

# 空間認識が苦手な児童に対する指導の工夫 —第4学年「月や星の動き」での実践—

教育実践力高度化コース

17AD009

清野 玄太

【指導教員】 小倉 康 山口 美保 大朝 由美子

【キーワード】 空間認識 心的回転 月や星の動き 透明ボウル

## 1. 研究の背景

児童にとって天文現象は身近であり、理科の天文分野の学習も興味・関心が高い学習内容のひとつである。しかし、学習内容の理解に関しては高いと言えないのが現状である。平成13年度教育課程実施状況調査(国立教育政策研究所, 2002)では、「星の動き」の単元について「よく分からなかった」と回答した児童の割合は25.0%で、全体の平均20.8%に比べて上回っている。また、同調査で教員向けの質問の結果を見ると、「星の動き」の単元について「児童にとって理解しにくい」と回答した割合は54.6%で、全体の平均31.0%に比べて大きく上回っている。さらに、平成27年度実施の全国学力学習状況調査(国立教育政策研究所, 2015)では、「方位についての情報から、観察している方位を選ぶ」の設問の正答率は41%で半数以上の児童が不正解であった。このことから、天文分野の学習は児童にとって分かりにくく、教員にとっても教えにくいという現状が明らかになっている。

天文分野の学習は、天体に関する知識だけでなく、天体の位置関係を考慮する必要があり、空間認識能力が重要である。これまでに、児童・生徒の空間認識能力に着目し、傘や透明半球を用いて星の動きを立体的にとらえられるモデルの開発が行われてきた(飯利雄一 他監修, 1988)。

荒井(2000)は、中学校理科「地球の自転」の単元において視点移動能力の訓練・習得を目的とし、透明半球を用いた授業実践を行い、空間認識(概念)を高めることができることを報告している。

しかし、空間認識能力に着目して、学習内容の理解度を上げることを目的とした研究は中学校における実践が多く、小学校においては十分ではないのが現状である。

## 2. 予備調査

平成29年7月に「月や星の動き」の単元において、空間認識能力を育成することと、児童の空間認識能力の実態を調べることを目的として予備調査を実施した。

### I. 方法

埼玉大学教育学部附属小学校第4学年35人を対象とし、傘を用いた実験を取り入れた全3時間の授業を実施した。小学校学習指導要領解説理科編では、第4学年「月や星」に

おいて、方位磁針を用いて方位の確認をしたり、決めた場所で月や星の位置の変化を観察し、月や星の位置が変化することを捉えられるようにすることをねらいとしている。単元構成は、1時間目に北の空に見える北斗七星の動く向きを予想し、観察計画をたてた。自宅学習として北斗七星の観察を行ったあと、2時間目では観察記録をもとに東から西の方向に向かって動き、反時計回りに回って見えることを学習した。3時間目は、プラネタリウムで学習した南に見えるさそり座の動き方を思い出し、北斗七星と動く向きが違うことから問題を見いだした。検証の方法として、星を取り付けた傘を用いて実験を行い、方位によって星の動く向きが違って見えることを理解できるようにした。

図1に授業で使用した傘を示す。通常の傘よりも天球に近い形状になっており、透明部分に星に見立てた磁石を貼り付け、星の動きを再現するモデルとした。傘の先端部分を北極星の向きとし、傘を回した時に北斗七星の動き方が分かるようにした。さらに傘の柄の部分に南側となるようにし、さそり座を書いた紙皿を絵の部分に取り付け、南を向いている時は紙皿の回り方を見るようにした。これにより、各方位に自分が向いた時に見える星の動きの違いを体験を通して理解できるようにした。

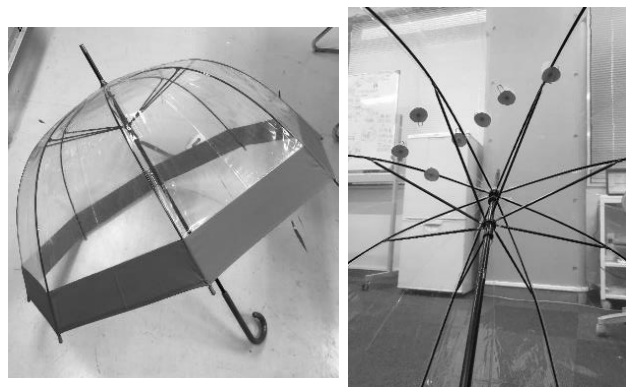


図1 (左) 天球状の透明傘 (右) 北斗七星の形に貼り付けたマグネット

北を向いた時と南を向いた時で星の動く向きが違って見えることを考える際には心的に動く向きを回転させること

が必要になる。調査問題は図2のように様々な方向から見える船や車の向きを答える問題になっており、頭の中で船や車の向きを回転することを必要とする。調査問題を検証授業の前後で実施することにより、傘を用いた実験によって空間認識能力、特に心的に物体や方向を回転する能力が育成できるかどうかを調査した。

