに2分かかる)
(肘から手首の長さの振り子の周期は約1秒)

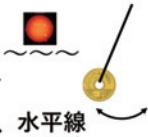


図4.日周運動の速さと時間感覚と Good Job sign

また、医学分野への結びつけとしては、おおまかな時間の目安としての脈拍や、前腕の長さくらいのひも（約 25cm）に結び付けた 5 円玉の振り子の振動周期は、地球表面の重力下では約 1 秒となることなどに言及しておくといわれる。

3 考察

< 35 億分の 1 モデルからの学びと問題意識 >

今回の発表は、河村氏の「35 億分の 1 スケール太陽系モデル」¹⁾に触発されてのものである。

天文関係のイラストや模型の多くは、天体の大きさの縮尺と距離の縮尺がばらばらで実際のスケール感がわかりにくいものがほとんどであり、多くの人がスケール感覚について誤ったイメージを持っている河村氏のモデルは、いわば月の大きさを基準にしたモデルで、月の直径が 1 mm、地球の直径が約 4 mm、太陽直径が 40cm となり、100 円ショップでも入手可能な種子 2 種類とビーチボールで月・地球・太陽の大きさが表現できる上、地球から月までの距離 10cm で、2 種類の種子を定規に 10cm 離して貼り付ければ、大きさと距離の縮尺の一致したバランスのとれたモデルがだれでも作ることができ、また、太陽の大きさと距離に関しても、40cm のビーチボールを 40m 離れたところにおくことにより、大きさと距離の相対スケール感が再現される。確かに、これは、だれでも比較的容易に再現できるという点で優れている。

しかし、仮に多くの子供たちが自分でそのようなものを作ったとして、それを日常的に持ち歩き、日常的に目に触れるものになるだろうか。日常的に目に触れることができなければ、それを見て太陽系や宇宙のスケールを想起することは難しく、スケール感の記憶になかなか結び付かないのではないだろうかと考えた。

そこで、「だれでも比較的入手しやすい」というだけでなく、「だれでも日常的に比較的よく目にするもので、できれば「他の科学的知識との関連づけがしやすいもの」という条件で、太陽系モデルの素材を考え直し、到達した結果が、今回示した、「1 円玉」（地球）、「5 円玉の穴」（月）、「標準的ドア（の高さ）」（太陽（の直径））である。

< 地球の大きさの 1 円玉モデルでの利点 >

地球のモデルとして採用した「1 円玉」は、日本ではだれでも、普段からよく目にし、容易に安価に（たった 1 円で）入手できる。そればかりではなく、「半径 1 cm」、「重さ 1 g」という、大きさや重さの単位

と一致する、きりのよい大きさ、重さである上、そのばらつきも僅少であり、簡易の大きさや重さの基準として実用的である。（実際、写真撮影の際サイズマーカーとして対象物と一緒に撮影することもあるであろう。）つまり、1 円玉は、「単位」の具体的なイメージとしても秀逸であり、単なるスケールの比喩表現にとどまらない他の関連する科学知識の連想へと結びつけることができる点でも優れている。

また、地球の大きさ自体も、「メートル」という長さの「単位」の定義と歴史的に密接な関わりがある。メートル法は、もともとは地球の大きさを基準として定められ、地球の赤道と北極点の間の海拔ゼロにおける子午線弧長を 1 千万分の 1 にした長さを意図したものであるため、地球の周径は約 4 万キロメートルとなるのは容易にわかる。

よって、地球のスケールモデルとして 1 円玉を採用したとき、その「縮尺がいくらになるか」を記憶していなくても、上記の知識をもとに容易に容易に計算できるのである。

即ち、 $(0.02\text{m}) \times \pi / 4\text{万 km} \approx 6.4\text{億分の}1$ となる。

なお、1 円玉の半径は 1 cm であるが、1 円玉が地球の「6.4 億分の 1」という数字を記憶しておけば、地球の半径は 1 円玉の半径に相当するから、地球の半径は約 640 万メートル = 6400km と即座に答えられるし、逆に地球半径を記憶しておけば、1 円玉による地球モデルの縮尺が約「6 億 4 千万分の 1」と即座に思い浮かべることができるであろう。

< (地球 = 1 円玉) ⇒ (月 = 5 円玉の穴) モデルの利点について >

地球のスケールモデルとして 1 円玉を採用した結果、その大きさの約 4 分の 1 である月のスケールモデルとして、すぐに「5 円玉の穴」が思い浮かんだ。5 円玉の穴については、「1 円玉の穴の 4 分の 1 の大きさ」というばかりでなく、目から約 50cm 離して見たときの視野に占める大きさ（視角 θ ）は、

$\tan \theta \approx 1 / 100$ ($\theta \approx 0.5$ 度) となり、さらにこの視角は、天球上の太陽の視角、および月の視角にほぼ一致するという、天文ファンにはよく知られた重要な知識と結びつくことも 5 円玉 = 月モデル、ひいては 1 円玉 = 地球モデルの利点として重要である。

