

将来の放射線学習への布石：小学校算数4年「折れ線グラフ」で扱う2つのコンポスト

Seeding for Future Radiation Learning: The Two Magical Compost-containers in Elementary Mathematics

大辻永・戸田雅彦・飯村紘子・Y-S.Park・阿部洋己・藤岡達也

OTSUJI, Hisashi・TODA Masayuki・IIMURA Hiroko・PARK, Young-Shin・ABE, Hiroki・FUJIOKA, Tatsuya
茨城大学・大洗第一中学校・東海村立照沼小学校・朝鮮大学・富岡町立富岡第一中学校・滋賀大学
Ibaraki University, Oarai Daiichi Junior High School, Terunuma Elementary School, Chosun University, Tomioka Daiichi Junior High School, Shiga University

[要約] 昨今、放射線リテラシーを系統的に育成する必要性が認識されている。これまでに提案したカリキュラムに位置付く新しい試みの一つとして、小学校算数4年「折れ線グラフ」の単元に2つの減衰曲線を導入した実践を提案し、試行した実践を報告する。環境の学習でコンポストを学んでいた児童に、3600[g]のゴミを前の月の半分に分解していくコンポストと、最初の月の4分の1、9分の1、16分の1・・・にしていくものの2つを仮想的に提示し、ゴミの量の変化を計算、グラフ化してもらった。「半減期」や「距離の二乗に反比例する」といった表現、「放射線」という言葉には触れなかった。子ども達は計算機を用いて表をうめ、グラフを完成させ、楽しく取り組むことができた。この実践は即時的な効果ではなく、将来の放射線学習時に過去の経験として想起してもらうのがねらいである。また、これまでの放射線教育では、放射線防御の観点から重要な逆二乗則が軽視されてきた点も明るみになった。

[キーワード] 放射線教育、折れ線グラフ、コンポスト、減衰曲線、半減期、逆二乗則

1. はじめに

東日本大震災とそれに伴う東京電力福島第一原子力発電所事故は、我が国の科学教育にも多大な影響をもたらした(岡田他, 2013; 藤岡, 2011; 福島県教育委員会, 2014; 大辻, 2013など)。一方、震災全体を教訓として、児童生徒には自ら判断する意思決定能力と行動力を育成すべきという声が大きくなっている。防災教育の観点からも、知識・思考・判断、危険予測・主体的な行動、社会貢献・支援者の基盤が挙げられている(文部科学省, 2013)。しかし現実的には、避難訓練・引き渡し訓練・防災マニュアルの作成に重点が置かれ、科学的な取組としても理科や社会の知識の習得に留まっている。災害に結びつく自然現象を理解するために不可欠な算数・数学的なアプローチはほとんど見られない。個別の知識だけではなく、それらが有機的に結びついた理解と、それに基づいた判断力、行動力を身に付けさせることが教育者に求められている。

放射線教育に関しては、放射線リテラシーを系統的に育成する必要性が認識されているが、これ

までの研究を概観しても、具体的なカリキュラムの提案は乏しい(戸田, 2015)。そこで筆者等は、放射線を理解する上で関係する事項をより低い学年に散りばめ、後の学習時にそれらが子どもの中で結びついて来るような、スパイラル構造をもったカリキュラムを提案してきている(戸田・大辻, 2014; 戸田, 2015; Otsuji, et al. 2014)。そして、その中に位置付く実践として、小学校理科3年生の「光のはたらき」で、プリズムや紫外線ビーズを使った実践などを提案している(戸田・大辻, 2014)。本発表はこれにならぶもので、小学校算数4年生「折れ線グラフ」の単元に位置付く実践を提案し、試行した実践について報告する。これは、子ども達が将来、放射線について学習した時に過去に学習したものとして想起してもらうことを目的としている。

2. 研究の目的

本研究は、これまで筆者等が提案している放射線理解のためのカリキュラムに位置付く、小学校算数4年生「折れ線グラフ」の単元の発展として

2つの減衰曲線を導入することを提案し、試行した実践を報告するものである。

3. 研究の方法

1) 小学校算数4年「折れ線グラフ」

教科書をみると、一日の気温の変化をグラフ化するという、自然科学的な内容が取り上げられている。しかし必ずしも、決まった関数による規則性のある変化をグラフ化するとは限らない。