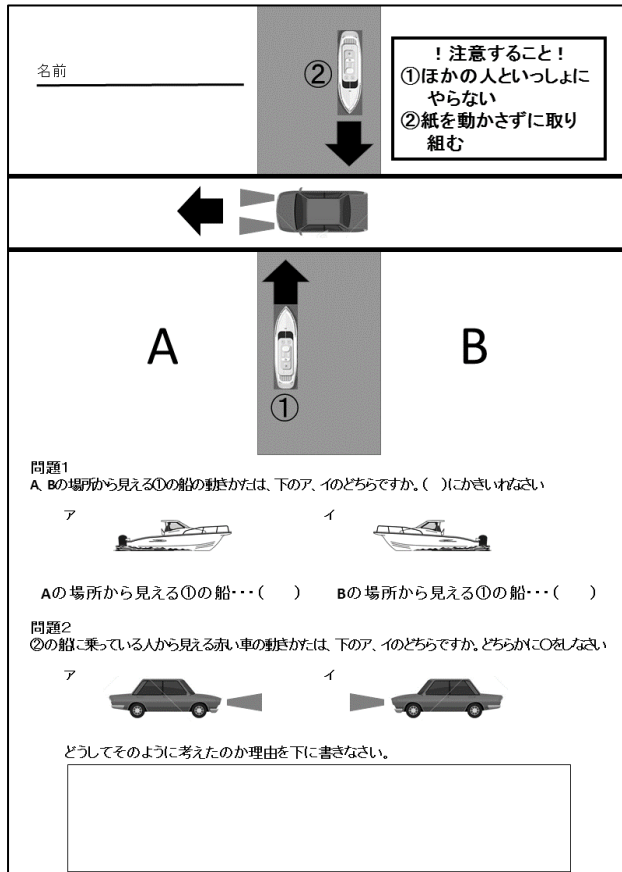


図2 調査問題

## II. 結果

検証授業の前後で実施した調査問題の結果は表1のとおりであった。

表1 (上) 事前調査の結果 (下) 事後調査の結果

事前調査 (N=35)			
正解数	人数 (人)		
3	21		
2	11		
		問題 1 A ×	0
		問題 1 B ×	2
		問題 2 ×	9
1	1		
0	2		
事後調査 (N=35)			
正解数	人数 (人)		
3	28		
2	4		
		問題 1 A ×	0
		問題 1 B ×	2
		問題 2 ×	2
1	0		
0	3		

事前調査においては、全3問のうちすべて正解した児童は21人であったが、事後調査においては28人となり、7人増加した。この7人全員が事前調査において問題2のみ不正解であった児童だった。一方で、全問不正解の児童は事前調査では2人であったのに対し、事後調査では3人であった。この3人のうち2人は事前調査でも全問不正解であり、もう1人は事前調査では問題1Aのみ正解であった児童であった。

## III. 考察

検証授業の後に実施した調査で全問正解の児童の数が増えたことについて、空間認識能力が中程度である7人の児童に対しては傘を用いた授業実践に空間認識能力を促進する効果があったと考えられる。これは、傘を用いて星の動きを再現する実験を通して、頭の中で考える心的なイメージだけでなく、具体物を用いた実感を伴った理解により、空間認識能力の促進につながったと考えられる。

一方で、空間認識能力が低い児童は変化がみられなかったことから、該当する児童には有効な指導法ではなかったと考えられる。これについては、天候などの理由から観察が不十分であったことや、観察結果が記録用紙での平面に記録されているために、天球のような立体空間で考える際に、各方位での星の動きを理解できなかったと考えられる。また極軸が傾いていることで、北は星が回っているように見えるが、南は回らずに直線的に動くことと理解し、授業者が意図していた、東と西の向きが変わることを理解できなかったことも原因のひとつであると考えられる。さらに、空間認識能力は短期間では身につくものではなく、継続的かつ様々な教科で系統的に指導していく必要があることが示唆された。

## IV. まとめと課題

傘を用いた実験を行い、実験の前後で児童の空間認識能力が変化するかを調査した。その結果、正解数が3問中2問であった児童のうち7人が授業後に3問すべて正解した。一方で、授業前に正解数が1問または全問不正解であった児童は、授業後においても正解数に変化がないか、正解数が減少した。正解数が増加した児童がいたことについては、手で傘を回転させながら星の動きを考えることが、心的なイメージを促進させたと考えられる。一方で、正解数が減少した児童については、極軸の傾きによる南北の星の動きの違いや、観察が十分でないこと、記録用紙を用いた平面上での観察記録が心的イメージを難しくしていると考えられ、今後の課題となった。

また、検証授業の効果については実験群と統制群に分けて授業を実施していないために、因果関係を証明するには不十分である。また、学習内容の理解に関する調査を行っていないため、空間認識能力の程度による理科学習への影響については検討できていない。

