

i-CANを活用した天体領域の指導

明星大学教育学部教育学科 客員教授 高橋 延友

1 小学校における天体領域の指導の課題

理科における天体の指導は、小学校3年で「太陽と地面の様子」、小学校4年で「月と星」、小学校6年で「月と太陽」、中学校3年で「天体の動きと地球の自転・公転」「太陽系と恒星」について学習する。

今回の学習指導要領改訂で主体的・対話的で深い学びを推進することが求められている。この学びを実現するためには理科の学習で観察・実験を中心とした学習の展開が重要となる。しかし、天体を扱うことは太陽を除き夜間の観察等授業時間にできないこともあり、観察を伴わないで授業が行われることが多い。

そこで、今回、JAXA宇宙科学研究所・佐藤研究室が行っているi-CANプロジェクトを活用して、授業に合わせて観察し子供の学びを深めることができるのではないかと考え、実践を行った。

2 i-CANについての基本コンセプト

i-CANプロジェクトとは、以下のような基本コンセプトで実施されている。

理科学習指導要領を見ると、小学校や中学校における「天体の学習」のかかなりの時間が「天体(星空)の動き」に割かれている。これまでのインターネット天文台は、望遠鏡の焦点にカメラを搭載し、迫力ある月・惑星や星雲・星団を観察するのには向いていても、星空や星座を見るには適していなかった。平成17年度からは、その弱点を克服し、星座観察もできる総合的な天体観測施設を目指す。

星空を見るだけならば、望遠鏡がスライディングルーフに収められた天文台は大げさ過ぎる。パンとチルトを備えた高感度・広視野カメラがアクリルドームに収められたものを「たくさん設置する」のが良いと思う。全天カメラのネットワークは既にあるが、

1. 星座を視認しやすい、ほどほどの広視野
2. 星の色が分かるカラーカメラ(小学校で学びます)
3. 自ら動かすことができるインタラクティブ性

を特徴にしようと考えた。

“Interactive Camera Network”を縮めて、i-CANと名付けた。これはもちろん、上で述べた第三の特徴(i can)と引っかけである。

装置の開発、設置サイトの選定、現地との交渉・調整などさまざまな問題をクリアーしながら、ライブの星空が、子ども達の「天体の学習」をよりいきいきとしたものにすることを期待して、開発・活用を進めてゆく。

i-CANプロジェクト JAXA宇宙科学研究所・佐藤研究室 ホームページより引用

<http://melos.ted.isas.jaxa.jp/i-CAN/jpn/index.html>

3 実施の指導事例

第4学年 理科学習研究指導案

1 単元名 「ぎょしゃ カペラ おうし アルデバラン オリオン ベテルギウスがつくる三角形」の動き

2 単元の目標

(1) 単元の目標

空には明るさや色の違う星があることや、星の集まりは1日のうちでも時刻によって並び方は変わらな

いが位置が変わることについて、見いだした問題に対する予想を確かめる観察の結果や、そのことについての話し合いを通して、星の一日の中での動きの見方をもとに、天球にみられる星の動きや星による色や明るさの違いについての解釈を創ることができるようにするとともに、星の美しさや星の動きの大きさなどを感じ、自然への畏敬の念をもつことができるようにする。

(2) 単元設定の理由

児童は3年時の「太陽と地面の様子」(日なたと日かげ)で数回の観測・記録を積極的に行っていたことから、観察の積極性は見込むことができる。しかし、星の観察は昼間に行うことが出来ない。自宅で観察するだけでは違う星を観察したり、環境上観察できない児童が出てきたりすると思われる。そこでi-CANを使い遠隔操作を行ってこの時期に子供が観察しやすい時間帯に東の空にみられる比較的明るい星で構成される三角形や四辺形を観察することで、クラス全員で三角形や四辺形の星の動きを確認し、理解できると考える。実際の星を学校で観察し、星の特徴についてみんなで親しみをもって考え学んでいくことで星に興味・関心をもつことができるようにしたい。また、天球にみられる星の動きの規則性を見いだすことから自然事象についての子供なりの新たな概念を創り出すことができるようにしたい。

