

小学生に対する月の学習へのスケールモデルの導入効果

○土田 理（鹿児島大学教育学部）、帖佐成大（曾於郡財部町立財部小学校）

平 千力（鹿児島大学教育学部附属小学校）、原田 浩毅（鹿児島大学教育学部附属小学校）

1. 月の学習について

図1は、昭和22年から現在までの、学習指導要領における「月」に関する学習年次の変遷を示したものである。昭和22年、33年当時は、小学校の低学年から中学年にかけて多くの内容が扱われていたことがわかる。また、小学校から中学校まで、繰り返し月を題材にした単元が配置されていたこともわかる。昭和53年までの間、月に関する内容が徐々に上の学年に、移行している。そして昭和53年では月の形の変化の理由は、小学校、中学校を通して学習されていないが、平成元年では中学校で月の満ち欠けと月、太陽の位置関係が学習されるなど、内容の移行には一貫性が見られないのである。

さらに平成10年の改訂である現行の学習指導要領では、月の形は三種類程度として動きのみに注目した学習内容が4年生で入っているだけで、中学校では月の内容は取り扱わない。

子どもが観察を行ったときに最初に気づくことは、「月にはいろいろな形がある」ことであり、月は動くということではない。月の動きは、同じ位置で経時的観察を行って初めて気づくことである。したがって、子どもの思考の流れから考えても、現行の月の学習内容の配置には疑問が残るのである。

大きさ、見える時間、昔からの行事の関わり等から考えても、月に関する学習内容はいっそう深いものであっても良いと筆者は考えるのである。

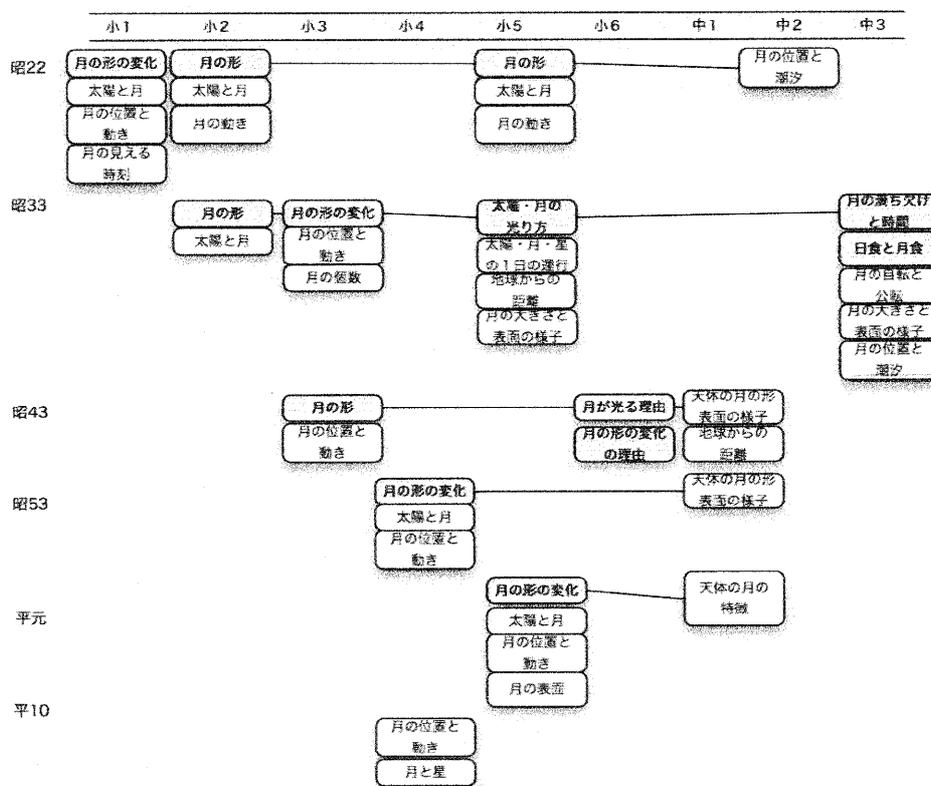


図1：学習指導要領における「月」に関する学習年次の変遷
(国立教育政策研究所学習指導要領データベースをもとに作成)