そして、目から約 50cm という距離は、ちょうど腕を伸ばして親指を立てるジェスチャー「Good job sign」をしたときの、目と親指の距離にほぼ等しいこと、さらに、親指の頭の大きさは、なんと 1 円玉

の大きさにほぼ等しく、月から見た地球の視角（月の視角の約4倍＝約2度）に相当するという点にも関連づけられ、単なるスケールモデルではなく、天体観察の際の基本的な知識や技術にも結び付くという点で優れているように思われる。

つまり、この縮尺では、天体観察でよく使われる手指を使った視角測定法での太陽と月の大きさと5円玉の穴の大きさがほぼ一致し、スケールイメージの理解が深まった。

<太陽の大きさモデルとしての「ドア」について>

太陽については2 m 大の円形もしくは球形のものをいろいろ模索したが、「日常的に目に触れる」という条件に合致するものに思い至らず、形を捨象してドアの高さという大きさのみを模したモデルとしたが、実際のところドアだけでは長さとしての太陽の大きさのイメージは浮かぶが、面としての太陽の大きさのイメージには結びつきにくい。

このため、長さとしての太陽の大きさと、面としての太陽の大きさのイメージを関連付けるため、補助的にドアやドアのそばの壁面に直径2 mの半円を模造紙で作って貼り付けてみるのもよいと思われる。

(数千円で直径2 mのゴム風船も市販されており、入手もしたので、デモとして一時的に見ることはできるが、日常的にみることができるようにしておくことは一般には困難で、非現実的であろう。)

<太陽直径のドアモデルの利点>

地球直径を1とした場合、太陽直径は100超となるが、そのスケールの違い、つまり、地球に比べて圧倒的に太陽が大きいというイメージは、身近にある太陽系の図やモデルではなかなか実感できないというのが多くの人にとっての実情であろう。

今回、地球＝1円玉モデルにおいて、太陽（直径）＝ドア（の高さ）で、そのスケール感を実感するため実際に地球を模した1円玉を、太陽に模したドアに、一枚単独、および複数枚並べてくっつけてもらうことにした。このことにより、自分自身も、これまでいまひとつピンと来ていなかった、地球に比しての太陽の圧倒的な大きさが、単なる数字としてではなく肌で感じられた気がした。

そして、このスケール感が、1円玉とドアさえあれば、（これらが「ない」という状況は日本の街中ではほとんど考えられないだろう）、どこでも再体験できるし、1円玉とドアをみれば、それらを記憶のpegとして連想のきっかけとして関連知識を繰り返して想起することも容易であり、知識としての定着も

容易になるのではないかと考えられる。

4 おわりに

今回の発表では、十分示せなかったが、マインドマップもしくは関連図など、連想の図式化技法を援用しながら、基本的な概念のイメージから発展的な概念への連想を展開し、時間感覚や原子や元素など、物理化学的もからむ天文学的な知識への連想や、さらには健康、疾病や医療的知識への連想の展開も可能である。

わたしは、天文学や宇宙論は、あらゆる科学的知識を関連付け、統合的に理解し整理し身に着けていく際の、「かすがい」もしくは「要」となるような、可能性に満ちた学問分野と考えている。

そして、天文学の基本的な知識を、サイエンスリテラシーの基盤もしくは中核部分となる「知恵」として、より感覚的に、より簡潔に、より構造的に、他の学問分野の知識と関連づけて提示できるよう工夫し整理していきたいと考えている。

より具体的には、身の周りのものを記憶のpegとしてサイエンスリテラシーの中核となるような天文学的な知識に結びつけ定着をはかり、さらにそこから、医学をはじめとするさまざまな知識と知恵に結びつけることにより、文系理系を超えた幅広い知識と知恵を効率的かつ効果的に学習・教授する方法を模索していきたい。

参考文献等

- 1) 河村聡人、35億分の1スケール太陽系模型、第33回天文教育研究会集録、pp153-156、2019
- 2) 馬淵正展、教材実習「賀茂川で惑星の旅（100億分の1スケール）」、宇宙教育教材研究会、2016
- 3) (太陽と月の写真)、国立天文台HP、<https://www.nao.ac.jp/>
- 4) (地球の写真)、NASA ウェブサイト、<https://images.nasa.gov/>
- 5) (1円玉、5円玉のイラスト)、ビジソザ、https://bsoza.com/money_02.htm
- 6) (ドアと子供と猫のイラスト)、Illust AC、<https://www.ac-illustr.com/>
- 7) (白衣男性の good job sign のイラスト)、Illust AC、<https://www.ac-illustr.com/>
- 8) 宇宙科学研究所キッズサイト
<https://www.kids.isas.jaxa.jp/zukan/solarsystem/solarsystem01.html>

(2020年3月15日受付、2020年4月1日受理)