(3) 研究内容

i-CANを使用し、比較的明るい星で構成される三角形や四辺形を観察することで児童の星の集まりについての知識を深める。更に、三角形や四辺形を、時間をおいてi-CANで観察することで星が時刻によって位置が変わっていることを確認し、今後の天体学習へ繋げるきっかけとなるよう、星に興味・関心をもつことができたか。また、自然現象についての規則性を見いだすことができたか。その効果を見て行きたい。

i-CANを使って、秋の四辺形の全体像をつかみ、シルエット法で記録する練習をi-CANの映像で行うことと、シルエット法の練習の時間を学校の中で位置づけることによって、星の観察記録技能を高めることができると考えられる。ある意味では、i-CANを使ってのシルエット法の練習が基盤となって、各家庭での〇〇の星の集まりを観察・記録することができるようになることをねらっている。

評価としては、子どもの家庭での観察記録が、星の動きと形を変えずに動くことを学級の中で共有できるような記録ができるようになっていくかどうかでみとることができる。具体的には、秋の四辺形の記録がどこまで高度、方位や形を記録できているのか、記録を基に子どもと子どもの話し合いが成立し、結論を導き出すことができるかどうかでみとることができると考えている。記録は記録の分析、授業の様子はビデオ記録に基づく行動、発言分析や授業中の子どもの記録から判断することができると考えている。既にこの評価(みとり)については、東京の九段小学校や熊本の力合小学校での記録からみとることができることはおおそつかむことができている。現在、子供の観察精度をみとる評価法の開発を行っている。この方法を取り入れることによって、従来の観察のさせ方に比べて精度の高い観察を子供が各家庭でおこない、その観察結果から学習を成立させることで、これまで述べてきた成果を出すことができると考え研究を進めている。

(4) 具体的目標(到達目標)

①自然事象への関心・意欲・態度

ア 20時頃の東の空に見られる星に興味・関心をもち、星の明るさや色の違いを意欲的に調べようとする。

イ 比較的明るい星がつくる三角形や四辺形に興味をもち、その形の動きを観察し調べようとする。

②科学的な思考

ア 星の集まりは1日のうちでも時刻によって並び方は変わらないが、位置が変わることを仮説として立て、観察によって確かめ、結論を導くことができる。

③観察の技能・表現

ア 三角形や四辺形を見つけ、位置、星の明るさや色の違いを調べ、シルエット法で記録することができる。

④自然事象についての知識・理解

ア 星の集まりは1日のうちでも時刻によって並び方は変わらないが、位置が変わることを理解している。

イ 実際の星空を見て、星による明るさや色の違いを確かめることができる。

3 単元の計画(全2時間)

単元展開の概要

1回目の11月28日は、ぎょしゃ座のカペラ おうし座のアルデバラン オリオン座のベテルギウスがつくる三角形をi-CANシステムで模造紙上に写しだし、この三角形の星の位置をマーキングする。その後、この三角形のお話をしたり、星による色の違いなどに気付いたりする活動を行って行く。その間に、マーキングした星の位置がずれていることに子どもが気付き、何が原因でずれが起こったのかを話し合う活動を位置づけ、問題がつくられていく。

具体的には、もちろんここで、星が移動したと言う意見も出るが、カメラが動いたとか、インターネットの不具合が原因ではないかと言った説明が子どもから出てくることを期待している。複数の三角形がマークからずれた要因の説明からどの要因が妥当かを検討する必要性が生じ、「i-CANでみた三角形の位置マークからずれたのは、何が原因なのだろうか」という問題ができることになる。

なお、この段階では、i-CANシステムでの三角形を写すのはやめにしておきたいと考えている。あまりにもその映像でその後の規則的なずれを確認できると、カメラが動いたことやインターネット不具合ではなく、星が動いていることをその映像から確かめることができってしまうからでもある。

そこで、子どもたちはこの問題に対する仮説を根拠をもとに考え、ワークシートに書く作業を行ってもらう。その後、その仮説を確かめる方法を考えていくことになる。

子どもから実際の星空を見てみれば星が動くのかどうかを確かめることができるのではないかとといった意見が出てくることを期待する。子どもからの発言が無理であれば、こちらが少し誘導しながら、三角形を実際の星空で観察記録して、その記録を時間をおいて何度か見ることで、確かめられることに気づくようにしたい。

その後、星の観察記録方法として、シルエット法をi-CANで練習し、時間があれば外に出て方位を確認しながらシルエット法の描き方を練習して、これを再来週(1週間か10日後)の2回目の授業行うまでに記録してくる宿題を出して終わる。