本論文では、「月の形の変化の原因」を考えるモデル実験を小学校4年生の理科の学習に加えた授業研究について、特にスケールモデルの導入場面に焦点を絞って考察する。

2. 月の形の変化と小学生の認識

月の形の変化と原因についての小学生の認識調査の学会誌への報告事例は、多くない。宮脇・南部(1992)は、小学校第3学年から第6学年までの児童を対象にした調査より、児童の描いた月の形を図2の4種類のカテゴリーに分類している。

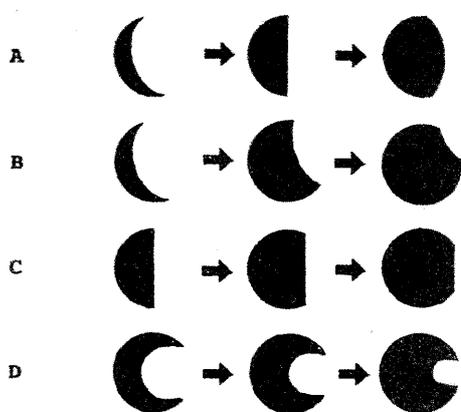


図2：児童の月の形の捉え方
(宮脇・南部(1992)より引用)

図2のそれぞれは、A:科学的に適切な記述、B:月食のような欠け方、C:板で隠されているような欠けた部分が直線、D:欠けた部分が徐々に小さくなる、を示している。重要なことは、この調査結果が、現在の理科授業に見られる子ども達の認識ともかなり一致している点である。つまり、月の形が変わる原因を、地球の陰に入る、地球の影が映る、雲のようなものが遮っている、という子どもの意見が授業中にかなりの割合で見うけられるのである。

筆者らが、鹿児島大学教育学部附属小学校の4年生2クラス76名を対象に平成16年5月24日～28日に調査をした結果を図3に示した。

図3より、「月を何かが見え隠す」、「月に何かの影がかかる」という考えを持っている児童は、半数近くになっていることがわかる。一方、「太陽の光の反射による」という児童も10数%いることがわかる。

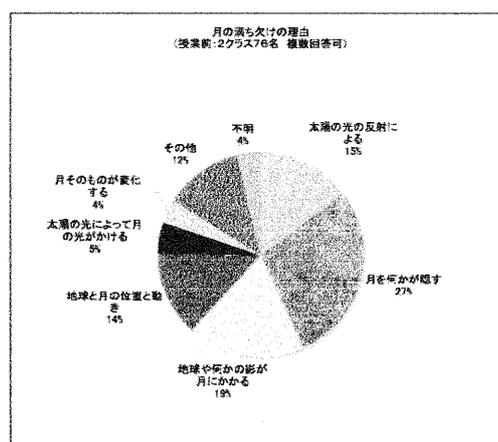


図3：児童が抱く月の満ち欠けの理由
(授業前)

3. 授業へのモデルの導入と児童の認識

先にあげた調査は授業前の時点である。したがって、「雲のようなものが遮っている」という考え方は、複数回にわたって観察を行うことで別の考え方に変わると予想されるが、これまでの授業研究を通じた経験からは根深い考えのようにも思われる。

そこで筆者らは、調査後、通常の月の学習を数週間おこなった後、まとめの段階で月の形の変化をより考察する授業を行うことにした。この授業では、より実際の月の形に近い現象を再現できる方法を前もって用意し、授業の導入段階において教師の働きかけを通して児童からの意見を取り上げながら、用意した方法を順番に児童へ提案することにした。

授業全体の流れは、最後の資料に示した。

授業は、鹿児島大学教育学部附属小学校4年は組(男子18名 女子20名 計38名)を対象として、平成16年6月21日に2コマ連続で行った。授業は、平教諭が担当した。

以下に、授業で用いた3つの方法と各モデルによる考察を行った際の児童の気づきや考えをあげる。児童の気づきや考えは、記録した授業映像と音声にをもとにした分析と、この授業中に複数の児童に行ったインタビューを元にまとめたものである。

方法①：一人ひとりが行うモデル

各自の活動を通して、自分なりの考えを深めることをねらいとし、個人の活動と気づきを重視する方法である。図4に示した、ゴルフボールを月、ペンライトの光を太陽の光、児童自身を地球に見立て、