## 3. 研究の仮説・目的

予備調査での課題であった空間認識が苦手な児童への効

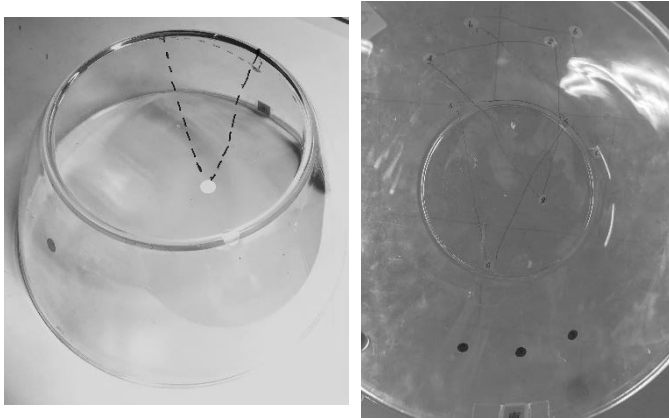


図3 (左) 左) 透明ボウルの外観 (右) 内側からの様子

果的な指導について、Wexler(1998)は、スクリーン上に表示されている図形を指定した方向に回転させた時に該当する図形の形を問う心的回転の課題中に、ジョイスティックを回転させて回答する調査を実施し、ジョイスティックの回転方向と心的回転課題の回転方向が一致するとき心的回転が促進されることから、手の運動と心的な運動との間に相互作用があることを示した。さらに、Harman(1999)は、物体を手で操作して能動的に物体の様子の変化を観察することで空間認識が促進されるとした。

そこでWexler(1998)やHarman(1999)の知見を参考に、今年度は、市販されている透明ボウルを観察や授業に用いて、手で操作して観察や授業時における予想や考察を行うことで、空間認識が苦手な児童でも空間認識能力が促進されたり、授業内容の理解が容易になるのではないかと考えた。

また、予備調査においては、授業内容の理解に関する調査は行っておらず、空間認識能力と授業内容の理解の関係は不明確である。そこで、今年度は透明なボウルを用いた観察によって、空間認識が苦手な児童の空間認識を促進することにより、学習内容を理解できるかを明らかにすることを目的とした。

#### 4. 研究方法

平成30年9月6日・12日・19日に、公立小学校の1学年級29人を対象とし、小学校第4学年「月や星の動き」の単元において、透明ボウルなどの指導の工夫を行った検証授業を実施した。また、平成30年9月4日には検証授業の前に児童の空間認識能力の程度を調査するための事前調査を実施した。さらに検証授業後の平成30年9月25日には、平成27年度全国学力学習状況調査における「方位についての情報から、観察している方位を選ぶ」の問題を参考に自作した問題によって、空間認識能力の程度を調査するとともに、授業内容の理解度を調査した。

##### 1. 教材・指導の工夫について

検証授業においては、Wexler(1998)やHarman(1999)の知見をもとに、透明ボウルを用いた観察や実験結果の予想・考察などを行うことで、空間認識が苦手な児童でも授業



図4 傘を用いた方位の確認

内容を理解できるようにした。図3は実際に用いた透明ボウルである。この透明ボウルは100円ショップなどでサラダ用のボウルとして100円で販売されているものである。安価であるため、全員が1つずつ使用でき、直径は約28センチメートルなので持ち運びをすることもできる。半球状になっているが、天頂部分は平らになっており、完全な半球状ではない。

透明ボウルを使って観察を行い、結果の記録を行った。観察結果は、透明ボウル越しに自分から見える星の位置にシールを貼るという方法で行い、観察を行う際には、電信柱や高い建物など動かない物を必ず記録し、方位磁針を使って南の方向に透明ボウルの南の印を合わせ、正面が南になるようにした。19時～21時にかけて1時間ごとに観察し、シールに観察した時間を記入し、1時間前の観察結果と比べながら観察できるようにした。

一般的な観察方法としては、観察シートなどの紙に記入する方法がある。観察シートには、透明ボウルと同様に正面を南とし、動かないものである電信柱や建物を記録し、それらを基準として時間ごとに見える星の位置を記録する方法である。観察の場面においては、方位磁針で方位を確認し、空を見上げて観察する星や星座を見つけ、平面上である記録シートに記入をする。記録する際は、観察者の主観で記録するため、星座の大きさ、見える位置などは不正確であり、観察者によって大きく異なると言える。さらに、1時間で星や星座が動く範囲はそれほど大きくなく、特に天頂部に見える星や星座の場合、動かないものである電信柱や建物との比較は難しくなり、星や星座の動きを実感・記録しにくい。それに対して透明ボウルでの記録では、実際に星が見える位置にシールを貼る方法なので、星や星座の大きさや位置の正確さは向上し、時間ごとの星や星座の位置の変化を比較し、確認しながら観察できる。さらに、透明ボウルには方位を記入してあるので、方位に関する認識が苦手な児童でも、どの方位に星や星座が動いているかを確認することができる。