2回目は、子どもたちが記録してきた記録を見ながら、三角形が時間とともに形を変えずに動いたことで、前回見たi-CANの画像の三角形がマークからずれたことは星が動いたことが原因であることを確認していく。その後、再度i-CANで、三角形を観て、結論を書き出す作業を行っていく。その結論をノートに書いて授業が終了となる。

なお、子どもが観察してきた記録をもとに、三角形(ぎょしゃ座カペラ おうし座アルデバラン オリオン座ベテルギウスがつくる三角形)を使ってどこまで三角形を記録し、その動きが分かる様な記録ができるのかをみとっていきたいと考えている。

○準備物

プロジェクター(テレビでは無理である。黒板やホワイトボードに模造紙を貼り、そこに映像を映すことで、映像の中の星をプロットすることができる)、模造紙2から3枚、プロッキー(水性インクのインクペン)4から5色、画用紙(児童人数×3)、方位磁針、探検バッグ(児童の数)、インターネットに接続

してi-CANプロジェクトの画面が映し出せるPC、プロジェクターとPCが接続できるケーブル
展開の概要

次	時	学習活動
1 秋の四辺形	1	<ul style="list-style-type: none"> • i-CANを使って三角形あるいは四辺形の存在を知る • i-CANの写真から星によって明るさや色の違いがあることに気付く • シルエット法と秋の四辺形を知る • i-CAN画像を使って、秋の四辺形をシルエット法で記入する。と共に屋外でシルエット法での方位の記録のしかたを知る。 (自宅での課題) <ul style="list-style-type: none"> • 各自家でシルエット法を使って三角形あるいは四辺形を観察し、記録してくる。できれば、30分以上の間をあけて1日に2回以上観察してくる。
2 まとめ		<ul style="list-style-type: none"> • 各自が観察してきた記録をもとに、三角形あるいは四辺形が動いていることを確かめる。 • i-CANを使って、「星は時刻によって位置が変わっていく。しかし、星の集まり方の形は変わっていかない。」ことを再度確かめる。


実際の本時の学習(1/2) 11月28日

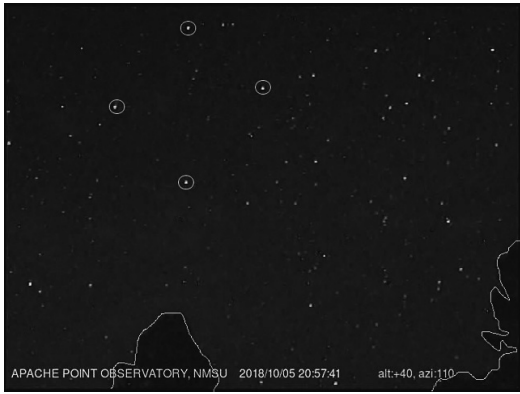
(1) 目標

三角形から星空の観察に興味・関心を持ち、星の明るさや色の違いを意欲的に調べようとする。

i-CANを使って実際の星空を観察することで、星空への興味を抱くことができるとともに、星の集まりは形を変えずに動いていることに気付き、星の動きを推論できる。

(2) 展開

主な子どもの活動 □：問題 ○：活動 ・：主な反応	◆教師の主な手立て ☆評価
○プロジェクターから映し出されているi-CANの画像を見る。 ○i-CANの仕組みを聞いて理解する。 ○教師が導きながら、比較的明るい星を映像の中から探し出してみる。 <ul style="list-style-type: none"> • この星かな。 • 星によって明るさがだいぶ違うみたい。 • 明るさというか大きさかな。 • この3つが明るそうだよ。 ○映像から見いだした3つの明るい星をプロットすることを試してみる。 <ul style="list-style-type: none"> • 空に三角形ができたよ。 • 初冬に見えるから三角形かな？ • この三角形はいつもみえるのかな？ 	◆i-CAN映像を見ることから、星空を見ることへの興味を向けるようにする。また、i-CANシステムの映像への関心をもつような説明を行う。 <ul style="list-style-type: none"> • i-CANとは何かを簡単に説明 ◆映像の中の比較的明るい三角形を探すように促す。 