月の形の変化について考えるものである。



図4：方法①の例

○気付きや疑問点

- ・月の形の変化には太陽の光が関係していると推測できる。
- ・科学的に適切ではない考え（光源の位置、動き方等）で説明する。
- ・地球のモデルに消しゴムを利用して、視点移動を行うことに気づいた。
- ・ゲームにあるような月の形ができないことを発見した。
- ・新月と満月について、太陽と月の位置関係に疑問が残っている。
- ・太陽、地球、月がどのような関係で動いているのか混乱している。

この方法では、半月や三日月、新月の様子は再現できる。しかし、太陽（光源）が地球（自分）と月（ボール）の間に入ってしまい、現実とはことなるモデルとなる。そのため、満月を考えることは難しい。児童の中には、頭の後ろから光を当てて説明しているものもいた。また、この時点で太陽の大きさに着目した児童がいた。

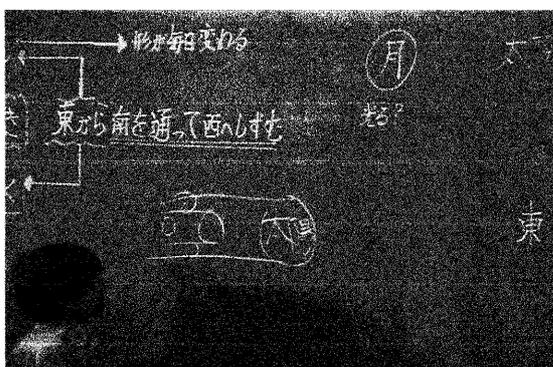


図5：方法①の後、満月になる理由を説明する児童

図5は、方法①の後、満月となることを見つけた児童の発表である。太陽は大きいので、地球と月が完全に重なると月食になるが、ずれた場合は地球に遮られなかった光が月にあたることで満月になる、という考え方である。

方法②：全体での確認を可能にするモデル

暗くした理科室の中で方法①を用いて、月の形の変化について児童に十分に活動をさせた後、方法②を提示した。方法②は、図6に示したように、天球儀を月、照明用ライトの光を太陽の光として、方法①で用いたモデルを大きくしたものである。月の大きさが大きくなり、太陽の光がより強くなることで、教材①に比べて月の形がより鮮明にわかり、大勢が一度に観察でき、クラス全体が同じ観察事実を共有できることになる

○気付きや疑問点

- ・月の形は太陽の光を反射して出来ることに納得した。
- ・方法①よりも明確に、半月や三日月の形を確認することができた。
- ・新月について、かなりの児童が説明に納得できた。
- ・光源側からの観測では、腰を落として見る位置を下げると満月になることを発見した児童がいた。
- ・光源側からの観測では、月食として見た児童もかなりいた。

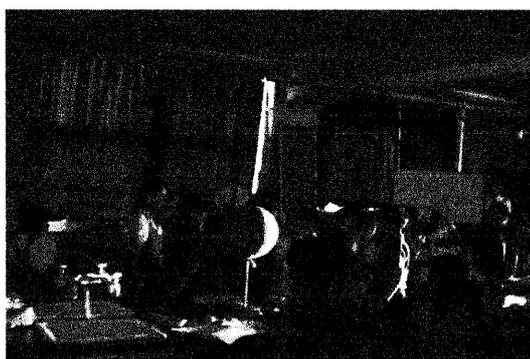


図6：方法②で観察している様子

方法①、②を通して、月の形の変化の原因が、太陽と地球と月の位置が関係していることに気づいた児童数は増加した。しかし、方法①、②では、実際の地球、月、太陽の大きさと距離が反映されていない

い。そのため、見る位置を下げると満月になることを発見した児童の考え方が、多くの児童には納得しがたいのではないかと、予想される。

方法③：地球、月、太陽の大きさと距離のモデル

方法③では、地球、月、太陽の3つの天体のスケールモデルを導入した。モデルは、実際の大きさと距離を約3億2千万分の1にしたものである。

図7は、方法③で導入しスケールモデルを提示している場面である。



図7：方法③で導入したスケールモデル

モデルとして示したものを次にあげる。

- 地球：ピンポン球（直径 約4cm）
- 月：パチンコ玉（直径 約1cm）
- 太陽：紙を円形に貼ったもの（直径 約4m）

それぞれの距離は、次の様になる。

地球～月 = 1m20cm

地球～太陽 = 500m

（本学部附属小学校理科室からダイエー鴨池店の間くらい）

○気づき

- ・ 太陽、地球、月の大きさと距離はすごいことに気付く。
- ・ 太陽がすごく大きいから光が強く、月の形がはっきりする。
- ・ 地球と月でも大きさが違うから地球の影は月にはかからないとする考え。

