

Ghana Internet Observatory : 16 years in operation

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2020-08-06 キーワード (Ja): キーワード (En): Internet Observatory, remote control, oversea, time difference, Ghana 作成者: 佐藤, 毅彦 メールアドレス: 所属:
URL	https://mu.repo.nii.ac.jp/records/1329

ガーナ・インターネット天文台 その 16 年

佐藤 毅彦

宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所

Ghana Internet Observatory: 16 years in operation

Takehiko SATOH

Abstract

Ghana Internet Observatory was installed on the roof of Administration Building in Tema Secondary School, Republic of Ghana, in December 2003. Since then, this remote-control observatory has been operational to date (more than 16 years) through collaborative works with the school teachers. Duration-wise, this project can be said a great success. On the other hand, its utilization in science education has not been very high due to (i) mismatch to the standard curriculum especially at elementary-school level, (ii) rather difficult operation of the observatory for those who are not familiar with telescopes, and (iii) one observatory is not enough to overcome the weather problems. Recent advent of inexpensive yet high-performance electronics, such as Raspberry Pi series, would potentially enable installation of a larger number of similar facilities in near future.

Key Words: Internet Observatory; remote control; oversea; time difference; Ghana

1 はじめに

20 世紀の最後の数年にはコンピュータ制御の小型望遠鏡が安価に入手できるようになり、遠隔地に設置したそれをネット経由で活用するプロジェクトがいくつか走り始めた¹⁾。それらの多くはしかし、「インターネット経由で撮像リクエストを受け付け、あとで画像が入手可能となる」タイプであった(英国ブラッドフォード大学のロボット望遠鏡²⁾など)。

筆者は慶應義塾高等学校の坪田、松本の両教諭らとともに、異なるコンセプトの遠隔操作天文台を開発しそれを「インターネット天文台」と名付けた^{3,4)}。すなわちインターネット天文台においては、開始から終了まですべてがリアルタイムかつインタラクティブに、ユーザにより操作されるのである。

慶應義塾高等学校の第1号機(1999年)⁴⁾、東京理科大学野田キャンパスの第2号機(2000年)⁵⁾、

熊本大学⁶⁾教育学部の第3号機(2002年)の設置・運用を通じて、システムの完成度は高められていった。そしていよいよ満を持して「初の海外インターネット天文台」として、ガーナ・インターネット天文台を設置することになったのである⁷⁾。

そもそも遠隔操作天文台が手元やごく間近にあっても、ご利益はさして大きくない。時差を利用することで昼間の教室にいながらにして夜空をリアルタイムに観ることができる、これこそがインターネット天文台の真骨頂⁸⁾であり、ほぼ5年をかけてそこにたどり着いたわけである。

2 ガーナへの道

そもそも「なぜガーナ共和国へ?」については与太話の部分もあり詳述しないが、グリニッジ子午線の通る国であるガーナは、日本との時差マイナス9時間。日本で朝9時に授業を始めるとき、ちょうど真夜中を迎える。「では今日は、ガーナの夜空を観てみ



図1 左)ガーナの地図と、天文台設置都市テマ
中)テマ高校管理棟屋上へスライディングルーフ観測室を設置するところ (2003 年 12 月)
右) Google Map 航空写真で見た天文台

ましよう」という学習が成立する場所として選ばれた。天文台設置にご協力頂いたのは、首都アクラから東へ約 30 km のテマ市（ガーナの海の玄関口）にあるテマ高等学校（Tema Secondary School）である（図1）。公立の高等学校としては学力レベルが高く、生徒のほとんどは大学等へ進学してゆく。その学校の管理棟屋上に2003 年 12 月、スライディングルーフが設置されてインターネット天文台が稼働開始した。なお、このプロジェクトはすべて科学研究費補助金でまかなわれており、どこかの機関なり役所なりが大々的に主導するものではなかったことは特記すべきであろう。

2.1 ガーナ天文台のハードウェア（当初）

3m×2m の大きさのスライディングルーフ観測室（協栄産業マウナケアドーム製）内に、Meade 製 LX-200GPS 望遠鏡（口径 25cm）が中心となっている。CCD カメラにはビデオ信号出力も行える SBIG 製 STV を使い、ビデオキャプチャした映像をインターネットに放映するとともに、研究用途に使える FITS 形式画像を取得することもできる。スライディングルーフが開閉したり望遠鏡が目的天体へ向けられる際には、映像は屋内カメラに切り替わり「あ、いま動いた」という臨場感を得られるよう配慮した（図2）。この仕組みは、熊本大学設置の第3号機⁶⁾と同じである。



