

令和元年6月14日現在

機関番号：32604

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01030

研究課題名（和文）星座カメラi-CANを活用した、日本中の小学校で星の学習ができる教材の開発

研究課題名（英文）Development of teaching materials using the constellation camera i-CAN to enable learning of stars in elementary schools all over Japan.

研究代表者

石井 雅幸（Ishii, MASAYUKI）

大妻女子大学・家政学部・教授

研究者番号：50453494

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：星座カメラi-CANを日本中どここの小学校でも一斉に使えるようなシステムを構築し、日本中の小学校の理科の授業で星の学習を行う時期には、全ての理科教科書が扱っている星座等の星の集まりにカメラを向けて、小学校の理科授業中に星座カメラの映像を使って星空の観察ができるような体制をつくった。九州から北海道までの10カ所の小学校で星座カメラを使った理科の授業を実施、星座カメラi-CANを使った後に、子どもたちが星を観察してきた記録とi-CANを使わずに観察してきた場合の記録の精度を見ることで、i-CANを活用する効果を評価することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究によって開発した教材システムによって、我が国の小学校で使われている小学校理科の教科書が扱っている星座を理科の学習時間に日本中の小学校もi-CANを使って星空を観察することができるようになった。i-CANを使った星の観察記録練習を教室内で行うことによって、子どもたちは星座等の星の集まりを再現性高く記録することができるようになることを示唆する結果を得ることができた。

研究成果の概要（英文）：In this research, we will build a system that allows simultaneous use of the constellation camera i-CAN at any school all over Japan, and all science textbooks will be handled at the time of star study in science classes at elementary schools all over Japan. The camera was pointed at the star constellation, and a system was built so that the constellation camera could be observed during elementary school science classes. We conducted science classes using constellation cameras at 10 elementary schools from Kyushu to Hokkaido. Based on this result, after using i-CAN, the effect of utilizing i-CAN by looking at the record that children have observed stars and the accuracy of the record when observed without using i-CAN was able to evaluate.

研究分野：理科教育

キーワード：小学校 理科 星の学習 星座カメラi-CAN 観察記録技能

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

現行(平成20年告示)の小中学校学習指導要領理科では、小学校3年で太陽の動き、4年で月と星の動き、6年で月の動きや満ち欠けと太陽の位置の関係、中学校3年で天体の日周運動と自転、年周運動と公転、太陽系の惑星運動と太陽系の天体の動きを扱うことになっている。これら、小中学校の理科の内容のつながりから見ると、小学校における太陽や月の一つの天体の点移動、複数の星の面的な移動、月と太陽の2つの天体の移動と月の満ち欠けの関係、中学3年の太陽系を地球の外から見て考えるような内容の配列となっている。これらの内容の配列は、子どもが徐々に点、面、立体へと視点を広げていくことができるようになってきていると解釈できる。

月と太陽の観察は昼間に学校で行うことができるのに対して、星については昼間に学校で観察をすることができない。そこで、多くの学校ではプラネタリウムのみを頼ったり、家で子どもが各自観察してきた結果を持ち寄ったりすることを行って学習している状況である。家での観察は、子どもがどの星を観察してきているのか明確でなく、各家庭での観察結果を持ち寄っても、方位すら怪しい子どもには友達の結果と自分の結果を比較して見えていくのは難しい状況にある(松森,1992)。このことから、上述の小学校から中学校にかけての天体に関する学習内容を子どもができるという側面から考えると、子どもは小学校第4学年での星の学習内容において、天体の運動を面の運動としてとらえることができている。そのために、小学校3年から中学3年までの学習内容のつながりは、小学校4年の星の学習で途切れてしまっていることが想定できる。すなわち、昼間に観察ができない小学校第4学年での星の学習についての課題(田口、川村、上田,2012)を少しでも解決できる教材の開発が求められる。