月の動きに関する学習の場面では、校庭で透明ボウルを用いて観察を行った。その際に図5のように傘に方位を示すカードを取り付け、方位に関する認識が苦手な児童が外

に出ても方位を認識できるようにした。カードは取り外しが簡単であるため、一つひとつの方位を確認しながら観察を行うことができたり、方位の認識が苦手な児童に傘を持たせて、自分の視点から方位を確認することで、外に出ても方位の関係が分かるようにした。

## II. 授業展開の工夫について

検証授業は「月や星の動き」の単元である全 6 時間を授業者として実施した。

第 1 次では、南を向いた時の月の動きについて学習した。「月も、太陽と同じように東から南を通して西に動くのだろうか。」という問題について予想し、実際に昼間に見える月を観察して、検証をおこなった。授業日の月齢は 25 前後で、昼前頃に、校庭から見やすく、高い位置に月が見える時期に設定した。しかし、9 月は太陽が高い位置にある影響で月が見にくいことや、気温の上昇などによる健康面への配慮から、太陽と月の離角を考慮し、さらに朝や昼過ぎなど月が低い位置にある時間に観察するのが最善である。昼間に見える月の観察は、透明ボウルを用いて行い、星の動きの学習で家庭での観察を行うための練習を目的の 1 つとして行った。

第 2 次では、南を向いた時の星の動きと北を向いた時の星の動きについて学習した。「南を向いた時に見える星や星座は、どのように動いているのだろうか。」という問題を見だし、ワークシートでの予想と家庭学習での透明ボウルを用いた観察を行い検証した。観察した天体は、夏の大三角と火星の 2 天体で、火星は地球への大接近によって曇っていても比較的観察が可能な天体であったので、観察天体として採用した。

授業においては、透明ボウルに記録した立体的な観察結果をもとに、方位を確認しながら観察結果を共有した。観察ができなかった児童に対しては、授業者が観察した結果を記録した透明ボウルを全員に配布した。観察結果から、「南を向いた時に見える夏の大三角は、東から西に絶えず動く。また、星の形はかわらない。」ということを見だし、さらにシミュレーションソフト「Stellarium」や「Mitaka」によって星の動き方を確認した。

南を向いた時の星の動きを学習した後に、「北を向いた時に見える星や星座は、南の時と同じように動いているのだろうか。」という問題を見だした。北を向いた時に見えるカシオペア座を例に挙げ、動き方を予想した。この時、南を向いた時の観察結果が記録されている透明ボウルを操作しながら予想できるようにした。空間認識が苦手な児童には、授業者が透明ボウルの操作を補助的に行うことで、北を向いた時と南を向いた時の星の動く向きの違いについて考えられるようにした。北を向いた時のカシオペア座の動き方については、シミュレーションソフト「Stellarium」を用いて時間を進めながら説明し、結果を理解できるようにした。この時、合わせて透明ボウルを用いて説明を行い、星や星座は東から西に絶えず動いており、南を向いた時と北を向い

た時では、自分から見える東と西の向きが違うことに気付けるようにした。

## III. 効果検証のための調査について

検証授業の前後においては、児童の空間認識能力を把握し、授業で活用することと、透明ボウルをはじめとした指導の工夫の効果を検証することを目的とし、調査を計画した。

### (1) 事前調査

検証授業を行うにあたり、平成 30 年 9 月 4 日に対象児童の空間認識能力を調査するために、Mental Rotation Test (以下 MRT とよぶ) を実施した。MRT は空間認識能力を評価するためのペーパーテストであり(椎名・鈴木, 1991)、MRT の問題は基準立体と同一の立体を選択肢の中から選ぶものである。図 6 は MRT の問題の一例であり、4 つある選択肢のうち 2 つの立体は基準図形と一致し、他の 2 つは一致しない図形になっている。すべての立体が 10 個の立方体で構成されており、立方体の数によって正誤を判別できないようになっている。

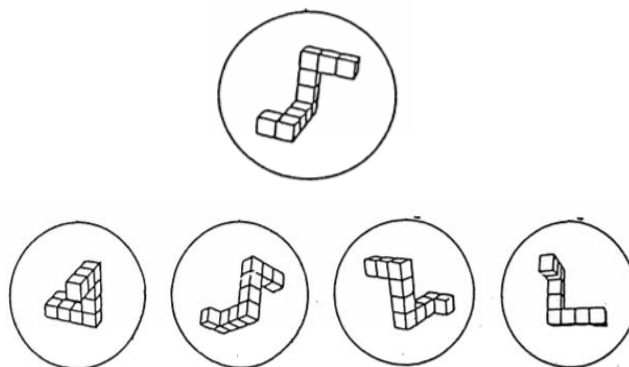


図 5 MRT の問題 (文献 6) より抜粋

Vandenberg らによる MRT は、成人などで実施されているが、本研究で対象としている 10 歳前後の児童に有効であるかは明確ではなかった。そこで本研究では、この Vandenberg らの MRT を参考に自作した MRT を実施した。Vandenberg らの MRT と本研究の MRT の概要を比較したのが表 2 である。