2) 本研究で取り上げた放射線理解に関連する2つの減衰曲線

原子崩壊に関するグラフとして頭に浮かぶのは、半減期を表すグラフであろう(図1, 4)。時刻 t における未崩壊の放射性物質の数 N_t は、次のように表される。

$$N_t = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

ここで、 N_0 は初期値、 T が半減期である。

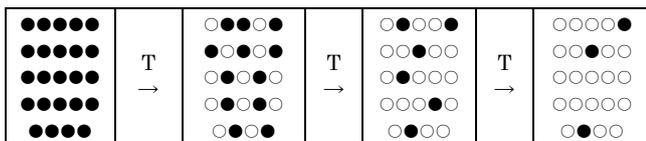


図1 半減期のイメージ図

また、放射線に関連して自らの安全に関わるもう一つの重要な減衰曲線は、放射性物質からの距離 d の二乗に反比例して放射線の強さ y_d が減衰する逆二乗則のものである(図2)。これは理科教育においては、他の現象でも登場する重要な現象であり、逆二乗則による減衰曲線の図的イメージを持っておくことは、逸脱と言うよりも好ましいとさえ考えられる。これは次の式で表される。

$$y_d = y_1 \left(\frac{1}{d}\right)^2$$

ここで y_1 は $d=1$ における値である。

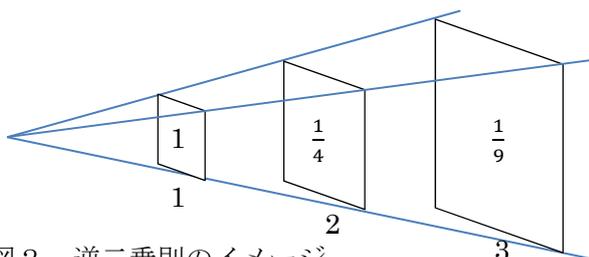


図2 逆二乗則のイメージ

3) 子どもへの事象提示

子ども達は社会科の環境学習で、コンポストを用いた生ゴミの有効な利用について学習していた。そこで、架空の2種類のコンポストを取り扱うことにした(図3)。



図3 導入した2つのコンポスト

赤のコンポストは、一ヶ月経つとゴミが半分になっていく。青のコンポストは、最初の月の量の4分の1、9分の1、16分の1、25分の1と減っていく。

授業では、わかりやすく最初の月を $3600[\text{g}]$ とした。当初、計算のしやすさから $3200[\text{g}]$ と $3600[\text{g}]$ としたが、担任から、「比べるのであればスタートする値を同一にする必要がある」との強い指摘を受け、いずれも $3600[\text{g}]$ に統一した。途中、筆算では割り切れない数値が出て来ってしまうことから、計算機も併用することにした。

子どもの認知レベルを配慮する点がもう一点ある。それは、グラフの縦軸の1目盛がいくつか、という点である。児童に配布したワークシートは、1目盛 $100[\text{g}]$ のものにした(図6)。教科書では一日の気温の変化を主に扱うことから、目盛の間隔を気にしないですむ。今回の学習は、これまでの学習の活用として位置づけられる。

ワークシートでは、さらに表とグラフの縦の位置をあわせ、2分の1ずつ減っていくことと、「最初の値の」4分の1、9分の1・・・という関係を間違わないように工夫した(図6)。

今回は、数式やイメージ図を用いずに、数値を得てグラフ化することに特化した授業内容である。グラフは逆二乗則の減少が著しいが、あると

ここで2つのグラフは交差し逆転する(図4)。

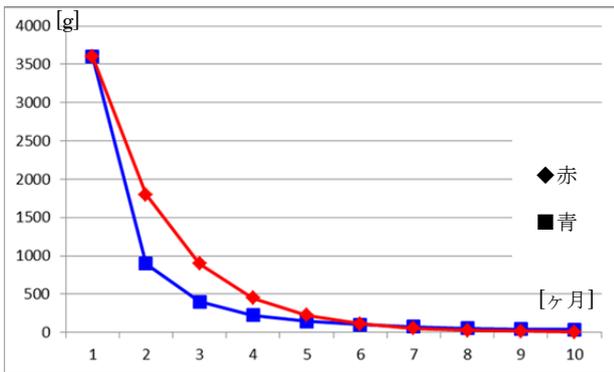


図4 2つの減衰曲線(半減期◆と逆二乗則■) 6ヶ月と7ヶ月の間でクロスする。

4) 学習指導要領上での扱い

小学校算数4年生の「折れ線グラフ」について、学習指導要領では以下のように記されている(資料1)。2つのコンポストでゴミが減っていく様子を探ることは、学習指導要領の趣旨に合致していると判断できる。