方法③で、大きさと距離についての考えが入ったことで、満月と新月の時の位置関係について考えが深まり、納得ができた児童が多くなったと予想される。

4. 地球・月の大きさ・距離の捉え方

筆者は、教育学部と他理学部で担当している講義の中で、毎年「地球をリンゴ、直径が10cmとしたとき、月の大きさ、月と地球の距離、太陽の大きさ、太陽までの距離は、どの程度になると思いますか？」という課題を出している。図8-11は、平成15年度に教育学部学生（145名）、鹿児島大学理学部（69名）、平成17年度に鹿児島大学教育学部附属小学校4年生（38名）を対象に、実際に直径が10cm程度のリンゴやミカンを見せながら回答を求めた結果である。先の実験クラスでは、授業までの時間の中で、調査を行うことができなかった。

正解は、地球が直径10cmとすると、月の大きさが直径2.5cm（約3cm）でプチトマト程、月までの距離は約3m、太陽の大きさは直径11m（約10m）、太陽までの距離は1.2km（約1km）となる。

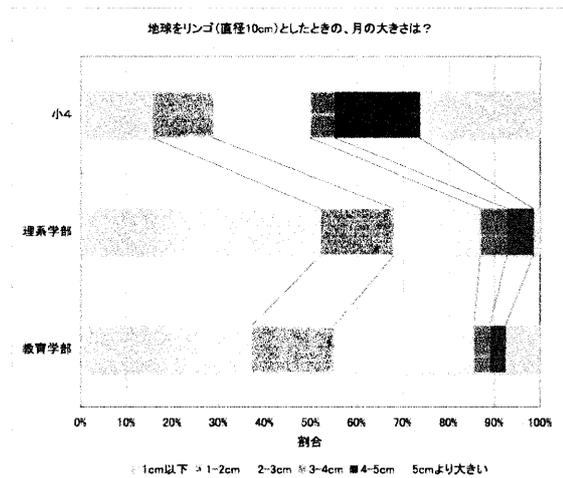


図8：月の大きさ（直径）の捉え方

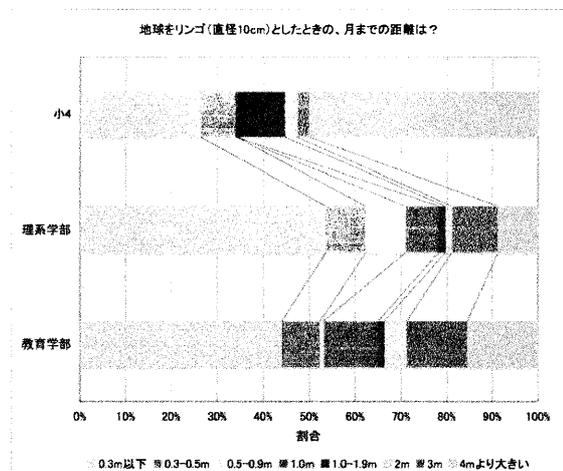


図9：地球から月までの距離の捉え方

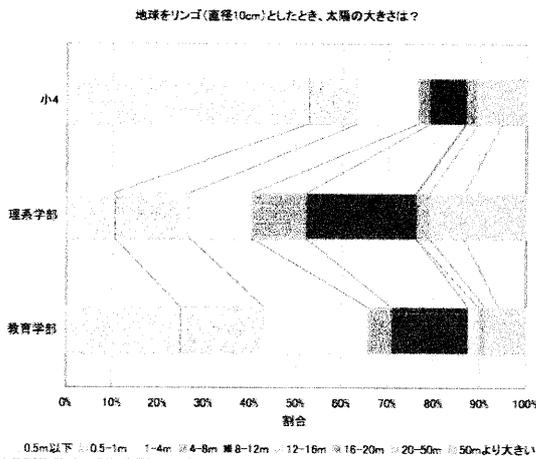


図 10：太陽の大きさ（直径）の捉え方

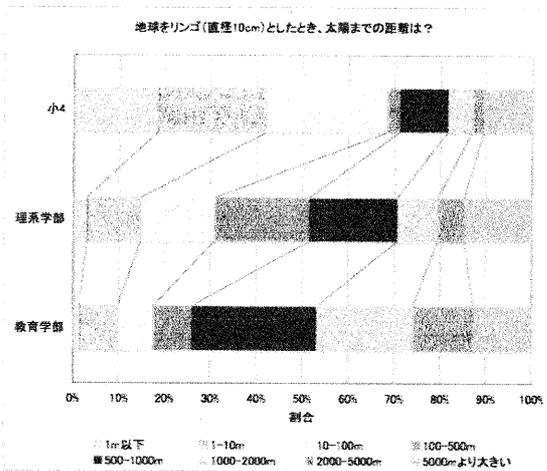


図 11：地球から太陽までの距離の捉え方

図 8 より、月の大きさについては、大学生の 5-6 割強が、地球よりかなり小さいものとして捉えているのに対して、小学 4 年生の 4 割は地球とあまり大きさが変わらないか、半分程度として捉えていることが分かる。また、図 9 より、小学 4 年生の方が、大学生より月と地球の距離を大きく捉えていることがわかるが、図 11 では、地球と太陽の距離では逆に小学生は小さく捉えていることがわかる。