表 2 MRT の概要

	Vandenberg の MRT	本研究の MRT
問題数	40問	3問
選択肢の数	4(うち2つが正解)	3(うち1つが正解)
立方体の数	10個	5~6個
回答時間	6分間(3分×2)	9分間(3分×3)

小学生を対象に実施することを考慮し、問題数を例題を含む 4 問にし、構成する立方体の数は 5 個~6 個にした。また、担任の指示により、3 分間で 1 問ずつ進め、全問を 9 分で実施した。図 6 は実際に使用した問題の例題である。例題では立方体のブロックを用意し、それらを組み合わせて

実際に例題と同じ図形を作り、基準図形と一致する図形、一致しない図形があることを確認してから問題に取り組むようにした。

MRT を検証授業の前に実施することで予め空間認識が苦手な児童を把握し、授業を行う際に重点的に指導ができるようにした。

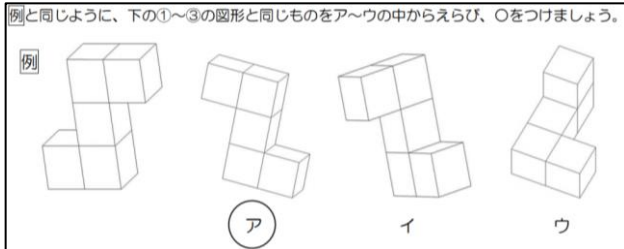


図6 本研究で用いた MRT の例題

(2) 事後調査

検証授業後の平成 30 年 9 月 25 日に、空間認識能力の調査と学習内容の理解度を調査した。事後調査は 3 問で構成されており、問題 1 は空間認識能力を調査する内容で、問題 2・3 は学習内容の理解度を調査する内容になっている。

問題 1 の空間認識能力に関する調査は事前調査で行った MRT ではなく、図 7 のように平成 27 年度全国学力学習状況の「方位についての情報から、観察している方位を選ぶ」の設問を参考に問題を自作し、これを実施することで、全国の平均 41.1%と比較することで、検証授業の効果を検討した。2 人の登場人物が会話している内容を読み取り、向いている方位について心的回転能力を用いて回答する問題になっている。

問題 2・3 は、学習内容の理解を調査する問題になっている。検証授業において学習した「南を向いた時の月の動き」についてが問題 2、「北を向いた時のカシオペア座の動き」についてが問題 3 になっている。これによりどの程度学習内容が身についているかを調査し、空間認識能力などとの関連を検討した。図 8 は実際に使用した問題で、時間が経つとどの方向に動くかを矢印で答える問題になっている。

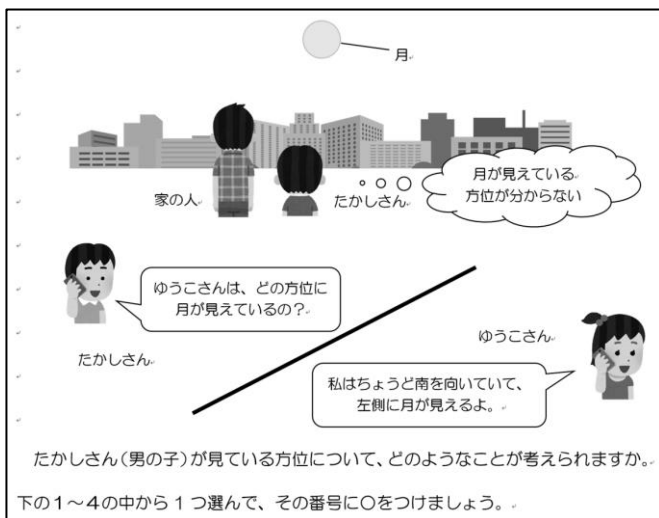


図7 検証授業後における空間認識能力調査の問題 (問題1)



図8 理解度調査の問題 (問題2)

5. 研究結果

1 学級 29 人を対象として行った調査の結果について述べる。対象とした 29 人のうち 4 人については、すべての調査に参加できなかったことから、25 人の調査結果を検証することとした。

I. 事前調査

検証授業の前に実施した MRT の結果を図 9 に示す。25 人中、男子は 12 人、女子は 13 人である。

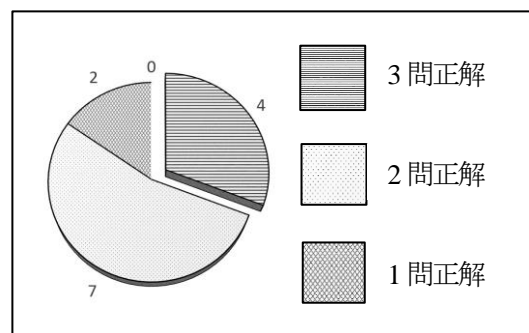
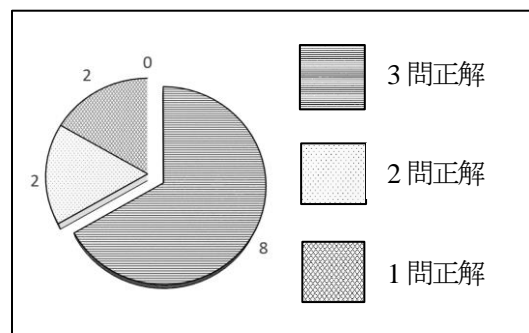


