

全天ライブシステムの構築とその活用

齋藤弘一郎¹, 高田淑子²

¹ 宮城教育大学理科教育専修, ² 宮城教育大学理科教育講座

学校教育における天文分野の学習は、観察のための条件整備が困難なため、指導が難しい分野にあげられている。そこで、全天ライブカメラシステムを構築し、太陽の位置をインターネットでリアルタイム配信すると共に、静止画を保存・蓄積し、日周運動の動画や太陽の軌跡を示す静止画を作成し授業実践を行った。授業中の観察が困難な天体の日周運動に関する学習をシミュレーションソフトを使用することなく、実際の画像を用いて展開することができた。

キーワード：日周運動 理科教材 天文教育 全天カメラ インターネット

1. はじめに

理科の授業においては、生徒の興味関心を高め、より理解を深めるために実験・観察実施が重要視されている。天文分野の学習においても同様であり、実験・観察による学習効果が大いに期待できる。文部科学省学習指導要領[1]の内容(6)には、「天体の日周運動の観察を行い…」、「四季の星座の移り変わり、季節による昼夜の長さ、太陽光度の変化などの観察を行い、…」、「身近な天体の観察を通して…」と示され、実際に天体の観察を行いその記録をもとにして授業を展開することが求められている。

しかし、平成19年度宮城県内の理科教員を対象に行った実験・観察の実施調査結果によると、天体の日周運動の学習で、実際に透明半球を用いて生徒に観察・実習を行わせると回答した教員は31.6%と、全分野の平均実施率73.7%と比較すると低い実施率であった。

教科担任制のため1日を通した観察時間の確保は難しく、天候にも左右され、望遠鏡の不足など設備の問題、夜間に生徒を集めることによる安全確保の難しさなど多くの要因が障害となって観察の実施を困難にしている。さらに、その結果として視聴覚教材で代用するという回答が多く見られ

た。ステラナビゲータ((株)アストロアーツ社)等の天文シミュレーションソフトが市販され、無料の天文ソフト(たとえば、stellarium (<http://www.stellarium.org>)等)も簡単にダウンロードできる。これらは、天候の影響を受けることなく、指定した時刻・観測地における空のようすを画面上に自由自在に表示できる点から、教育現場に広く受け入れられている。しかし、天文現象が架空のもではなく、生徒にとって身近な現実のものであると捉えさせ、より理解を深めさせるためには、シミュレーションソフトの画像ではなく、実際の映像を教材として使用することが望ましいと考える。

昨今インターネットの普及により、コンピュータ等を利用すればリアルタイムで世界中の空の映像を観察できるようになった。たとえば、teiten2000[2]は文部科学省ネットワーク提供型コンテンツ提供事業として、平成12年度にスタートし、全国18地点での気象データ、空の画像等をインターネット上に公開するシステムである。事業支援は平成16年末で終了したが、そのシステムは榎内田洋行によって製品化された。また、全天の画像配信としてはNew Mexico Skiesプロジェクト[3]が魚眼レンズ付赤外線カメラで星

空をリアルタイムで配信している。お天気アイ[4]は仙台市内10の小中学校の気象データと空の様子を公開しており、過去のデータの検索も可能である。

これらは、インターネットという媒体が入っている点で、実際に生徒が1日あるいは夜間に天体を観察することと一線を画すが、実際の映像を使用する、さらに、映像の蓄積加工により自由度の高い教材の製作が可能という利点がある。

私たちは魚眼レンズを用いて昼間の空の全天画像を撮像し、太陽の日周運動の軌跡を観察できる映像教材を製作してきた[5,6]。しかし、デジタルカメラを用いていたため、撮像する度に撮像機器の設置回収を行わなければならない、記録メディアによる撮影枚数の制限があるため、長期間の撮像は難しかった。生徒に学習対象をより身近な現象と捉えさせるためには、より新しいデータを使うことが有効であると予想されるが、天候の影響を受けやすい、全天画像の撮影を長期的に継続していくことは困難である。