このことは、月は遠くにあるものの、太陽とあまりかわらない距離にあると捉えていることを示している。太陽も月も「空」という子どもから見ると大きなドームのような所に、同じような大きさとして観察されるので、この認識は子どもにとっては当然のことと予想される。

このような捉え方があるので、地球の影が月に映

っているとする考え方や、雲が影を作っているとする考え方には、矛盾がないのであろう。

大学生は、地球と比較しての月の大きさや太陽の大きさの大小関係はある程度捉えているが、距離が大きすぎて、この原因は、この学年の学生が中学理科で見てきたモデルに起因していると予想される。図 12 は、平成元年告示の学習指導要領に準拠した教科書に示してある、月の形の変化を考えるモデルである。

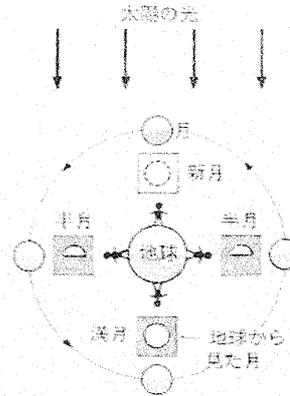


図 12：中学校教科書のモデル

(東京書籍：新しい科学 2 分野上、p. 46、平成元年版より引用)

地球と月、太陽の位置関係だけをモデル化したものなのである。しかし、学習者にはモデルの限界がわからない。そのため、適応しない条件までも含めて全体を正しいモデルとして、学習者は捉えてしまうことが予想される。

5. 導入効果

図 13 は、授業後 5 ヶ月ほど経過した平成 16 年 11 月に、本報告の授業を行ったクラス（実験群）と行わなかったクラス（統制群）に、月の満ち欠けの理由を聞いた結果である。2 つのクラスの間には、時間経過後も月の満ち欠けの理由についての認識に大きな違いが見られる。

実験群においては、「太陽の光の反射による」が 7 割半であったが、統制群では 2 割にとどまっている。授業前の調査では、このような考え方が 10 数%であったのに対して、実験群では大きく変化していることがわかる。また、実験群では理由を答えること

ができない児童はなかった。

月の形の変化を小学校 4 年生に学習課題として与えることの可能性とその効果は、ほぼ満たされたと考えられる。

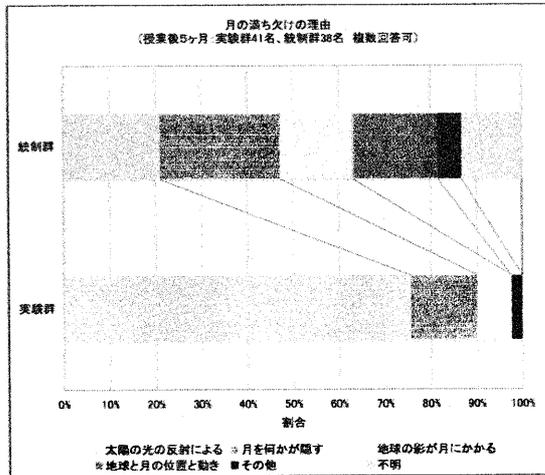


図 13 : 児童が抱く月の満ち欠けの理由 (授業後)