資料1 学習指導要領での記述(小学校算数)

第4学年 1目標(4)数量やその関係を言葉、数、式、図、表、グラフなどに表したり調べたりすることができるようにする。

2内容 D数量関係

(1) 伴って変わる二つの数量の関係を表したり調べたりすることができるようにする。

ア 変化の様子を折れ線グラフを用いて表したり、変化の特徴を読み取ったりすること。

(4) 目的に応じて資料を集めて分類整理し、表やグラフを用いて分かりやすく表したり、特徴を調べたりすることができるようにする。

(ア 略)

イ 折れ線グラフの読み方やかき方について知ること。

〔算数的活動〕(1) オ 身の回りから、伴って変わる二つの数量を見付け、数量の関係を表やグラフを用いて表し、調べる活動

4. 研究の結果と考察

平成26年10月28日、茨城県内の公立小学校4年生1クラス(20名)を対象に実施した。本実践では小数点が出てくる高度な割り算や、目盛に

注意しながらグラフ化するなど、発展的な内容であった。しかし、児童たちはグラフの法則性や形状に興味をもち、積極的に取り組んでいた。線のずれや軽微な計算ミスはいくつか見られたが、児童全員が2つの表とグラフを完成させ、それぞれの減り方を比較することができた(図5, 6)。



図5 実際の授業の様子

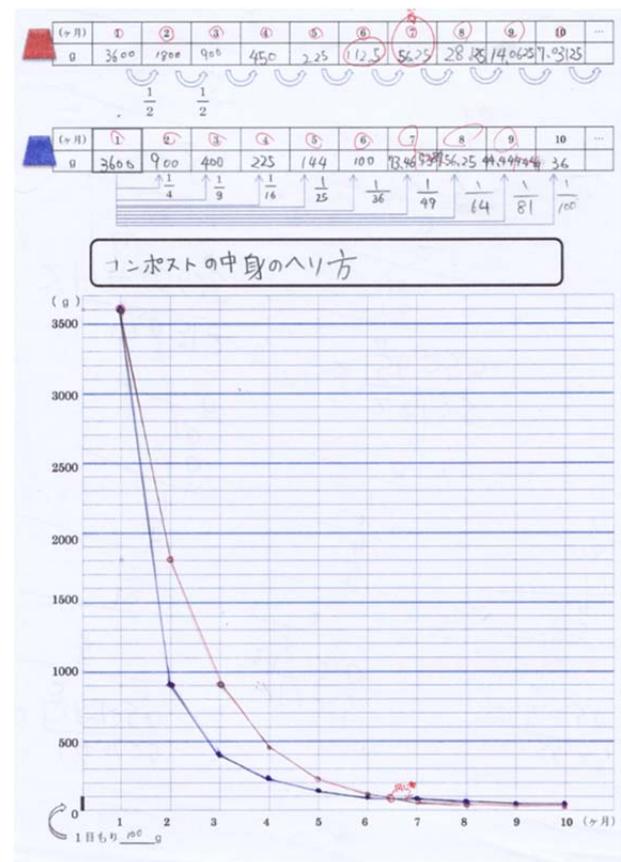


図6 児童のワークシート(1目もり100gに注意させた)

授業の中で児童の「このグラフは0にならない」という発言を取り上げ、「ずっと先にいって時間

が経過したら、どうなるの？」と問いかけた。「ゼロになったり、それより下にいっちゃうの？」というゆきぶりに、「いつになっても、ゼロにはならない」、「確かに0にならない」と同調する児童が何人も見られた。また、2つのグラフの形についても急激に値が下がる様子を見て、「ジェットコースターみたい！」という発言があった。児童達は、漸近線の性質を感覚的に理解し、最初に大きく値が下がるイメージをもつことができたと言える(図4, 6)。学習指導要領にもある「変化の特徴を読み取る」という目標も達成されたと考えられる。