## 2. 研究の目的

小学校第4学年の学習の中で日本中の子どもが星の観察ができるようにすることが大きな目的になる。これまでに、筆者らは、「広視野・高感度カメラ」により星空を映し出すツールとして開発した星座カメラ i-CAN を世界の各地(図1)に設置した。人間の目に近い視野をもった i-CAN は、本当の星空に近い映像(図2)を昼間の教室で見ることができるようにした。このことが、星空観察の疑似体験を子どもたちに与え、星の動きなどをリアルタイムの観察として確認できるようにした。その結果として、i-CAN を使って、日中に子どもが星空の観察ができるような手助けを行えるようなシステム並びに指導法の検討を行ってきている。ところが、i-CAN は現段階においては日本中の学校が一斉にアクセスすることができにくい状況にある。遠隔操作を行うために、複数の場所から星座カメラを操作できないようになってきている。また、画面操作上、カメラを向けるための手続きに、その日の星の位置を知っている必要があり、誰でもが簡単に操作することが難しい状態になっている。

現在多くの小学校では、学習内容の配列いわゆる年間の指導計画を教科書に頼っている。そこで、小学校第4学年の星の内容がいつ頃、どのような星の集まりを対象に扱うようになっているのかを現在小学校の理科を扱っている6社の教科書の星の学習の配列、対象の星の集まりを調べたところ、表1のようであった。

表1から、いずれの教科書も星の学習を扱う時期も対象とする星の集まりも同じであることがわかった。このことから、決められた時期の多くの学校が星の学習を行うことが想定できる時間帯に、対象となる星座カメラを対象となる星の集まりの方角に向けておくことで解決ができると考えた。また、これまでに、研究分担者や研究協力者とともに、i-CAN



図1 i-CAN 星座カメラの設置箇所

図2 i-CAN の星空画面

表1 小学校で使われている教科書で星の学習内容が行われる時期と対象の星の集まり

教科書会社	夏の星	秋の星	冬の星	対象の星の集まり
A社	7月上中旬	なし	1月上旬	夏の大三角・オリオン座
B社	7月上中旬	9月	1月上旬	夏の大三角・オリオン座
C社	7月上中旬	9月	1月上旬	夏の大三角・オリオン座
D社	7月上中旬	9月	1月上旬	夏の大三角・オリオン座
E社	7月上中旬	9月	1月上旬	夏の大三角・オリオン座
F社	7月上中旬	なし	1月上旬	夏の大三角・オリオン座

を使つての学習を展開し、星の動きの学習に有効であることがわかってきている。基本的には、i-CAN 映

像を使つて日中の時間帯に星空を教室の中で観察し、観察対象の星がどの位置にどのように見えるのかを確認し各自記録を行っていく。この教室での活動をもとに子どもたちは各自家での夜の星空の観察を行ってくる。子どもは、この各自の観察結果を持ち寄り、持ち寄った結果を基に教室で星の動きを確認し、i-CAN の映像を使つて星の動きを全員で見確認を行っていく。こうした活動を行う中で、星が面として動いていくことを確実にとらえて行くことができるといえる。

本研究では、筆者等がつくり上げてきた i-CAN のシステムを使つて理科をあまり得意としない小学校教員が操作し、教材として活用し、日本中の子どもが星空を実際に観察して、理科の星の学習ができるようにしていくことが大きな目的である。

### 3. 研究の方法

本研究の目的にせまるために、以下の方法で研究を進めていく。

#### (1) システムの変更

同じ時間帯に同じ星座を見ることができるようするために、多くの小学校が星の学習を行っている時間帯に、同じ多くの小学校が対象とすることが想定できる星の集まりに、星座カメラ i-CAN のカメラを向けるような設定を行う。この設定は、7月上旬から8月中旬までの10時～12時には、夏の大三角が観察しやすい方角にカメラを向ける様な設定を行う。そのためのシステムの調整を行う。基本的に、星座カメラ i-CAN は、方位と高度を決めてカメラを固定している。そのために、2時間の間には、最初に設定した位置から目標としている星の集まりは移動して観察ができなくなってしまう。そこで、1時間に一度定めた時間にカメラを動かし、目標としている星の集まりを画像の中心に来るように設定のし直しを行って行く。