6. 課題とまとめ

数ヶ月を経た後も授業で押さえた内容が保持されていることと同時に、「月を何かが隠す」と「地球の影が月にかかる」とする児童が、授業後もあわせて 2 割ほどいることは、満ち欠けについてのさらに深い認識調査も含めて、その原因と分析は今後の課題である。

また、先にあげた中学校理科で出ていたモデル授業後に行ったこのようなモデルの問題は、すでに松森 (1996) においても、距離を正しく捉える学習を小学校でも導入した方がよい、という提言とともに指摘されている。しかし、学習指導要領からの削除や追加についての根本的評価が行われていない現状からみると、次期学習指導要領においても月の扱いは不透明である。追加すべき事柄については、前後の学年と系統性を持たせた授業実践を通して、実証的なデータを集める必要がある。

スケールモデルの導入は、小学校の月の学習だけではなく、大学生にとっても、自然界を捉える手段として新鮮な見方を与えることが毎回の講義後の感想から読み取ることが出来る。筆者からすると、当然と思われる方法なのであるが、その方法を理科で学ぶことなく大学に入学してくるという現状に出会

うと、やはり小学校からの理科で少しずつスケールモデルを導入すべきと確信するのである。

7. 付記

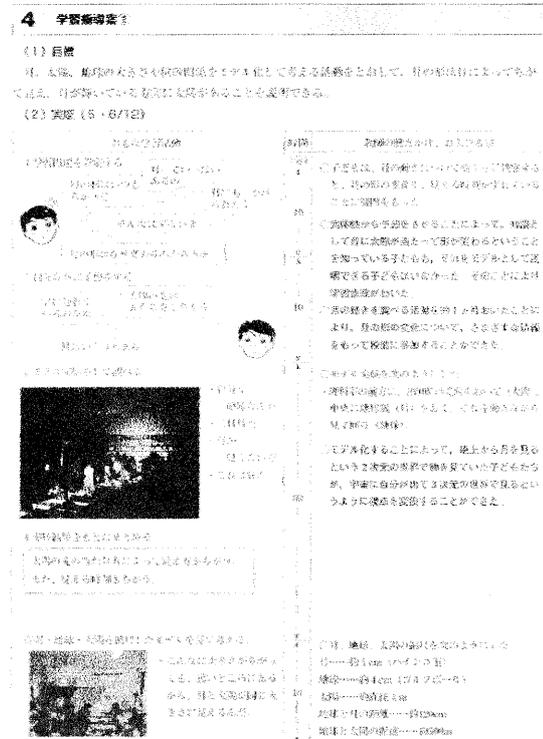
本報告の授業前後の調査と授業記録は、平成 16 年度鹿児島大学教育学部理科教育専修卒業論文「月の満ち欠けに対する児童の認識の変容 (帖佐成大)」から、抜粋、加筆したものである。

8. 引用と参考

- ・ 国立教育政策研究所内；学習指導要領データベース、<http://www.nicer.go.jp/guideline/old/>
- ・ 宮脇、南部；月の満ち欠けについての子供の観念、地学教育、45(6)、p.14、1992
- ・ 東京書籍；新しい科学 2 分野上、p.46、平成 4 年
- ・ 松森靖夫；月の裏側に関する子どもの認識状態の分布、地学教育、49(5)、p.183、1996
- ・ 平千力；こだわりをもって追究し続けるための学種内容 4 年「月と星」、初等理科教育 5 月増刊号、p.56、日本初等理科教育研究会、2005

<資料>

次の資料は、本報告の授業の学習指導案である



「こだわりをもって追究し続けるための学種内容 4 年「月と星」(初等理科教育平成 17 年 5 月増刊号、p. 56) より引用。