最後に、赤と青のコンポストについて、ゴミの量の減り方を尋ねたところ、赤の方が最終的にはゴミの量は減らすことができるが、前半の青の減り方が著しい点から青の方が優れている、と主張する子どもが複数現れた。

5. おわりに

本実践は小学校算数4年生の「折れ線グラフ」の発展に位置付き、児童の興味を引きながら変化する値やグラフの特徴についてイメージをもたせることができた。

今回開発した授業は、算数の「折れ線グラフ」の延長にあるだけでなく、子ども達にとっては、コンポストについて学んだ環境学習の延長線上として、教科横断的な授業であった。そして、これらの授業に留まるものでなく、将来の学習に結びついている。半減期は年代測定の原理であり、文系理系を問わず、重要な概念になる。

しかし、授業者以外の補助が付いて授業が進行した。今後の課題として、ティーム・ティーチングでなくても児童たちが円滑に学習を行うことができる手立てを考える必要がある。また、この内容が半減期や逆二乗則の学習までに期間が空きすぎて、学習が生きてこないのではないかという懸念もある。今後の検討課題である。

放射線教育で、逆二乗則がこれまでどれほど重視されてきたであろうか。「外部被曝の低減三原則」(文部科学省, 2015)(距離, 遮蔽, 時間)の

観点からも、身を守る上で逆二乗則は非常に重要な概念であり、原子力事業者のみならず、事故が発生した時の、避難を要する近隣の市民にも必要なりテラシーである。ものの性質の理解に重点が置かれていた従来の放射線教育から、原子力発電所の近隣住民や一般市民にとっての放射線教育を再構築する必要がある。本研究は、その具体例の一つを示した。

附記 本発表は、Otsuji, et al. 2015 に加筆したものである。

謝辞 本研究の一部は、科学研究費補助金「東アジア等との関連性を踏まえた日本の防災・減災教育の展開と課題」(研究代表・藤岡達也, 研究課題番号: 24300266) の支援によっている。また、本研究は、戸田雅彦氏の修士論文の一部でも取り上げられている。

引用及び参考文献

- 藤岡達也: 理科教育で自然災害をどのような観点から取り扱うか〜ESD(持続発展教育)からみた「科学的リテラシー育成と防災・減災」、これからの理科教育と科学リテラシー: 東日本大震災によせて、理科教育に今求められる「力」とは(シンポジウム II), 日本理科教育学会全国大会要項 (61), 71-72, 2011.
- 福島県教育委員会: 放射線教育指導資料(第三版), 2014.
- 文部科学省: 「生きる力」を育む防災教育の展開, 2013.
- 文部科学省: 中学生・高校生のための放射線副読本: 放射線について考えよう, 2015.
- 岡田努・渡辺博志・園部毅: 地域の教育資源を活用した放射線教育の授業の実践について, 福島大学総合教育研究センター紀要 (15), 17-24, 2013.
- 大辻永: 東日本大震災を受け「理科教育研究者の社会的責任」を考える, 日本科学教育学会第37回年会(三重大学), 2013.
- Otsuji, H., Toda, M., Nobeoka, A., & Taylor, P.C.: The developed inquiry-based spiral curriculum to promote the radiation literacy as STS and Sustainability Education. *STEM 2014*, UBC, Vancouver, Canada, 2014.
- Otsuji, H., Toda, M., Iimura H., Park Y-S., Abe, H. & Fujioka T.: Seeding for Future Radiation Learning, *KASE 2015*, Pusan National University, 2015.
- 戸田雅彦: 初等中等教育における現代的科学リテラシーの育成を目指した放射線教育カリキュラムの開発, 茨城大学大学院教育学研究科修士論文, 2015.
- 戸田雅彦・大辻永: 小学校3年生「光の性質」で分光と紫外線を扱った授業実践報告: 放射線教育を包含した現代的科学リテラシー育成のためのカリキュラム開発, 平成25年度第4回日本科学教育学会研究会(南関東支部開催)(2014.3.22 東京学芸大学), 2014.