#### (2) 指導法の検討

第4学年の子どもが、天体を観察記録する方法がこれまでも開発されてきている。そこで、今回は、多くの教科書が採用している「シルエット法」を子どもの記録方法として採用した。子どもがシルエット法を使つて天体を記録する方法を習得するために、月の記録を最初に行うようにした。月の観察は昼間行うことができる天体の一つである。そこで、月の動きや満ち欠けの学習を星の学習の前に位置づけるようにした。こうして、シルエット法での天体の記録方法を習得した子どもが、家庭での星の集まりの記録ができるようにした。また、子どもが観察の目標としている星の集まりの形や位置や見え方をおおよそつかめるように、i-CAN 画像を活用するようにした。i-CAN の画像を使うことによって、子どもが観察できる時間とほぼ同じ時刻の目標の星の集まりの画像を通して見ることができるようである。こうして、シルエット法の習得と i-CAN 画像での今夜の目標としている星の集まりのおおよその形や見え方をつかむことで、子どもは再現性の高い星の集まりの記録をできるようになると考えた。

#### (3) 年間の学習計画の検討と変更

(2) 指導法の検討で述べた様に、月の学習の後に、星の学習を位置づけるために、年間の指導計画の検討を行った。

#### (4) 指導法の効果検証

子どもが目標の星の集まりの記録をどこまで再現性が高く行うことができるのかを見取ることとした。子どもの記録の再現性の高さを見取る手法を開発し、開発した指導法の効果を検証した。

#### (5) 普及のための手立ての開発

i-CAN システムそのもの並びに、誰でもどこからでもインターネットを活用した星空観察ができるようにした。小学校第4学年の星の学習が多く行われる地域では、授業が多く行われる時間帯に、最も観察に適した星の集まりにカメラが向いているようにして、i-CAN システムに接続すればすぐに目標天体が観察できるようなシステムの構築とそのシステムを多くの教育関係者に周知する方法の模索を行った。

具体的には、教員研修の場の活用、学会発表、ベネッセコーポレーションの学習教材、小4チャレンジでの広報を行う方法を模索した。

#### 4. 研究成果

日本中の小学生が実際の星空の観察記録を再現性高く行い、星の動きを面的にとらえることができるようにするために、指導順序の検討、指導法の開発と i-CAN システムの改良を行ってきた。大まかな改良や開発点は以下の通りである。

(1) 定められた時刻に、定めた星の集まりにカメラを向けておくシステムの構築

2018年7月1日から8月15日までの毎日、以下の i-CAN カメラが定時に「夏の大三角」へ向くようにする（毎時1時間毎にカメラ向きを調整する）。

グラナダ TENC0: 07:30 ~ 11:30 フロリダ Rose: 10:30 ~ 14:30

(2) (1)の取り組みに伴う、i-CAN 活用の指導法を提案する

学習の順序をかえる。

教科書では、夏の星の観察を7月に行い、月の観察を10月に行っている。

月の観察後に星の観察を行うようにした。

目標の星の集まりが、子どもが観察しやすい時刻に、観察しやすい位置にのぼってくるような時期と星の集まりを選定した。

具体的には、10月上旬までは、夏の「大三角」、10月下旬から11月になると秋の「四辺形」、1月末から2月になると冬の「大三角」が適当なものとなる。

新しい指導展開

図3のように、月を使つての観察での記録は何時間おきに行い、月の一日の動きを観察し、観察記録を作成していった。

その結果として、子どもは、月の一日の動きは、太陽と同じようであることをとらえることができた。



図3 月の位置をシルエット法で記録していく

月を使つて、シルエット法での月の観察を行った後に星の学習を位置づけた。

1時間目に i-CAN で星空を見る。目標としている星のあつまりの位置や大きさをおおよそとらえることができる。i-CAN の画像を模造紙に映し、そこに映し出された星の集まりを構成する明るい星をマーキングした。その後、しばらくすると、図4の様にマーキングした星の見える位置がずれていることに気づき、時間がたつと、「星が動いているみたい。」という声が出てきた。一方、「カメラが動いたのかもかもしれない。」といった考えも出てくる。そこで、子どもたちが、「実際の星空で、星が動いていくのかを確かめてみたい」と言うこ