そこで、インターネットカメラを用いた全天カメラにより、安価でリアルタイムに全天を撮像、画像配信、さらに画像蓄積による動画などの映像製作が可能な全天ライブシステムを構築した。全天ライブシステムの画像をリアルタイム観察することで、天気の観察に利用できるほか、太陽の位置の観察、さらには、映像を加工することにより、太陽の日周運動の単元にも活用できる教材システムである。

画像圧縮方式	JPEG、動画表示: Motion JPEG
解像度	最大640×480画素
画像更新速度	最大7.5枚/秒(640×480画素時)
通信プロトコル	TCP,IP,HTTP,FTP,SMTP,DHCP,DNS他
レンズ仕様	焦点固定、F2.8
撮像素子	1/4インチ、32万画素、CMOS
使用環境	温度5-40° 湿度20-80%

表1. ネットワークカメラ仕様
(Panasonic 製, BL-C1)

2. 全天ライブシステムの概要

2.1 全天ライブカメラ

撮像部は、ネットワークカメラと魚眼コンバータレンズから構成される。ネットワークカメラは、ホームネットワークカメラ(Panasonic社製, BL-C1)(表1)を使用した。本製品は、画像をリアルタイムでインターネット配信するためのカメラで、動画配信機能とともに撮影間隔を分単位で設定でき、画像をネットワーク経由でFTPサーバーへ保存することが可能である。十分なサーバーの容量が確保できれば長期間連続した撮影も可能である。また、カメラレンズ付近が平らであり魚眼レンズの設置、撮像部の固定が容易な点、さらに、httpで画像を取得できるフリーウェアLiveCapture2(http://www2.wisnet.ne.jp/~daddy/lc2/LiveCap2_info2.html)が本製品をサポートしている点が選定の理由である。同等の価格帯のネットワークカメラとしてコレガ社製(CG-NCMV2)も候補に挙がり同様の撮像テストを実施したが、LiveCapture2が非対応であった。

魚眼コンバータレンズは、全天カメラ[5]やお天気アイ[4]で活用されているデジタルカメラ用魚眼コンバータレンズ(フィット社製, 魚露目8号)を採用した。安価で小型のわりに、360度広角であること、コンバータレンズのため多種のカメラに接続可能である。

カメラレンズと魚眼コンバータレンズは両面

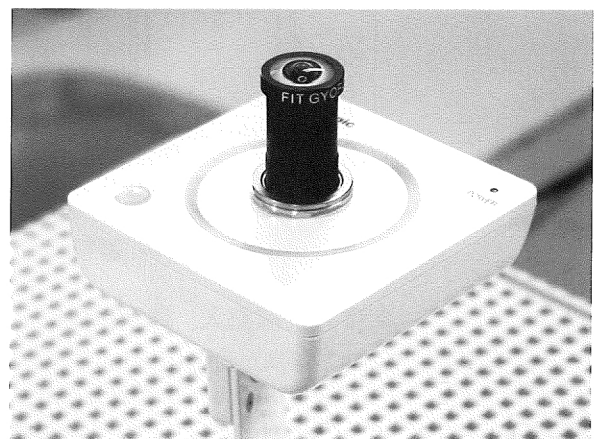


図1 カメラへの魚眼レンズの取り付け。

テープで固定（図1）し、これらをツールボックス内に設置した（図2,図3）。ツールボックス底から魚眼レンズ上部のみが外部に露出するため、直接太陽光がカメラを照射せず、撮像部の保護の役割も果たしている。

長期間の撮影で問題になるのが防風雨対策である。防水対策として教材用に市販されている直径

20 cmの透明半球でレンズをカバーし、透明半球とツールボックスの間隙を市販の風呂用パテで埋めた。さらに、カメラを収納するツールボックスを四方からコンクリート製のブロックで固定した。電源、LANのケーブルはまとめてツールボックス横に開けた穴よりエアコン排水用のホースを通し、ハブ、電源コンセントの位置まで延長

