

気象衛星雲画像でみる地軸の傾きと季節変化

—中学校理科「地球と宇宙」における活用—

渡辺清孝¹・川上紳一²

¹各務原市立中央中学校

²岐阜大学教育学部

Earth's Axial Tilt and Seasonal Changes viewed through the weather satellite cloud images:
Application in the subject "Earth and Space" in the Junior High School

Kiyotaka Watanabe¹ and Shin-ichi Kawakami²

¹Chuo Junior High School, Kakamigahara, Gifu, 509-0106, Japan

²Faculty of Education, Gifu University, Gifu, 501-1193, Japan

要 旨

中学校理科第2分野「地球と宇宙」の単元で使用することを目的に、気象衛星雲画像を用いたコンテンツを開発した。光の当たり方の年変化については、毎月21日前後の午前6時の雲画像を用い、GIFアニメを作成した。また、光の当たり方の日変化については、毎月21日前後の1日分をGIFアニメにした。これらは、地軸の傾きによる季節変化の学習の終末において、事実の確認のために用いることを想定しており、その前提となる地球の自転、公転に関係した事象に関する実験や指導のあり方についての考察も行った。授業後の生徒の感想からは、気象衛星雲画像のコンテンツを見ることで、地軸の傾きと季節変化について、実感や納得をともなった理解に結びついたことが読み取れた。

【キーワード】地軸、季節変化、気象衛星雲画像、デジタルコンテンツ

1. はじめに

中学校学習指導要領—理科編によると、「地球と宇宙」の単元において、天体の日周運動と自転、年周運動と公転を学習する際に、太陽の南中高度や季節による昼夜の長さや気温の変化にも触れることが求められている（文部科学省、2008）。天体の日周運動や年周運動を地球の自転や公転と結びつけることは容易ではない。そのため学習指導要領においては、さまざまなモデル実験やコンピュータシミュレーションを用いて、視覚的にとらえさせるなどの工夫を求めている。

本研究は、地軸の傾きと季節変化について、実際の地球を撮影した気象衛星雲画像を用いてデジタルコンテンツを開発し、授業で活用してその効果を検証するものである。ここで開発するデジタルコンテンツは、学習の終末において、学習内容の確認として使用することを意図している。そこで、このデジタルコンテンツの使用に先立つ単元指導のあり方について考察する。次に、開発した教材のねらいと内容について記

述する。最後に、授業での活用における工夫と授業での活用に対する生徒の感想をもとに、開発したデジタルコンテンツの有効性について考察する。

2. 地軸の傾き、地球の公転、および季節の変化に関する指導のあり方に関する考察

太陽高度の季節変化や、気温の季節変化について、地軸の傾きや地球の公転の結果として認識することは、児童・生徒の自然認識に対する発達過程で自然に身につくものではない。季節に関する子どもの観念に関する調査を行った宮脇ほか（1994）は、子どもの観念を太陽と太陽以外の原因に分けている。太陽以外の原因としては、宇宙空間に暖かいところと冷たいところがあるといったものや、自然には季節変化が内在しているといったものがあり、太陽が原因とするものには、熱をさえぎる障害物の存在、太陽からの距離、太陽との位置関係といったものまで、実に多様である。同様の調査結果については、川上ほか（2002, 2006）でも得られてい

る。

天体の日周運動や年周運動を地球の自転、公転といった現象と関連づけて考えるには、天体の運動に関する継続的観察を踏まえ、モデルを用いた実験が行われている。清水ほか（2007）は、地球の自転による天体の日周運動の学習に、透明半球を用いた教具を自作させることが有効な指導法であることを示している。また、小林ほか（2004）はヘッドアースモデルを用いて、地球の自転、公転を理解させる実践を行っている。これらの実践では、観察者の位置を明確にして、現象をとらえさせることを意図しており、太陽系の立体模型に比べると、観察事実と結びつけて考察していくうえですぐれたものといえる。

昼夜の長さの違いについては、地軸を傾けた地球モデルに光源からの光を当て、光の当たっている部分の長さを測定する授業実践がある（岩田、私信，2008）。また、地軸の傾きと気温の変化については、光の入射角と温度を測定する装置が開発され、両者の関係を生徒らが班ごとに追究する授業実践がある（陽南中学校理科部，2006）。これらは、教師の説明になりがちな「地球と宇宙」の単元について、観察・実験を中心とするための教具の工夫として、有益なものである。