図9 (上) 男子の MRT 結果 (下) 女子の MRT 結果  
心的回転能力については、個人差・性差が大きいことが先



行研究によって示されている (Voyer, Voyer & Bryden, 1995)。本研究において、男子は3問すべて正解したのが12人中8人で67%、女子は13人中4人で31%であり、男子の方が心的回転能力が高い児童の割合が多く、先行研究の結果と同じ傾向を示した。

3問中1問のみ正解であった児童は、男女で2人ずつで、全問不正解の児童はいなかった。ここで、1問のみ正解であった児童を、検証授業を行うにあたり、空間認識が苦手な児童あるとした。

## II. 事後調査

検証授業に実施した問題1~3の全3問で構成された事後調査の結果を図10に示す。

### (1) 問題1

検証授業の後に実施した問題1の結果は、25人中15人が正解で、正答率は60%であった。平成27年度全国学力学習状況調査問題の全国平均正答率は41%であり、本調査では20%ほど上回り、対象とした児童の空間認識能力は、全国平均に比べ高い値を示した。

### (2) 問題2と問題3

南を向いた時の月の動きに関する問題2の結果は、25人中22人が正解であり、正答率は88%であった。

北を向いた時のカシオペア座の動きに関する問題3の結果は25人中15人が正解であり、正答率は60%で問題2と比較すると低い値を示した。

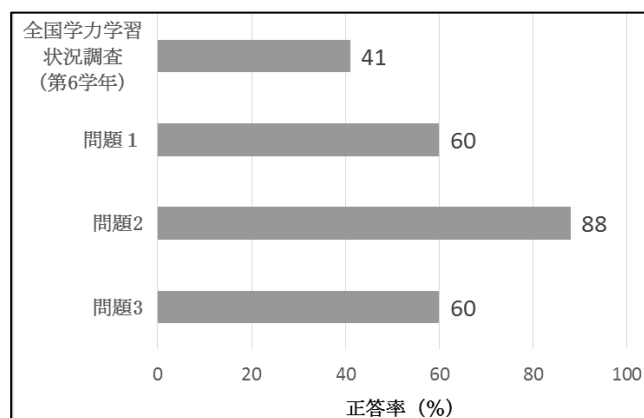


図10 理解度調査と全国学力学習状況調査における正答率

### (3) 空間認識が苦手な児童

事前に実施したMRTで空間認識が苦手であるとした4人の児童の事後調査の結果は、男子児童Aは、3問すべて正解していた。男子児童Bと女子児童Cは、問題1と2を正解し、問題3は不正解であった。女子児童Dは、問題2と3を正解し、問題1が不正解であった。

## III. 統計的分析

検証授業前に実施したMRTと、後に実施した理解度調査の結果、また透明ボウルを用いた観察が児童の空間認識能力や学習内容の理解に影響していたかを検討するために相関係数を求めた。

### (1) MRTと理解度調査の相関

MRTと理解度調査のそれぞれの相関係数を表3に示す。

表3 MRTと理解度調査の相関係数

	MRT
問題1	-0.04
問題2	-0.15
問題3	-0.20

いずれの問題も相関がないか、わずかな負の相関を示し、空間認識能力の程度を調査するために実施したMRTと問題1において相関がないという結果であった。

### (2) 観察の有無と理解度調査

透明ボウルを用いた観察ができた児童は、25人中10人で、観察できなかった児童は15人であった。

観察の有無と理解度調査のそれぞれの相関係数を表4に示す。

表4 観察の有無と理解度調査の相関係数

	観察
問題1	0.17
問題2	0.30
問題3	0.27

表5 観察の有無によるMRT、理解度調査の結果

観察できた (n=10)				
MRT正解数	問題2○	問題2×	問題3○	問題3×
3	4	0	2	2
2	5	0	5	0
1	1	0	1	0

観察できない (n=15)				
MRT正解数	問題2○	問題2×	問題3○	問題3×
3	7	2	4	5
2	2	1	3	0
1	2	1	1	2

観察の有無と理解度調査の相関係数は、いずれも正の相関を示した。表5は観察の有無によるMRTの結果と、理解度調査の問題2と3の結果である。観察できた10人の児童は問題3を10人中8人が正解し、正答率は80%となった。一方で、観察ができなかった15人の児童については、問題3を15人中8人が正解し、正答率は53%となった。観察できた児童と観察できなかった児童について問題3の正答率の差の検定を行ったところ、統計的な有意差はみられなかった ( $t=1.35$ , 自由度23,  $p=.18$ )。統計的な有意差はないが、観察ができた児童は、授業内容がより理解しやすい結果となった。さらに、観察できた児童のうちMRTの正解