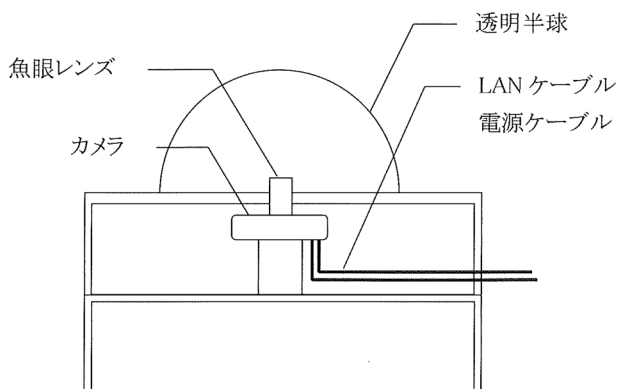


図2 撮像部の構造。

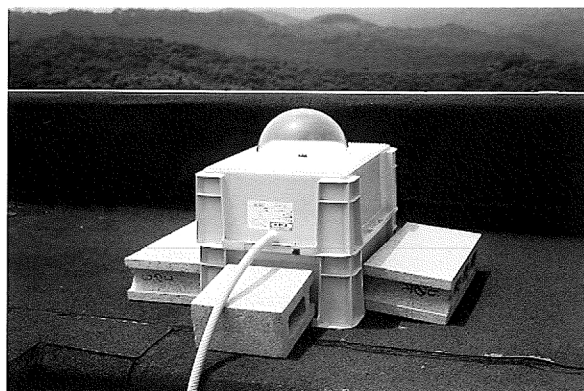
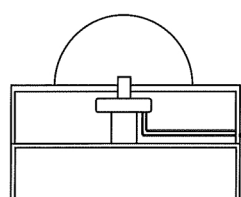
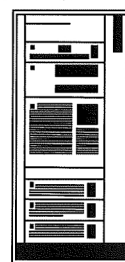


図3 全天ライブシステム撮像部。宮教大屋上に設置。

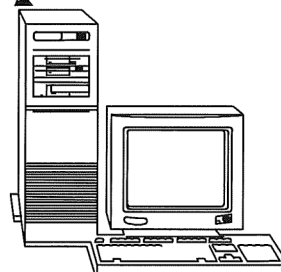
カメラ[宮城教育大学屋上]



