

和歌山大学教育学部屋上天文台で得られた 天体映像を使った中学生への授業実践

Special Classes for Junior High School Students Using Movies Taken at Astronomical Observatory of Faculty of Education, Wakayama University

富田 晃彦
Akihiko TOMITA
(和歌山大学教育学部)

2017年7月31日受理

Abstract

Among special classes implemented in academic years of 2013 to 2016 at Faculty of Education, Wakayama university for second grade students of Attached Junior High School of Hidaka Senior High School, the class implemented in 2015 which utilized the astronomical observatory atop the faculty building is reported. The class was about phases of Venus which is one of the contents for third grade of junior high school, using the real-time movie of Venus taken at the observatory. The purpose of the class was that Venus actually has phases, and whether the class surely conveyed the purpose is examined through students' answers of the questionnaire taken at the end of the class.

Key words: Astronomy Education, Secondary School, Distance Education, Remote Telescope

1. はじめに

この論文は、和歌山県立日高高等学校附属中学校(以下、日高高附中)2年生への和歌山大学教育学部天文学・天文教育研究室からの特別授業について報告したものである。この特別授業は2013年度から2016年度まで4年間続いた。各年度、6月前後に1回、生徒が和歌山大学を訪問しての授業が行われた。2015年度に限り、それに加えて和歌山大学から日高高附中へのネットワーク中継授業が行われた。2015年度の授業は他の年度と違って、屋上天文台を深く活用したものになっており、授業中の生徒の活動性が一番高かったものであった。また、年度内に複数の授業が行われたのも、この年度だけであった。この論文では、その2015年度の2回の授業に焦点を当てて報告をしたものである。

2. 日高高附中との4年間の特別授業

この特別授業が始まった経緯とその後の経過の概略を簡単にまとめた。2013年4月に、日高高校及び附属中学校の上田優人校長より、総合科学科2年生2クラス約80名の和歌山大学訪問での特別授業の依頼があった。スーパー・サイエンス・ハイスクール(以下、SSH)の指定を受け、エネルギー教育に力を入れている中、エネルギー教育に関して大阪ガス科学館(大阪府高石市)への社会見学を行う日に和歌山大学に寄ると

いう機会を利用し、天文分野を勉強するのは中学3年生であるが中学2年生段階で天文に関する興味を喚起する授業を、という依頼内容であった。その依頼に対応し、「天文・宇宙の疑問に答えます」というタイトルで、あらかじめ生徒から出してもらった質問に答えていく講義形式の授業を、5月31日にL201教室で行った。また、和歌山大学宇宙教育研究所(現和歌山大学災害科学教育研究センター宇宙教育研究推進室)の直径12mパラボラの電波望遠鏡も見学した。この授業後、当日引率の先生より生徒の反応をお知らせいただき、富田から生徒への返事を送ることを行った後、6月下旬に参加の生徒全員から感想文が送られ、さらに富田がそれに返事を送った。このように、当日は講義形式のものが主ではあったが、事前、事後共に、学校そして生徒とのやりとりを十分に行うことができた。

2014年度、日高高附中の柚木勝志教諭より、前年度に引き続いてSSHとして、総合科学科2年生2クラス約80名に、大阪ガス科学館(大阪府高石市)への社会見学の後、前年度と同様の趣旨と時間割での特別授業の依頼があった。前年度に引き続き「天文・宇宙の疑問に答えます」というタイトルで、あらかじめ生徒から出してもらった質問に答えていく講義形式の授業を、5月30日にL201教室で行った。この年度も宇宙教育研究所の直径12mパラボラの電波望遠鏡も見学した。こ

の電波望遠鏡では大学間連合で運用している人工衛星 UNIFORM-1との通信も行っている。たまたまこの日の特別授業の時間帯、UNIFORM-1計画[1]についての記者会見が電波望遠鏡の敷地で行われていた。記者会見の現場を高校生に見てもらえる、貴重な機会となった。学校としての記録が6月上旬に、6月下旬に参加の生徒全員から感想文が送られてきた。