図2 望遠鏡が天体へ向けられたところ

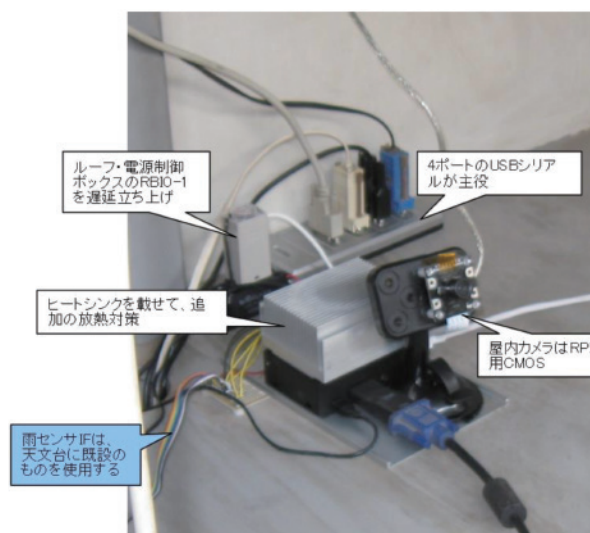


図3 旧制御 PC を置き換えた Raspberry Pi 3

2.2 2017 年 6 月の大改修

2003 年にはピカピカであった制御 PC 群も年とともに老朽化し、マザーボードのコンデンサ故障をはじめ、ありとあらゆるトラブルが発生するようになった。ボード交換、部品交換を繰り返しましたがまし使うのも限界と判断し、2017 年 6 月には「大

改修」を実施した。すなわち制御 PC は最新の Raspberry Pi 3 で置き換え、その他のデバイス群も一新したのである（図3）。

また、インターネット接続は長く Africa Online というプロバイダと契約していた（固定 IP アドレス

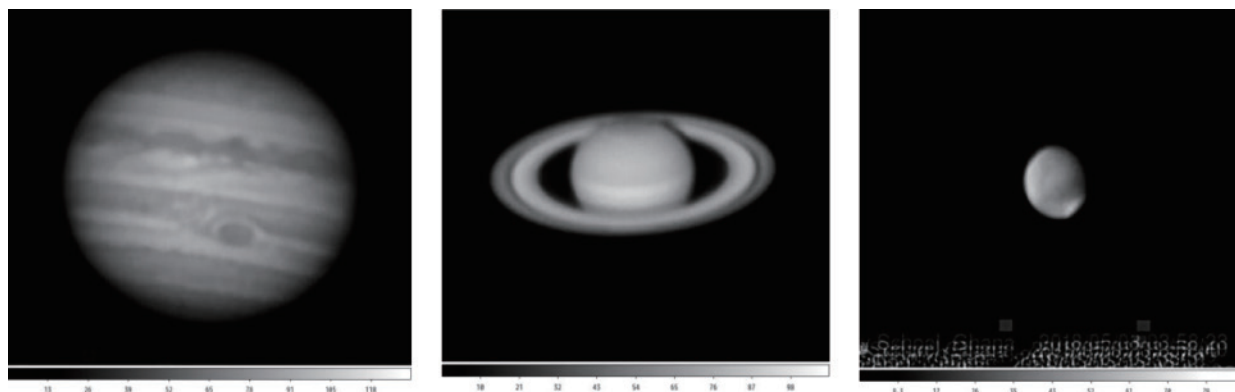


図4 ガーナ・インターネット天文台で遠隔撮影した木星・土星・火星（2018年5月）

を割り当ててもらうため、ものすごく高額）がそれをやめ、普通の通信事業者が提供する Wi-Fi (4G LTE) を利用することとしたのである。これにより通信料は大幅に安くなった。もちろん IP アドレスは固定ではないが、天文台側から日本のサーバへ SSH 接続してトンネルを設けることで、双方向の通信を可能としている。

2.3 天文台としての実力

赤道にほど近い（北緯 5 度）ガーナ・インターネット天文台では、頭上に輝く惑星を観測するときの気流条件がとてよく、図 4 に示すような惑星画像を取得することが可能である（望遠鏡の光学系もいわゆる「当たり」だったらしい）。したがって、天文ファンや、望遠鏡操作になじんだユーザには、使って楽しい設備であるといえる。しかし、それが「理科」学習のツールとして最適かどうかまでは、設置時にはあまり深い考えを持っていなかった（学校現場のことをよくは知らなかった）のである。