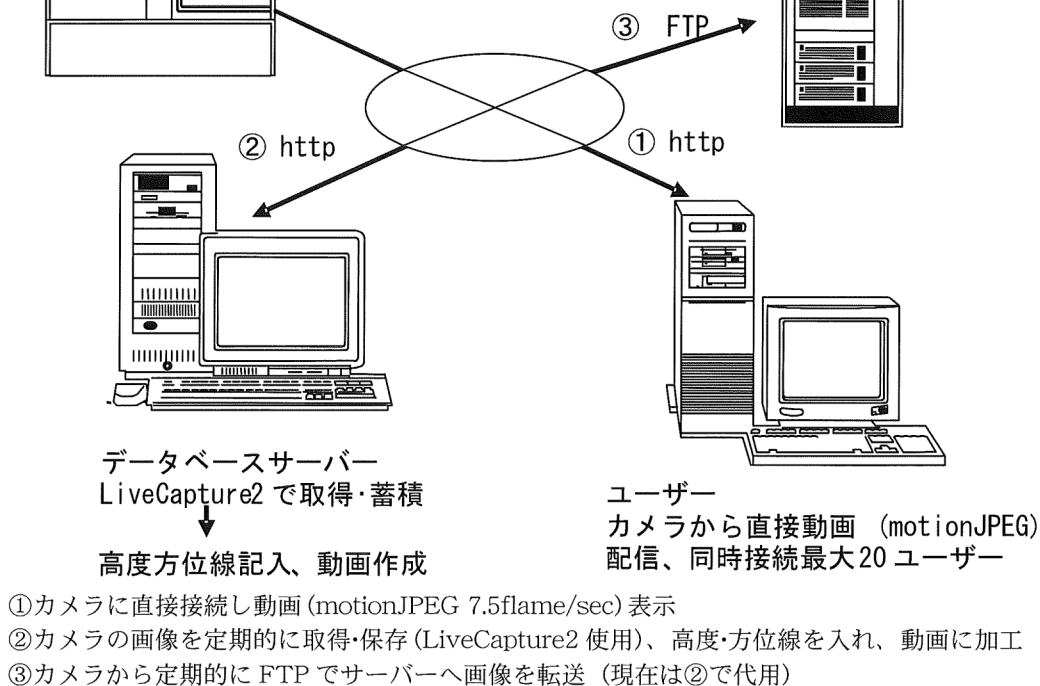
FTP サーバー



データベースサーバー
LiveCapture2 で取得・蓄積
↓
高度方位線記入、動画作成



ユーザー
カメラから直接動画 (motionJPEG)
配信、同時接続最大20ユーザー



- ①カメラに直接接続し動画 (motionJPEG 7.5frame/sec) 表示
- ②カメラの画像を定期的に取得・保存 (LiveCapture2 使用)、高度・方位線を入れ、動画に加工
- ③カメラから定期的に FTP でサーバーへ画像を転送 (現在は②で代用)

図4 全天ライブカメラシステムの概要。

した(図3)。水平はカメラ上に置いた水準器で調整, 方位については, シミュレーションソフトから太陽の南中時刻を求め, 撮影した画像の太陽の位置とのずれを無くすようカメラの向きを調整した。

2.2 ライブシステム

映像の配信は, カメラに標準で備わっている動画(motionJPEG)配信機能を用いた。インターネット経由でカメラのIPアドレスに直接アクセスできるため, 動画をリアルタイムで配信(図4①)することができる。この場合, 同時アクセスは20ユーザーまでと制限される。

画像配信とともに, 季節毎の日周運動の記録と動画製作のため画像の蓄積も実施した。LiveCapture 2を使用し, 10分毎にカメラ画像を取得・保存(図4②)する。カメラ付属のFTP転送機能(図4③)も使用可能だが, 学校現場においてはFTPが利用できない環境も多いため, httpで画像を蓄積できるLiveCapture 2を使用した。

3. 授業における活用

3.1 画像加工, 動画の作成

記録した画像のうち, 1時間毎の画像を重ね合わせ, それぞれの太陽の位置に時刻を記入し, 15°ずつ方位・高度線を入れた(図5)(Adobe Photoshop CS, Illustrator CS使用)。また, 5分毎の画像を連結しAVI形式の動画を作成した

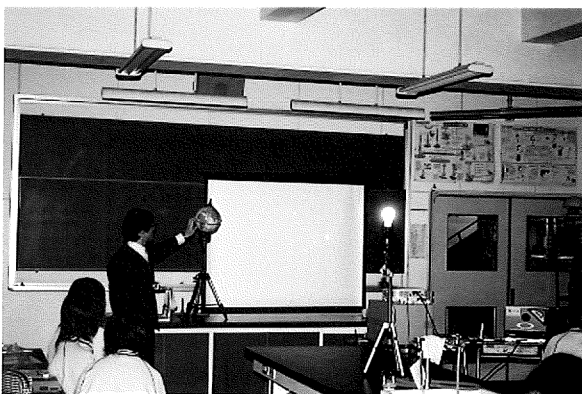


図5 授業の様子。地球儀と太陽(電球)を使って, 季節ごとの太陽の日周運動を考える。

(簡単ムービー作成 AVI Maker V 1.73 <http://yamatabi.que.ne.jp/> 使用)。

3.2 授業実践

授業は2007年12月11日蔵王町立宮中学校3年1組(26名)2組(27名)を対象に行った。季節によって太陽の日周運動に違いがあることと, その原因は地軸の傾きと公転によるものであることを授業によって生徒に理解させることを目的とした。