2015年度、日高高附中の柚木勝志教諭より、前年度に引き続いてSSHとして、大阪ガス科学館(大阪府高石市)への社会見学の後、総合科学科2年生2クラス80名に前年度の同様の趣旨での特別授業の依頼があった。この年度の特別授業は、無機化学の木村憲喜教員によるものと並行して行うことになった。2クラスを1クラスずつ交代で特別授業をそれぞれ受けてもらうことにした。生徒各人にとって、時間が前年度までの場合の半分程度しかないことを考え、この年度は屋上天文台から昼間に見える金星の拡大像を、大学内LANを使って生中継し、それを見ながら金星の公転について考えるという活動的な内容に切り替え、6月2日に教育学部第一会議室でおこなった。6月中旬に参加の生徒全員から感想文が送られてきた。この特別授業の直後、中継の技術を活用した授業に興味を持たれた柚木先生より、日高高附中へ和歌山大学から生中継する特別授業を、という提案があった。スカイプを使って教育学部屋上天文台から中継することとなった。中継そのもののテストを7月24日に試みたがうまくいかず、8月19日に再度試みて、つながれることを確認した。そして12月11日に教育学部屋上天文台からスカイプを使って生中継しつつ、生徒と対話する特別授業を行った。

2016年度、日高高附中の柚木勝志教頭より、前年度に引き続いてSSHとして、総合科学科2年生2クラス約80名に前年度の同様の趣旨での特別授業の依頼があった。この年度は午前には大阪ガスへの社会見学、午後には和歌山大学訪問というこれまでの方法ではなく、午前中に特別授業、そして大学の食堂で昼食後、大学生と交流をするという1日として日高高附中が計画をされた。特別授業は前年度に引き続き、無機化学の木村憲喜教員によるものと並行して行うことになった。この年度では以前の方法に戻し、「宇宙に関する何でも疑問」というタイトルで、あらかじめ生徒から出してもらった質問に答えていく講義形式の授業を、6月17日にL202教室で行った。6月下旬に参加の生徒全員から感想文が送られてきた。

2017年度は、前年度に終了したSSHに続く事業の継続が難しく、特別授業の開催を見送ることになった。

3. 2015年度の特別授業、金星の満ち欠け

この年度は、観測データから天文学的な内容に迫る、活動的な内容を考えた。課題として、「渦巻銀河 M74 の、星形成領域を見つけよう」と「金星の、公転軌道

上での位置を特定しよう」の2つを用意した。前者については作業用資料を含めて4ページ、後者について1ページ、そして授業の最後書き込んでもらう振り返りシート1ページの合計6ページ分の配付資料を用意した。

時間割として、13:30~14:30で1クラス、14:40~15:40で別の1クラスとし、それぞれ、L202教室で実施の木村教員による別の特別授業と入れ替わりで行った。各クラスの生徒数は約40名であった。各クラス1時間という短い時間だったので、用意した2つの課題のうち、後半の金星の課題のみを扱うこととした。前半の課題は資料を渡すのみとした。付録1には、配付資料のうち、金星の課題の1ページ分のみを示した。これは中学3年生の理科の授業で扱う内容である。中学2年生には難しい内容であったが、説明にしたがってワークシートの作業を進めてもらった。なお、教科書の該当部分を参考資料としてコピーしたものを配付した[2]。

各クラスの1時間のうち、最初の半時間程度で、屋上天文台の中継の説明の後、中継された金星画像を見もらった(図1、2参照)。その時の実際の半月状の金星像を見ることができた。期待した回答例を図3に示した。ここで伝えなかったねらいは、以下の2点である。

- (1)金星は満ち欠けをするということを、強く印象付けたい。
- (2)天体の像は、地球大気層を通ることでよく揺らぎ、はっきりしないことが多い。教科書に載っている画像は、処理を重ねてわかりやすくしたもので、実際のデータは扱いが簡単ではないということを、強く印象付けたい。

これは2012年度の宮崎恵二の修士論文[3]での実践を受けたものである。和歌山大学教育学部屋上天文台は2011年度の大学内予算措置により、計算機制御とそのネットワークを介した遠隔操作が可能な制御系を備えたものになり、2012年1月から稼働した。2012年12月17日に教育学部屋上天文台から昼間の金星像を和歌山大学教育学部附属中学校の3年生の1クラスに生中継し、生徒に満ち欠けする金星像を描きとってもらった。その際、(a)インターネットを介したロボット望遠鏡という技術、(b)満ち欠けする金星そのもの、そして(c)生のデータの解釈のしにくさが、中学生に印象的だったことがわかった。(a)は生徒を引きつけるための授業の新しい環境であり、今回もそれを利用した。そして(b)(c)を、今回の特別授業のねらい(1)(2)として設定した。ねらい(1)については、中学3年生で金星の満ち欠けと、それを使った金星の公転についての学習があることを念頭に置いたものである。この金星の満ち欠けの単元は、中学校の理科の中で、教師側も生徒側も苦勞する単元で、多くの教材研究や研究実践が重ねられている[4]。この問題の根本の一つは、金星と