「地球と宇宙」の単元は、中学第3学年の2学期に位置づけられていることもあり、それまでの既習事項を総合し、科学的な見方や考え方を育むことが重要である。山田（2009）は、アースシステム教育の考えにたって、太陽高度、日差し、気温、生物のようすなどの季節変化について五感を使って継続的に観察する年間指導を行い、「地球と宇宙」の単元につなげた実践を行っている。生徒が観察し、記録してきた事実が、地軸の傾きと地球の公転を中心にすえて総合化し、実感をともなった理解へと導いている。太陽の入射角と温度については、岐阜市立陽南中学校で開発したものと同様のものを岐阜市立長良中学校理科部が開発しており（武藤、私信，2007）それを用いて実験を行っており、その際にサーモグラフィーを用いて、温度の違いを視覚的につかませるように工夫している。さらに、

地軸を傾けた地球モデルに光源からの光を当て、真上から光を受ける低緯度地域の昼側で温度が高く、両極地域へ向かって温度が低くなることを、やはりサーモグラフィーを用いて得た熱画像で示している。こうした山田（2009）によるサーモグラフィーの活用については、中上ほか（2009）や、樹下（2010）でも紹介されている。

本研究で開発するデジタルコンテンツは、こうしたすぐれた先行研究を踏まえ、さらに実感や納得をともなった理解へとむけさせるために開発したものである。すでに述べてきたように、この単元における観察や実験、特に地球の自転や公転については、モデルによる学習にならざるを得ないが、気象衛星による雲画像を活用することで、実際の地球の自転や公転を表現できるのではないかと考えた。こうしたコンテンツを学習の終末で用いることにより、地球という惑星の探究がメインであることを振り返ることを意図している。

3. 課題解決型研修講座における検討

気象衛星雲画像で、地球の自転、公転を表現するには、1年分の気象衛星雲画像が必要となる。気象衛星雲画像については、気象庁のホームページで公開されており、著作権を表示すれば理科教育用のコンテンツとしてwebで公開することができるようになっている。ただ、気象庁は現業を業務としており、過去のデータの蓄積と提供のサービスは行っていないため、毎日画像をダウンロードする必要がある。

本研究は、岐阜大学で行われた教員免許状更新講習「実物教材とICTの活用でよくわかる理科学習」と題する講座を受けた教員を対象にした課題解決型研修のなかで浮上した。この免許状更新講習は、2009年8月6日に実施され、終了後と9月18日に研究会を開催し、それぞれの教員の学校現場での課題を踏まえ、デジタルコンテンツや実物教材の開発、活用、授業実践を進めた。この時点で、確保している気象衛星雲画像は、3月分、6月分、7月分であり、1年間分の画像が必要となった。

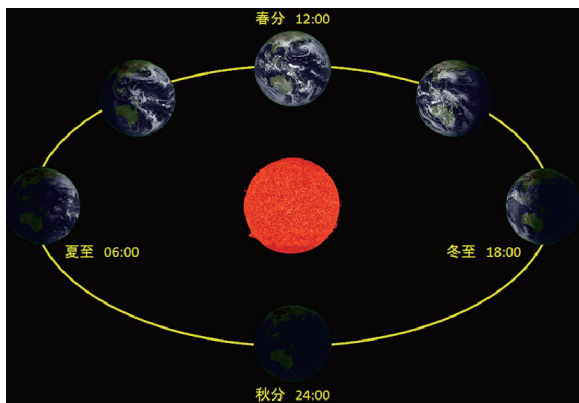


図1. 地軸の傾きと季節変化を気象衛星雲画像で示したもの。気象衛星雲画像=気象庁, 太陽=SOHO (NASA).