とを発言した。そこで、「星の集まりはどのように動くのだろうか」という問題が作られた。

#### 1週間後

子ども達は、天気がよく星空を観察できた日に、星空を1日に時間を変えて2回以上観察し、シルエット法を使って記録をとってきた。その結果が、図5のような図である。こうした記録を学級のすべての子どもが記録してきた。こうして子どもは自分たちが描いてきた記録を基に、学級全体で、「星の集まりは形を変えずに動いていた。」という結論を出していった。

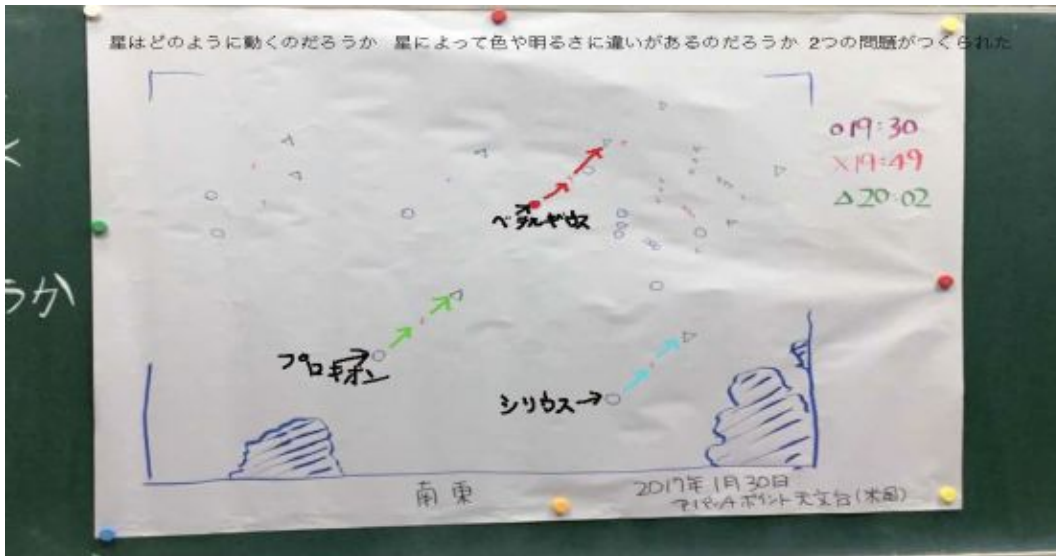


図4 i-CAN 画像を写し取った模造紙

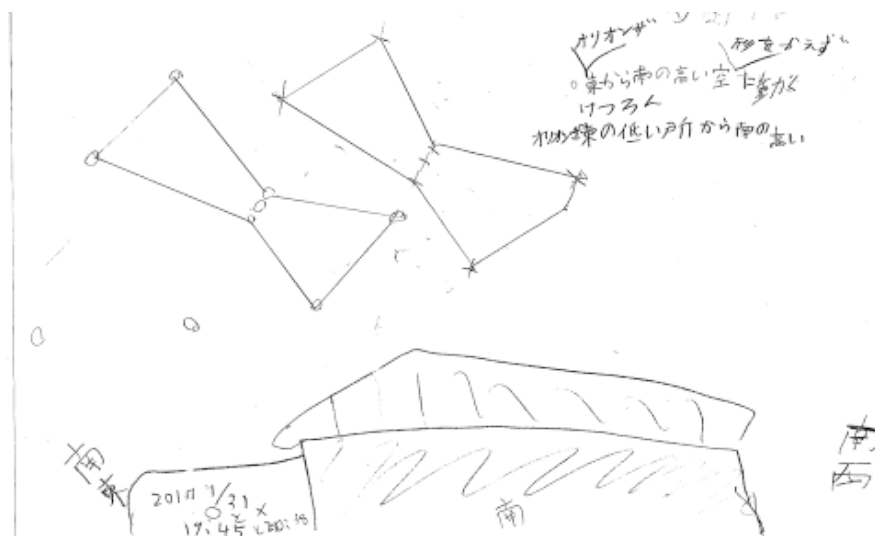


図5 Aさんの記録

定められた期間は、一日の中でも小学校で理科の授業が行われている時間帯に、夏の大三角や冬の大三角に i-CAN のカメラが、向くように固定させることができるシステムが完成した。この結果、より i-CAN システムが使いやすくなり、どの先生でも操作できるために、i-CAN サイトを開くと比較的に子どもが記録しやすい夏の大三角や冬の大三角を見ることができるようになった。

今後に向けて 現在の取り組み普及のために

子どもたちがどこまで見ることができているのかを継続的に検証している。

また、ベネッセコーポレーション発行の学習教材である子どもチャレンジ4年生で夏の特集を組み、子どもを通して教員にそのよさを伝えることを行っている。

## 引用文献

松森靖夫 (1992) : 地学教育, 45, pp.65-73.

田口瑞穂, 川村教一, 上田晴彦, (2012) 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要, 34号, pp.45-55.

### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

1. 松本一郎(2019)理科における「自然を愛する心情」についての一考察 - 日本の自然環境に寄り添い, 持続可能な社会の再構築に向けての試金石として -, 理科の教育, 68, pp.85-89. 査読無し