3 「理科」学習のツールとしての評価

さまざまな苦勞をして設置し、涙ぐましい努力により維持・運用を 16 年にわたり行ってきたガーナ・インターネット天文台。その稼働実績の長さから言えば「大成功」といってよいし、いまでも十分な性能を有していることは特筆すべきことである。では、「理科」学習のツールとしてはどうであったかと言えば、「あまり使われてこなかった」というのが率直なところである。その理由を考えてみると、

- ・学校カリキュラム⁹⁾とうまく合わない

小学校においては、月の「満ち欠け」は学ぶものの、その表面（模様やクレーター）をつぶさに観察することは必須ではない。惑星は完全に範囲外。中学校においては、「太陽系の構造」で惑星を観察す

る余地はあるものの、配置が第 3 学年で多くの現場で受験シフトの中、深掘りしての学習を行わない現状がある。

- ・操作が簡単ではない

天体を選べば自動導入するようにはなっているものの、視野中心への微修正・倍率の変更・明るさ（積分時間）の調整などはユーザの手に委ねられている。これは望遠鏡を操作したことのない教員にはだいたい敷居が高い。インタラクティブ性を重視すればこうした問題が起きることは避けがたい。

- ・天候条件に左右される

これはインターネット天文台が一箇所にしかない現状では、そこが悪天候な場合はすなわち授業が計画どおりに実施できないことを意味し、致命的である。数を増やして「晴れている場所を選び利用できる」ようにする以外に方法はないが、それを個々の研究者が獲得する科学研究費補助金で行うことは不可能である。

4 インターネット天文台「後」の取り組み

われわれも上記した問題を素通りしてきたわけではなく、インターネット天文台の短所を改善した取り組みを行ってきた。

4.1 星座カメラ i-CAN

インターネット天文台の短所を理解した上で、小学校第 4 学年における「星座や星の動き」学習をターゲットに、理科学習に「使える」ツールとして開発したのが、星座カメラ i-CAN（図 5）である^{10,11)}。機能はごく単純で、ズームもできない広角レンズ（人間が空を見上げたときの視野の広さに近似）を高感度カメラに装着し、その高度・方位角を自在に動かせる（ウェブのインターフェイスでは、星



図5 左) スペイン設置の星座カメラ i-CAN の外観
上) 「星の動き」授業中に子どもたちが星の位置にマークをつけてゆく

座名を入れると高度・方位角は自動計算される)。i-CAN は、その数を増やしたおかげもあり、多くの教育現場で活用してもらうことができた。特に「星の動き」観察は i-CAN の威力が最も発揮される領域で、図5のように白模造紙に投影した星にマークをつけると、5分も待てばその動きが明瞭に認識される。プラネタリウム学習で学ぶ「星の動き」は実は「機械の動き」を見ているに過ぎず、本物では決してない。その点、i-CANが見せるものは本物であり、しかも誰も止めることも進めることもできないリアルタイムの動きであるから、説得力は極めて高いのである。これを用いての最大の成果は、兵庫県西宮市立上ヶ原南小学校教諭(当時)、松本栄次氏が第15回コンピュータ教育実践アイデア賞の「文部科学大臣賞」を受賞¹²⁾したことであろう(2012年12月)。

まだ実運用には至っていないが、インターネット接続をWi-Fi化(ガーナ・インターネット天文台と同様)し、ポン付けで設置できる=いろいろなところへ持ち運べる We-CAN (Wi-Fi enhanced i-CAN) も試作されている。

4.2 月カメラ Wel-CAM

こちらは、小学校第6学年の学習単元「月と太陽」における「月の満ち欠け」学習をターゲットに開発し、ズーム機構(光学22倍)付カメラを用いている。i-CANとは異なり高度・方位角の変更はできない=月を自動追尾し続ける。代わりに、ズームの変更と明るさの調整がインタラクティブにできる¹³⁾。

満ち欠けをしっかりと理解するために「密度の高い連続観察」は不可欠であるが、やはりどうしても天候あるいは学事などにより欠測が生じる。その穴を埋めるツールとして開発し、現在は島根大学および秋田大学に設置されている。