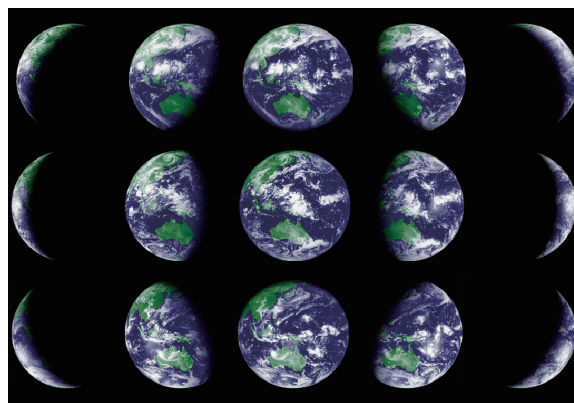


図2. 気象衛星雲画像で見た光の当たり方の日変化。上：夏至，中：秋分，下：冬至。気象衛星雲画像=気象庁。

気象衛星雲画像は、(株) ウェザーサービスから提供していただき、デジタルコンテンツを開発した。この画像は、気象庁から公開されているオリジナル画像に比べ、雲画像と背景となる地球画像のコントラストが弱いものであった。そこで、8月以降も気象庁のホームページから画像をダウンロードしており、わかりやすいコンテンツを逐次追加している。

4. 地軸の傾きと季節変化に関するデジタルコンテンツ

気象衛星雲画像のデータベースから、毎月21日前後の画像を選び、アジア大陸が光を浴び、日本列島が夜明けを迎える午前6時の画像を抽出して、1年分のGIFアニメを作成した。このGIFアニメでは、雲が南北方向に動くことによって、光の当たり方が変わることがよみとれる。さらに、月ごとに地軸の傾き角を補正し、太陽からの光が左から当たるようにし、地軸の傾きが徐々に変化するようにしたGIFアニメを作成した。

気象衛星雲画像を用いると、地球の光の当たり方の日変化もGIFアニメにできる。こちらは6月以降、逐次作成を行っており、現在12月までの画像がそろっている。6月のGIFアニメでは、北半球の高緯度地方が白夜になっており、12月になると、1日中、太陽の光が差し込まないことがわかる。

5. 授業実践

授業実践では、「太陽の南中高度は、季節によってどのように変化するか」を課題とし、春分、秋分、夏至、冬至の太陽の通り道の観察結果を用いて確認した。また、同時に昼夜の長さの割合、日の出・日の入りの位置、気温なども変化することを確認した。この変化が1年周期であることから、地球の公転によってもたらされることを予想し、作図をしてこれらの変化が起ることを確認した。

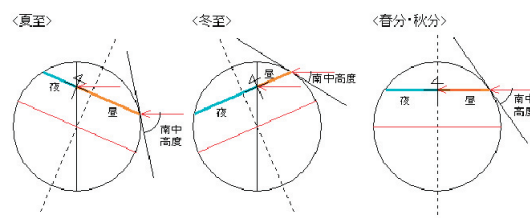


図3. 季節による太陽の南中高度、昼夜の割合、日の出の方位の違いを確かめるために描いた図。

授業の最後に、地球が地軸を傾け、その傾きを一定に保ったまま公転することで、本当に太陽の当たる角度が変わるのかを実際の写真で確かめようと、今回のコンテンツを利用した。

1年間の光の当たり方の変化を示すGIFアニメを用いると、コントラストが弱いので、光の当たり方として認識しづらいのではないかと懸念があった。そこで、まず、3月と6月における光の当たり方の日変化を示すGIFアニメを映示し、光の当たり方が1日の間にどのよう

に変化していくのかをつかませた。この活動によって、デジタルコンテンツの見方を明確にし、1年間の変化を示したGIFアニメを提示した。

以下は生徒の感想である：

- ・僕は、気象衛星の写真を見て、月が経つに連れて、地球への太陽の光の当たり方が変化している様子がよく分かった。なぜ、地軸が傾いて公転しているだけで、太陽の光の当たり方が変わるか納得できたのでよかった。
- ・地球の写真を見て、光の当たり方が少しずつずれているのが分かりました。本当に季節によって（光の当たり方が）違うのか不思議に思ったけど、写真を見ると授業でやったようになっていて、納得できました。
- ・僕は写真を見て、本当に日の当たり方が変わっていることを実感できて、すごく驚きました。図で説明をしても想像つかないことがあるので、これからも写真や映像で説明して欲しいと思いました。

これらの感想からも分かるように、作図やシミュレーション的な実験だけでなく、地球を写した写真を使うことにより、生徒は実感をもって学習内容を理解し、納得することができることが分かった。