2. 木村かおる, 篠崎潤一, 石井雅幸(2019)都市部のこどもは山間部の星空にパターンや天体運動を見出ししていくのか - キャンプにおける星空観察の有用性 -, こども臨床研究, 第6号, pp.39-47. 査読有

〔学会発表〕(計8件)

1. 松本一郎(2018)大地と天体を結ぶ新学習法 - 星空地球塾におけるプログラム開発の予察的研究 -
2. 佐藤毅彦(2018)インターネットを使った「ライブ」天体観測, 第32回日本天文教育普及研究会.
3. 石井雅幸, 佐藤毅彦, 木村かおる, 松本一郎, 篠崎潤一(2018)星座カメラ i-CAN を使ったの指導法の開発, 日本地学教育学会第72回全国大会.
4. 石井雅幸(2017)科学の暫定性理解を促す単元展開モデルの開発, 日本教科教育学会全国大会.
5. 佐藤毅彦 (2017) Raspberry Pi3 で運用するインターネット天文台, 天文教育研究会・関東支部会.
6. 木村かおる(2017) 星座カメラ i-CAN での授業実践, CAR(世界天文コミュニケーション会議).
7. 松本一郎(2017)星座カメラ i-CAN の活用, 日本理科教育学会福岡大会.
8. 松本一郎(2016)山陰の自然を活かしたエネルギー環境教育と防災教育, 日本理科教育学会全国大会信州長野大会.

〔その他〕

ホームページ等

### 6. 研究組織

#### (1)研究分担者

研究分担者氏名: 佐藤毅彦

ローマ字氏名: Takehiko Satou

所属研究機関名: 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

部局名: 宇宙科学研究所

職名: 教授

研究者番号(8桁): 10297632

研究分担者氏名: 松本一郎

ローマ字氏名: Ichirou Matsumoto

所属研究機関名: 島根大学

部局名: 学術研究員教育学系

職名: 教授

研究者番号(8桁): 30335541

#### (2)研究協力者

研究協力者氏名: 木村かおる

ローマ字氏名: Kaoru Kimura

研究協力者氏名: 篠崎潤一

ローマ字氏名: Junichi Shinozaki