いう惑星が満ち欠けをするということについて、中学生が体験的に知っていることがまずない、ということが挙げられる。それを克服しようとしたのが、ねらい(1)である。小学校段階で月の満ち欠けを学習する。月に太陽の光の当たっているところと当たっていないところがあり、それらの見える割合が違うのが満ち欠けとして見えている。その発展として、中学校段階での金星の満ち欠けの学習があると考えられることができる。金星に太陽の光の当たっているところと当たっていないところがあり、それらの見える割合が違うのが満ち欠けとして見えている。しかし、金星という惑星が太陽系第二惑星ということは知っていても、地球から見て満ち欠けをする惑星かどうか、体験的に知っていることはまずないはずである。望遠鏡を使わないとわからないことと、金星は太陽からあまり離れた場所に現れないので、空が暗い時期、特に夕方の金星観測は時期が限られることが原因だろう。昼間の青空を通した望遠鏡観測は、観測時期を選ばなくてよいという点で有利であるが、太陽に望遠鏡を向けるかもしれない危険を考えると、熟練した観測者でないこの観測は避けた方がいい。しかし、計算機制御の望遠鏡であれば、安全に望遠鏡を金星に向けることができ、それを利用した。ねらい(2)については、中学3年生での学習の準備という、ねらい(1)とは違った視点のものである。附属中学校での実践[3]では、金星は半月状と満月状の間の、レモン状の形状として見えていた。しかし地球大気によるゆらぎでこの形状がよくわからず、生徒は描きとりに苦勞した。また、それが生徒のいらだちを少し誘った。授業最後の感想のところで、生のデータがこれほどわかりにくいものであるなら、教科書のきれいな写真はどのようなものだったのか、と疑問を持つ生徒までいた。これは当初のねらいにはなかった、予想外の成果の一つだった。生データの扱いの難しさを実感することは、科学の見方・考え方を鍛えるためのものになるからである。今回は金星が半月状であるため、そのようないらだちは出にくいと思われるが、生の画像のわかりにくさへの不満が出れば、肯定的にとらえたいと考えた。

4. 金星の満ち欠けについての生徒の反応

この授業の最後に、「今日の実習で、わかったこと(知ったこと)は何ですか?」「今日の実習で、印象的だったこと(あるいは、事前の印象と違っていたこと)は何ですか?」の2つの質問に答えてもらう、A4判片面1枚の振り返りのシートに書き込んでもらった。無記名で書いてもらい、80人全員分から回答を得た。この回答から、ねらい(1)(2)が達成されたのかを見ることとした。

「今日の実習で、わかったこと(知ったこと)は何ですか?」では、80人中、6割以上に当たる51人が、金

星が満ち欠けすること、と明記があった。他の者も、文章を読むと同じ理解に至ったことはわかるが、文章として3分の2近くが明記されていたことから、ねらい(1)については、ある程度達成されたと考えていいだろう。肉眼ではあまりよく見えない(目視ではわかりにくい、という意味と解釈した)、写真をとるのは大変(形のよくわかる写真をとるのは簡単ではない、という意味と解釈した)と記した者が1名ずつ、大気(像が)ゆらいでいる、あるいは、ピントが合ってもゆらいでいると記した者が4名いた。これら6名が、ねらい(2)に関係した記載ととらえた。全体の1割に満たない回答であった。今回は金星が半月状で形状がとらえやすかったことや、ゆらぎの影響があることを事前に口頭で伝えていたことが影響したのではないと思われる。惑星、内惑星、外惑星という言葉の記載も目立った。ワークシートとしての作業を通して、地球も他の惑星も太陽の周りを周回する惑星である、という概念を獲得することが、科学的な内容としての目標になるだろう。それを感じ取っていると解釈できる。特に、「金星が惑星、あるいは内惑星であること」と明記した者が5名、さらに、金星が太陽の周りを回っていることと明記したものが9名いた。両者に1名の重複があるので、惑星としての金星という意識を明記した者は13名であった。また、金星が太陽の周りを回っていると明記した9名のうち3名は、金星は地球の周りを回っていない、と付記までしていた。金星が地球の周りでなく太陽の周りを回っている、というのは、天動説ではなく地動説を支持する有力な観測事実の一つであり、17世紀にガリレオ・ガリレイが地動説を説明した時に使ったものでもある。一部の生徒にとどまっていたが、わずかに1時間の特別授業を通して、中学3年生の内容を深く理解した中学2年生がいたことになる。