また、今回の授業の内容ではないが、次のような感想もあり、地球と太陽の関わりや宇宙について実感をもって目を向ける生徒もおり、イラストや図ではなく写真を使って事実を示すことが、生徒の興味や関心を高めることに有効にはたらくことが確認できた。

- ・宇宙から見た地球の写真を見て、このような位置からは見たことがなかったのでびっくりしたし、分かりやすかった。
- ・絵だとちょっと不思議な気持ちになるときもあるけど、本物の写真だと信じれる。
- ・写真を見て、地球は太陽の光を浴びて明るくなっていることを知って、やっぱり太陽は地球にとって大切だということが分かり

ました。

- ・地球も月と同じように見えたのがとても興味深いと思った。太陽の光が当たる角度によって、地球がさまざまな形を見せているのがすごいなあと思った。私も宇宙に行って、これを見てみたいなあと思った。
- ・私は、どうやって地球が自転しているか興味があったので、よく見られてよかったです。

同様の感想は、多くの生徒の記述にみられた。こうした感想から、本研究におけるデジタルコンテンツのねらった実感と納得のいく理解については、ほぼ達成されたのではないかと考えている。

6. おわりに

「地球と宇宙」の単元における観察は、天体の日周運動や年周運動があり、これらについては、実際に星空のもとで観察する機会をもつことで、現象を強く印象づけることができる。太陽高度の季節変化についても、透明半球に記録させることで、時期によって太陽の通り道が変化することをつかませることができる。こうした事実から地球の自転や公転といった抽象的な概念を導入し、総合的な見方を育むことが求められている。天球儀や地球儀を用いたモデル実験やコンピュータシミュレーションを用いて、視覚的にとらえされるなどのさまざまな工夫が求められているが、気象衛星雲画像を「地球と宇宙」の単元で活用することも一つの有効な方策となる。

今後の課題は、1月から6月についての、光の当たり方の日変化のGIFアニメを作成すると同時に、気象庁の画像を用いた年変化のGIFアニメを作成すること、「地球と宇宙」の単元指導計画のなかで位置づけて、有効性を検証することである。

謝辞. 本研究は、平成21年度教員免許状更新講習「実物教材とICT活用でよくわかる理科学習（講師：川上紳一）」および課題解決型研究開発事業「ICTを活用した理科教育分野における教

育実践研究」として実施したものである。ここに記して感謝いたします。

文 献

- 川上紳一・渡村悠美子・神野愛・江川直・大門佳孝・渡辺進武 (2002) アンケートによる天文現象の理解度調査と理科教育におけるカリキュラムのあり方についての考察, 岐阜大学教育学部研究報告 (自然科学), **27**, No.1, 29-40.
- 川上紳一・神野愛・丹羽直正・酒井茂・大門佳孝 (2006) 小学4年-6年生を対象とした天文現象の理解度に関するアンケート調査-現行学習指導要領の導入と「新世紀型理数科系教育の展開研究」の取り組みに関する評価, 岐阜大学教育学部研究報告 (自然科学), **30**, 35-41.
- 小森栄治 (2004) 地球と宇宙～ヘッドアースモデルによる宇宙の学習～, <http://www.sony-ef.or.jp/science/meeting/2004/pdf/hasudaminami-universe.pdf>
- 樹下安雄 (2010) サーモグラフィーを活用した理科教材の開発とその授業実践, 理科の教育, **59**, No.1, 34-36.
- 小林恵理・佐藤尚生・今村哲史・坂井伸之 (2004) 中学校理科における生徒の概念変容を目指した指導の研究, 日本理科教育学会全国大会, **54**, 178.
- 文部科学省 (2008) 中学校学習指導要領解説理科編, 大日本図書.
- 宮脇亮介・池上和久・大井善幸 (1994) 季節に関する子どもの観念, 地学教育, **47**, 185-198.
- 清水俊介・稲葉浩一・小林辰至 (2006) 中学校理科における日周運動の学習用モデル教材の開発とその評価, 理科の教育, **55**, No.10, 60-63.
- 山田茂樹 (2009) 「パターン把握」を用いた野外観察で, 科学的な思考, 表現力を育成する指導～中学校理科「地球と宇宙」での一実践を通して～, 科教研報, **23**, No.5, 59-62.
- 陽南中学校理科部 (2006) 平成18年度指導計画・指導案集-理科, 岐阜市立陽南中学校.