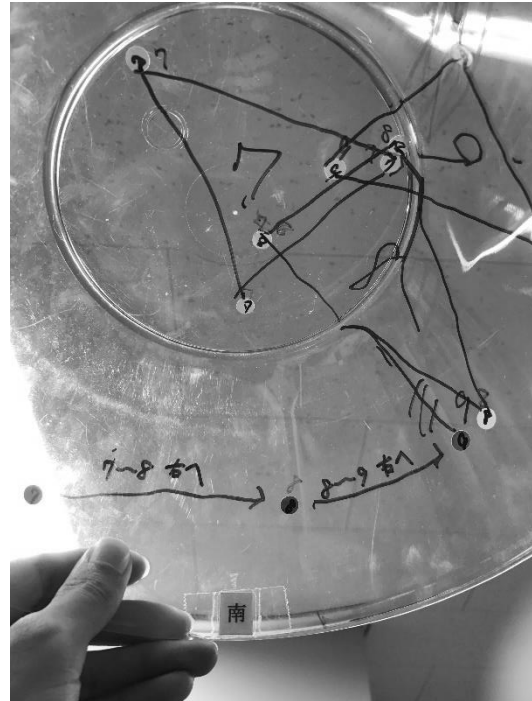
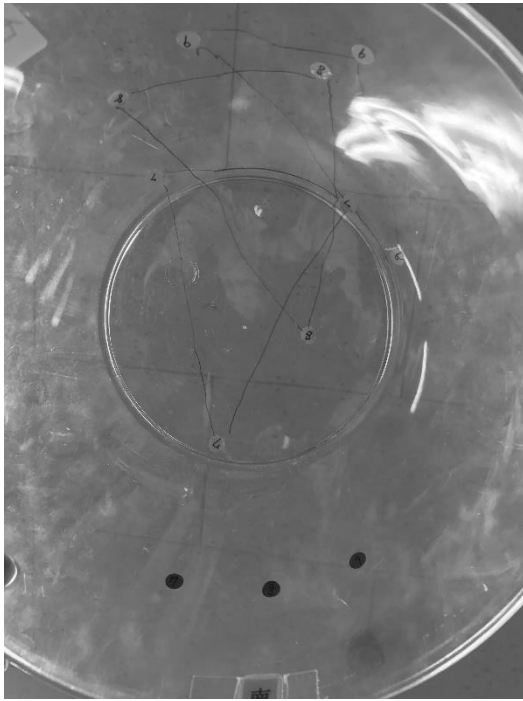


図 11 (左) 正しく観察ができている例 (右) 正しく観察できていない例

数が1～2問であった児童の結果を見ると、問題3を全員が正解し、高い理解度を示した。

## 6. 考察

### I. 全国学力学習状況調査との比較

検証授業の後に行った、平成27年度全国学力学習状況調査の問題を参考に自作した問題1で、全国の平均正答率41%よりも高い値を示したことについて、検証授業が有効であったと考えられる。

### II. MRT と問題1の相関

4. 研究結果 III. 統計的分析 (1) より、MRT と問題1には、ほとんど相関がみられなかった。これは、MRT と問題1の問題で心的視点が一致していないことが原因であるとされる。MRT は基準図形を客観的な視点で心的に回転させ、同一の図形を回答する問題になっているが、問題1は、観察者の主観的な視点から見る方位を心的にとらえて回答する問題になっている。さらに、検証授業で学習した内容も主観的な視点からの月や星の動きを扱っている。これにより、客観的な視点で心的回転を行うことと、主観的な視点で心的回転を行うことは大きく異なるということが相関がみられなかった原因であると考えられる。

さらに「観察の有無」「MRT」「問題1」について相関係数を求め、「観察の有無」を制御したときの「MRT」と「問題1」の偏相関係数を求めた。母数が25人であることから統計的に有意ではない ( $p > .05$ ) が、偏相関係数は-0.03となり、依然として相関がみられなかった。

以上より、MRT と問題1で相関がみられなかった理由として、心的視点の不一致が挙げられ、客観的な視点による心的回転能力を必要とする MRT は、理解度調査や検証授業

の学習内容で必要とする主観的な視点による心的回転能力を測定するには不十分であったと考えられる。事前に実施する調査について、主観的な視点に限定した問題を今後作成・実施し、再度検証する必要がある。

### III. 観察の有無と理解度調査

4. 研究結果 III. 統計的分析 (2) より、検証の対象とした25人のうち、観察ができた10人は、観察ができなかった15人に比べて学習内容の理解度が高かったことから、透明ボウルを用いた観察や授業における予想、考察が効果的であったと考えられる。

また、MRT の正解数が1～2で客観的な視点での心的回転が苦手であると考えられる児童のうち、透明ボウルによる観察ができた児童が全員問題3を正解したことは、透明ボウルによる観察が主観的な視点に限定していることにより、客観的な視点で心的回転を行うことが苦手な児童でも、Wexler (1998) や Harman (1999) が示したように、手を使った能動的な透明ボウルの操作につながり、授業内容を理解することができたと考えられる。