5 おわりに

2003年当時のガーナ・インターネット天文台設置事業は大変に困難なことであり、いま同じことをもういっちょとせよと言われても躊躇してしまうだろう。その一方で、Raspberry Pi 3に代表される超小型PCや通信デバイスの発展は、明らかに(部分的ではあっても)インターネット天文台開発の敷居を下げていている。したがって需要が盛り上がり、かつ資金・マンパワーといったリソースが得られるのであれば、インターネット天文台ネットワーク(天候条件に左右されにくい)が構築される可能性はあるだろう。ガーナ・インターネット天文台の16年は、そうしたことを痛感しながら、派生事業としてi-CANその他を生み出した。インターネットを活用した宇宙・天文分野学習の黎明期の記録であった。

参考文献

- 1) 渋谷英紀, 天文月報, 90(4), pp.174-181, 1997.
- 2) <https://www.telescope.org/>
- 3) 佐藤毅彦・坪田幸政・松本直記, 天文月報, 92(6), pp.312-317, 1999.
- 4) 佐藤毅彦・坪田幸政・松本直記, 天文月報, 93(6), pp.313-318, 2000.

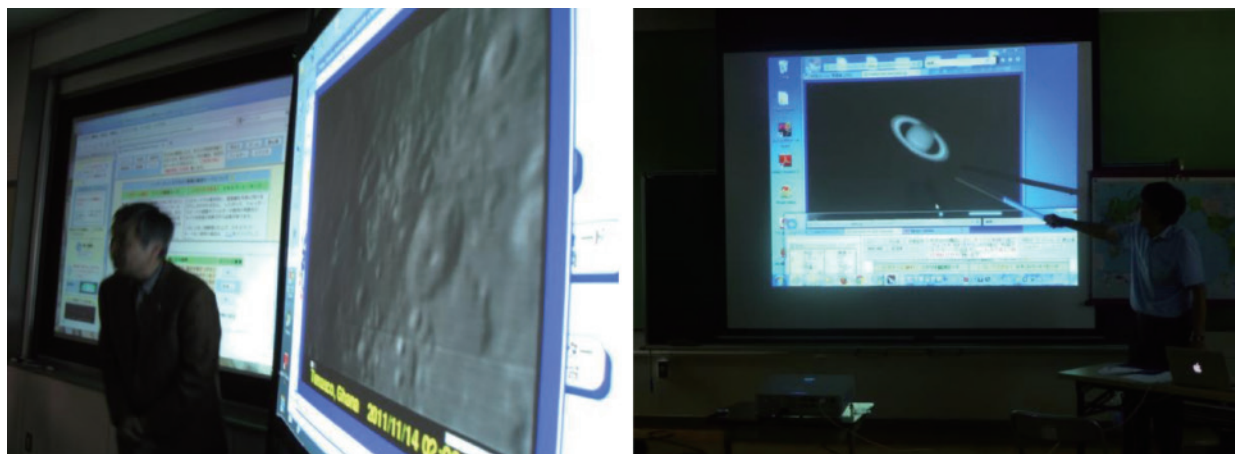


図6 ガーナ・インターネット天文台を使った授業実践

左) 佐藤が月の表面の様子を紹介。

右) 松本栄次 教諭が土星の美しい姿を紹介。いずれもリアルタイム映像である。

- 5) 佐藤毅彦, SUT Bulletin, 17(10), pp.70-71, 2000.
 - 6) 佐藤毅彦・前田健悟・大中敦・森本康裕・高橋庸哉・児島紘・坪田幸政・松本直記, 熊本大学教育学部紀要, 51, pp.1-7, 2002.
 - 7) 佐藤毅彦・前田健悟・坪田幸政・松本直記・榊原・山崎, 天文月報, 96(11), pp.565-571, 2003.
 - 8) 松本直記・坪田幸政・佐藤毅彦, 慶應義塾高等学校紀要, 30, pp.31-36, 2000.
 - 9) 小学校理科学習指導要領, 中学校理科学習指導要領
 - 10) 佐藤毅彦・前田健悟・松山明道, 理科の教育, 655, pp.56-59, 2007.
 - 11) 佐藤毅彦・前田健悟・合林利晃・摩嶋俊祐, 理科の教育, 678, pp.64-67, 2009.
 - 12) <https://ict-enews.net/2012/12/22japet/>
 - 13) 佐藤毅彦・丸山修・岩崎泰久, 理科教室, 54(4), pp.54-57, 2011.
- (2020年5月10日受付、2020年5月15日受理)