<p>○i-CANで見ることができている三角形について、これらの3つの星が他の星と何が違うのかを考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 大きい • 明るい • 何か色の違う星もあるみたい。 <p style="text-align: center;">—————→</p> <p>○星が大きいのもそれとも明るいのかについて考えや経験を基に話し合いを行う。</p> <p>◆教師は、あまりずれないうちに、模造紙を取り替えておく。再度、白い模造紙に貼り替える。</p> <p>○観察記録方法の説明を聞く。 描写練習をする。</p> <p>○星座カメラi-CANに映し出された三角形の描写練習をする。 (描写技能の獲得)</p> <p>○シルエット法についての説明を聞く。</p> <p>○ベランダに出て、シルエット法の練習を行う。 (定点観察技能の獲得)</p> <p>○実際に学校のベランダから見えるシルエットを描く練習と、方位の記録方法を学ぶ。</p> <p>○実際に方位磁針の指す方向を指して、方位磁針の使い方を確認する。 (正確な方位判断技能の獲得)</p>	<p>☆ぎょしゃ座カペラ、おうし座アルデbaran、オリオン座ベテルギウスがつくる三角形に興味・関心をもち、実際の星空から星の明るさや色の違いを意欲的に調べようとする。</p> <p>(自然事象への関心・意欲・態度 行動観察・発言分析)</p> <p>◆夏の星の学習で気付いた星による明るさや色の違うことの学びを振り返る。あまり覚えていなくても認めて、ここで確認できれば良いことを伝える。 四辺形の星を記録する方法を伝える。</p> <p>◆子どもは画用紙に三角形の星の配列を記録する。その間に、教師はi-CAN画像を模造紙に写して、その模造紙上に三角形を構成する星の位置をプロットしておく。それと共に、その時刻も記録しておく。</p> <p>◆ベランダから見えるシルエットの書き方を説明する。丁寧にでなく、景色の線だけを書いていくことを伝える。 また、方位磁針を使って方位を確かめ、シルエットの記録に方位を書くように伝える。</p> <p>◆シルエット法の説明をする。 実際に黒板にシルエットを描きながら、シルエット法の説明をする。</p> 
<p>○i-CAN映像の星の位置が変わっていることに気付く。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 星の位置がずれているよ。 • 画面が変わってしまったのかな。 • 星がもう動いたのかな。 • さっきと位置が違うんだよ。 • 星が動いていったんだ。 <p>○i-CAN画像での星の動きから、実際の星空で三角形はどちらに向かって動くのかを考え、自分の考えを発表する。</p> <ul style="list-style-type: none"> • (図を示しながら)こちらの方向に動くよ。 	<p>◆ベランダでは、一人ひとりの観察記録を見ながら、シルエット法について個人指導を行う。 方法：見えている景色のシルエットを描く。 理由：2回目以降に、1回目にどの方向から見たかの目印にするため。</p> <p>◆シルエットの景色を描き終えてi-CAN画像を見た子どもが、星のずれに気付く。</p> <p>◆何が変わったのかを問う。</p>

<p>②の結論：三角形は、時刻が変わると位置をかえていたが、三角形の形は変わらなかった。このことから、星の集まりは形を変えずに動いていく。</p>	
<p>• 太陽と同じに東から西に動くのかな。 • (図を示しながら)ここからこちらの方に動いていくよ。</p> <p>◆宿題 • 三角形を観察してきましょう。</p> <p>○観察記録の方法を知る。 ○12月〇日に再度来るので、その時までには必ず観察して、記録にとることを知る。 ○画用紙、方位磁針、鉛筆を使って、30分から1時間空けて星を見て、記録をして、どちらに向かって星が動いてくるかを確認する。</p> <p>○問題、仮説を書いて、記録してくることを確認する。</p>	<p>◆星座カメラi-CANを使ってオリオン座と冬の大きな三角を映しだしているのを見ながら、星が時間の経過によって位置を変えたことに気付くようにし、もっと時間がたつと大きく位置が変わっていくのかという問題意識をもつようにする。</p> <p>◆星座カメラi-CANを使って映し出されている三角形が時差を利用して映しているスペインの現在の空であることを伝える。</p> <p>◆実際の星空で見られる三角形の描写をするように声をかける。</p> <p>◆観察記録に記入する事項の確認をする。 • 観察者の名前 • 日付と時間 • 観察した星の集まりの名前</p> <p>◆観察対象が三角形であることを伝える。 ◆三角形が見える時間、方角を伝える。 (18時半から20時の間に東から南の空)</p> <p>◆観察記録に記入することを確認する。 • 観察者の名前 • 日付 • 観察した星の名前 • 観察場所</p> <p>◆家庭での夜間の観察になるため、安全上の注意をする。</p>