まず, 季節毎の全天カメラの画像と動画を提示し, 季節毎の軌跡を透明円すい上に色ペンで記入していく。これで季節毎の太陽の日周運動の違いを立体的に把握させた。次に, このような現象がなぜ起こるか考えさせ, 地球儀と太陽(電球)のモデルを用いて太陽の日周運動を実際に提示した(図6)。

4. 議論

全天ライブカメラシステムは, 毎日画像が撮影・保存されるため, 梅雨時期など晴れ間の少ない時期の太陽の日周運動も逃さず撮影でき, 動画を作成して授業で活用することができた。さらに, シミュレーションを使わず, 実際の映像を使って授業を展開することで, 学習の対象をより身近に感じさせることができた。

2007年6月に撮像を開始した撮像部は, 撮像素子に太陽の光が直接当たるため, かなり劣悪な

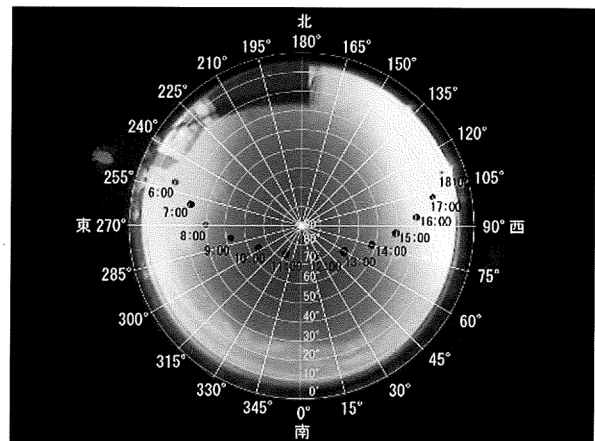


図6 画像の加工。取得した画像を, 1時間毎に重ね合わせ, 高度・方位線, 時刻を記入。

環境下であったが、今のところ故障もなく動作し続けている。今後普及を目指し、以下の3点を考慮していく予定である。

4.1 カメラ

今回使用したカメラでは太陽の像が黒くつぶれてしまう(図5)。改善策としては、強い光量にも対応できるデジタルカメラを使用すれば回避できると考える。カメラをネットワークカメラに限定せずにテストしていく必要がある。

4.2 配信方法

今回、季節を問わず全天の様子を24時間撮影・配信できた。しかし、過去の画像を検索することができず、方位・高度線の記入や、動画の作成など、手作業で加工して授業で使用した。より多くの教員が使用できるように、そのまま教材として使用できる動画や、過去画像の検索などサーバー側のシステムを改良すべきであると考えた。

4.3 観測ポイントの拡大について

今回は宮城教育大学に全天カメラを設置したが、今後更に緯度経度の異なる複数地点にカメラを設置したい。赤道直下、極付近、日本の裏側などに全天カメラを設置することで、地球上の位置による天体の見え方の違いを、シミュレーションではなく、実際の映像で比較することが可能になる。

謝辞

授業実践の場を提供いただいた宮城県蔵王町立宮中学校、校長志賀明氏、理科担当教諭西川洋平氏、他生徒の皆さま、ならびに、授業の機会を企画して頂きました蔵王町教育委員会生涯学習課池田尚人氏に感謝いたします。

参考文献

- [1] 文部科学省, 中学校学習指導要領, pp.45-59 (1998)
- [2] teiten2000 <http://teiten2000.jp>
- [3] New Mexico Skies <http://www.nmskies.com/AllSkyCam.html>
- [4] 仙台市科学館, お天気アイ, 科学技術振興機構地域科学館連携支援事業平成18年度報告書, 3 (2006), <http://rika.jst.go.jp/chiiki/18/1803.pdf>
- [5] 高田淑子, 千島拓朗, 斉藤正晴, 他, 教室で行う宇宙の実験 - 7 : 全天カメラを用いた太陽の日周運動の映像教材の開発, 宮城教育大学紀要, 40, pp.101-106 (2005)
- [6] 千島拓朗, IT機器を用いた天文教育プログラム開発, 宮城教育大学理科教育専修修士論文, 87pp. (2007)