一方で、観察ができなかった15人のうち8人は問題3を正解していた。検証授業の際には、観察ができなかった児童には、授業者が観察した結果を記録した透明ボウルを使って予想、検証、考察を行った。透明ボウルを用いて直接観察ができなくても、観察した結果が記録されている透明ボウルを用いることで授業内容の理解につながることを示唆された。

観察ができなかった理由としては、家庭学習が困難であることや、天候不良であったことのほか、正しい方法で観察が行えなかった児童もいた。図11は正しく観察が行えた児童が記録した透明ボウルの例と、正しく行えなかった例

である。透明ボウルは南を正面としているため、図の左側が東、右側が西になっている。正しく観察が行えている児童は時間が経つにつれて、夏の大三角も火星も東から西に動いていることが分かる。しかし、正しく観察ができていない児童は、夏の大三角が回転し、東から西に動くという結論を導くことができない観察結果になっている。正しく観察ができた児童に聞き取りを行ったところ、観察場所にマーカーを置いたり、真南の方向に目じるしを置くなどして、観察時間によって向いている方向や観察場所が変化しないような工夫をしていたことが分かった。一方で、正しく観察ができなかった児童は、動かないものの記録ができておらず、観察時間によって向いている方位や場所が変化していた。このことから、観察場所や向いている方位が変化しないように、動かないものの記録を徹底するとともに、真南を示すマーカーを置き、観察時間によって向いている方位が変わらないようにする必要がある。また、昼間の月の観察だけでなく、透明ボウルを用いた観察の機会を年間を通して行い、観察技能が身につくようにする必要があると考えられる。

## 7. まとめと今後

Wexler (1998) や Harman (1999) は、観察する物体を手を使って能動的に操作することが、空間認識を促進すると示しており、これをもとに、検証授業においては観察記録を手で操作することができるように、透明なボウルを用いた観察を行った。

検証授業の後に実施した問題 1 において正答率が 60% になり、平成 27 年度全国学力学習状況における全国平均 41% (第 6 学年) と比べると高い値を示したことから、検証授業に効果があったと考えられる。

また、観察ができた児童と観察ができなかった児童に分け、理解度調査の結果を見ると、観察ができた児童は、観察ができなかった児童に比べて授業内容の理解度が高かった。これは、透明なボウルを用いた観察は主観的な視点に絞っており、MRT で客観的な視点での心的回転が苦手であった児童でも、理解することができたと考えられる。検証授業においては、観察できた児童は 25 人中 10 人とどまったことから、今後はより多くの児童が観察できる教材や、観察が困難であっても授業内容の理解ができる教材の研究を行っていく。

一方で、検証授業や理解度調査では主観的な視点での心的回転能力を扱っていたのに対し、MRT では客観的な視点になっており、検証授業を行う前に空間認識が苦手な児童を把握するには不適切な問題であったと考えられる。今後は調査の問題を再検討し、主観的な視点に統一して検証していく。

さらに、本研究においては実験群と統制群に分けて検証授業をおこなっておらず、1 学級のみの実践にとどまったので、教材や指導の効果について不十分な検討に止まった。今後さらに明確な効果の検証に向けて、検証授業や調査を行う必要がある。

## 8. 引用・参考文献

- 1) 国立教育政策研究所 (2002) 「平成 13 年度教育課程実施状況調査結果」  
<http://www.nier.go.jp/kaihatsu/kyouikukatei.html>  
(検索日: 2017 年 10 月 30 日)
- 2) 国立教育政策研究所 (2015) 「平成 27 年度全国学力学習状況調査報告書・調査結果資料」  
<http://www.nier.go.jp/kaihatsu/zenkokugakuryoku.html> (検索日: 2017 年 10 月 30 日)
- 3) 相賀徹夫(1988)「理科教育実践講座 4 地球の運動と天体」小学館
- 4) 荒井豊 (2000) 「理科教育における視点移動能力の習得に関する一考察 — 「地球の自転」の指導において—」『理科教育学研究』41 号, pp. 25-35
- 5) 文部科学省 (2008) 「小学校学習指導要領解説理科編」
- 6) 椎名久美子・鈴木賢次郎 (1991) 「図学教育における前後 MRT の結果」『日本図学会 1991 年度図学会大会講演論文集』, pp. 83-88  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsgs1967/25/Supplement/25\\_Supplement\\_83/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsgs1967/25/Supplement/25_Supplement_83/_pdf)  
(検索日: 2018 年 4 月 7 日)
- 7) Wexler, M. & Kosslyn, S.M. & Berthoz, A. (1998). Motor processes in mental rotation. *Cognition*, 68, 77-94.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010027798000328?via%3Dihub>  
(検索日: 2018 年 10 月 29 日)
- 8) Harman, K. L., Humphrey, G. K. & Goodale, M. A. (1999). Active manual control of object views facilitates visual recognition. *Current Biology*, 9, 1315-1318.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982200800536?via%3Dihub>  
(検索日: 2018 年 10 月 29 日)