本時の学習 (2/2): 12月 3日

(1) 目標

観察してきた資料を基に発表し、友達の発表を聞いて星座は1日のうちでも時刻によって並び方は変わらないが、位置が変わることを考えることができる。(扱う星の集まりは、ぎょしゃ座カペラ、おうし座アルデバラン、オリオン座ベテルギウスがつくる三角形) ※おおよそ、20時頃の東の空に見えた明るい星3つを使う

(2) 展開

主な子どもの活動 □:問題 ○:活動 ・主な反応	◆教師の主な手立て ☆評価												
<p>• 見ました。 • 見られなかったです。 • 記録した。</p>	<p>◆「11月28日の宿題でした、三角形を見て記録してきましたか？」 ◆活動してきたことを高く評価する。 ◆「見た時間・方位の記録は大丈夫ですか？」 ◆二つ問題をつくったのを覚えていますかか？」</p>												
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 0 auto; width: 80%;"> <p>11月29日三角形の動き</p> <table style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">19時</td> <td style="width: 25%;">20時</td> <td style="width: 25%;">21時</td> <td style="width: 25%;">22時</td> </tr> <tr> <td>東</td> <td>東</td> <td>南</td> <td>真上</td> </tr> <tr> <td colspan="4">形は変わらない</td> </tr> </table> </div>		19時	20時	21時	22時	東	東	南	真上	形は変わらない			
19時	20時	21時	22時										
東	東	南	真上										
形は変わらない													

窓際の星空で、星によって明るさや色が違うのだろうか

①星によって、明るさや色が違うのだろうか

最初に、①の星によって、明るさや色が違うのかを確かめることを確認する。

◆各自の記録から、何色の星が見られたのかを確かめる。その結果を発表してもらおう。

○各自の記録をもとに、星によって、明るさや色が違うのかを確かめる。

○結論を出す。

①の結論：星によって、赤や黄色、白の星があった。また、明るさも星によって違っていった。このことから、明るさや色が星によって違う。

◆次の問題を確認する。

②星は動くのだろうか

○各自の記録を使って、同じ日の違う時刻に、同じ星の位置が変わっていくのかを確かめる。

◆20時台・21時台・22時以降を見比べて何が違いますか。
(板書で整理する)

○発表する

※どこに(方位)どのように(形)見えて、時刻によって何がどのように違うのか

- 東にあったのが南の方角へ動いているね
- 少しだけ高くなっているかな？
- 全部の星と一緒に同じ方角へ動いているよ
- 見た場所が違うけれども、四辺形は時刻によって見える位置が変わっていく。また、四辺形の形はいつの時間でも変わっていない。



○今の星空の様子や動きをi-CANを使って確かめる。

◆全て出そろったら、時刻と星の方位・高さ・見え方の関係を考える

窓際の星空で、星は動いているのだろうか

- やはり形を変えずに動いているよ。
- 時間と共に星が動いていく。
- 明るさが明るいと大きく写っている。
- 色が違う星が見られるね。

○各自結論を書く。

○学級の結論を整理する。



◆結論の出し方の確認を行う。

4 実践を終えて

i-CANを使用し、比較的明るい星で構成される三角形や四辺形を観察することで児童の星の集まりについての知識を深める。という仮定で授業を展開し、授業時間にi-CANの画面を提示し、観察シートに記録することで星の色、明るさの違い、動きについて理解を深めることができた児童が80%を超えた。

i-CANを有効に活用することで天体領域の学習を行うことは有効であると考え。i-CANはインターネット上で誰でも見ることができるので、児童にアクセス先を伝えたところ、家庭でもパソコンやスマートフォンを使って観察する児童がいた。その結果、三角形や四辺形を、時間をおいてi-CANで観察することで星が時刻によって位置が変わっていることを確認することができていた。また、天体学習へ繋げるきっかけとなった。

実際に月を見てみたいということで後日観望会を実施した。



月の観察を行う児童の様子

天体に興味を持った児童は、実際に星を見てみたという希望が強くなり、保護者の協力で夜間の観望会を実施することができた。



夜間の観望会

5 結論として

指導が難しいといわれる天体領域の指導であるが、i-CANプロジェクトを活用することで授業時間に効果的な指導ができることが実践よりわかった。現在小学校や中学校では教室でインターネットを活用して大画面で画像を見ることができる環境が多くの学校で整備されている。そこで、調べ学習やビデオ等での学習ではなく、問題解決学習として展開することができる。

今後、評価方法等については検証をしていく必要があると考える。