「今日の実習で、印象的だったこと(あるいは、事前の印象と違っていたこと)は何ですか?」で特に目立ったものは、中継画像への興味であった。生中継、ライブ、リアルタイムという語を使っていた者は12名いた。附属中学校での実践での生徒の印象(a)に対応するものである。また、引率の先生にも強く印象付けた技術でもあった。中学3年生の内容の予習になったと記述していた者も3人いた。1人の記述であるが、「金星は地球の周りを回っていると思っていたが、太陽の周りを回っていることがとても意外だった」というものがあった。これこそ、金星像の大きさの変化、満ち欠けの変化、太陽との位置関係という観測事実から導き出される結論を受けて自身の概念を変えたという、大変科学的な活動の例といえよう。

5. 2015年度の特別授業、屋上天文台からの授業

この時の天気が良いれば金星の映像の中継を、今度は日高高附中に送ることで続きの授業としたかったが、

悪天候ではできなかった。授業の案を付録2に付けた。ここでは生徒から天文・宇宙に関する質問を自由に出してもらい、それに答えるという形で進化した。これは他の年度での特別授業での内容に似ている。これらすべてを含め、日高高附中の生徒の質問の傾向や、その質問をもとにした生徒との対話について、稿を改めて振り返り、まとめた。

参考文献・資料

- [1] 和歌山大学宇宙教育研究室 (IfES) でのUNIFORM-1計画の推進と運営について、IfESのウェブサイトの以下の記事が参考になるだろう。
「UNIFORM-1号機」がH-IIA相乗り小型副衛星に採択されました(2012年3月28日)
<http://www.wakayama-u.ac.jp/ifes/news/20120328.html>
ワグイの超小型衛星「UNIFORM-1」いよいよ宇宙へ出発!! (2014年5月24日)
<http://www.wakayama-u.ac.jp/ifes/news/20140524.html>
- [2] 東京書籍、新版 新しい科学 2分野下、平成17年2月検定、第2章「惑星と恒星」の「1. 惑星と恒星はどこが違うか」が記載されている76ページから79ページまでのコピー。ここには、「金星の動きと満ち欠けのようすを観察しよう」という活動案や、「金星の形と見かけの大きさの変化」や「金星の満ち欠けと金星と地球の位置関係」を説明した図などが記されている。
- [3] 2012年度和歌山大学大学院教育学研究科修士論文、「和歌山大学屋上天文台の望遠鏡制御の自動化・遠隔化で進む天文学としての教材開発」宮崎恵二
- [4] たとえば、2007年以降の、日本地学教育学会の学会誌である「地学教育」では、金星の満ち欠けに関連して、以下のような教育実践や教材開発に関係した研究論文が発表されている。
「地球上から金星の見え方と金星・太陽・地球の位置関係を

同時に表現できるペーパークラフト教材」鎌田正裕、鷹西智子(2007)、地学教育 60(5), 161-169.
「外惑星の位相変化と視運動を理解するための教材の開発」中野英之(2008)、地学教育 61(2), 49-57.
「視点移動能力の習得を重視した金星の見え方の新指導」間處耕吉、林武広(2013)、地学教育 66(2), 31-41.
「惑星の見え方の学習における平面・立体一体型モデルの評価:現職教員による評価を基盤として」岡田大爾、松浦拓也、小野瀬倫也(2014)、地学教育 67(3), 91-102.

謝辞

日高高校附属中学校の多くの先生方にお世話になった。上田優人校長、2013年度の2年生ご担当の日浦康行先生、2016年度の2年生ご担当の佐々木建先生、そして2014、2015年度は柚木勝志先生が窓口になっていた。また和歌山大学での特別授業の準備や広報で、和歌山大学広報室、教育学部の事務の方々にお世話になった。



図1 特別授業の会場の、教育学部第一会議室から見た、遠隔操作中の教育学部屋上天文台ドーム。



図2 中継のようす。スクリーンに映したPC画面の左上に、金星の半月像が見えている。

金星の、公転軌道上での位置を特定しよう

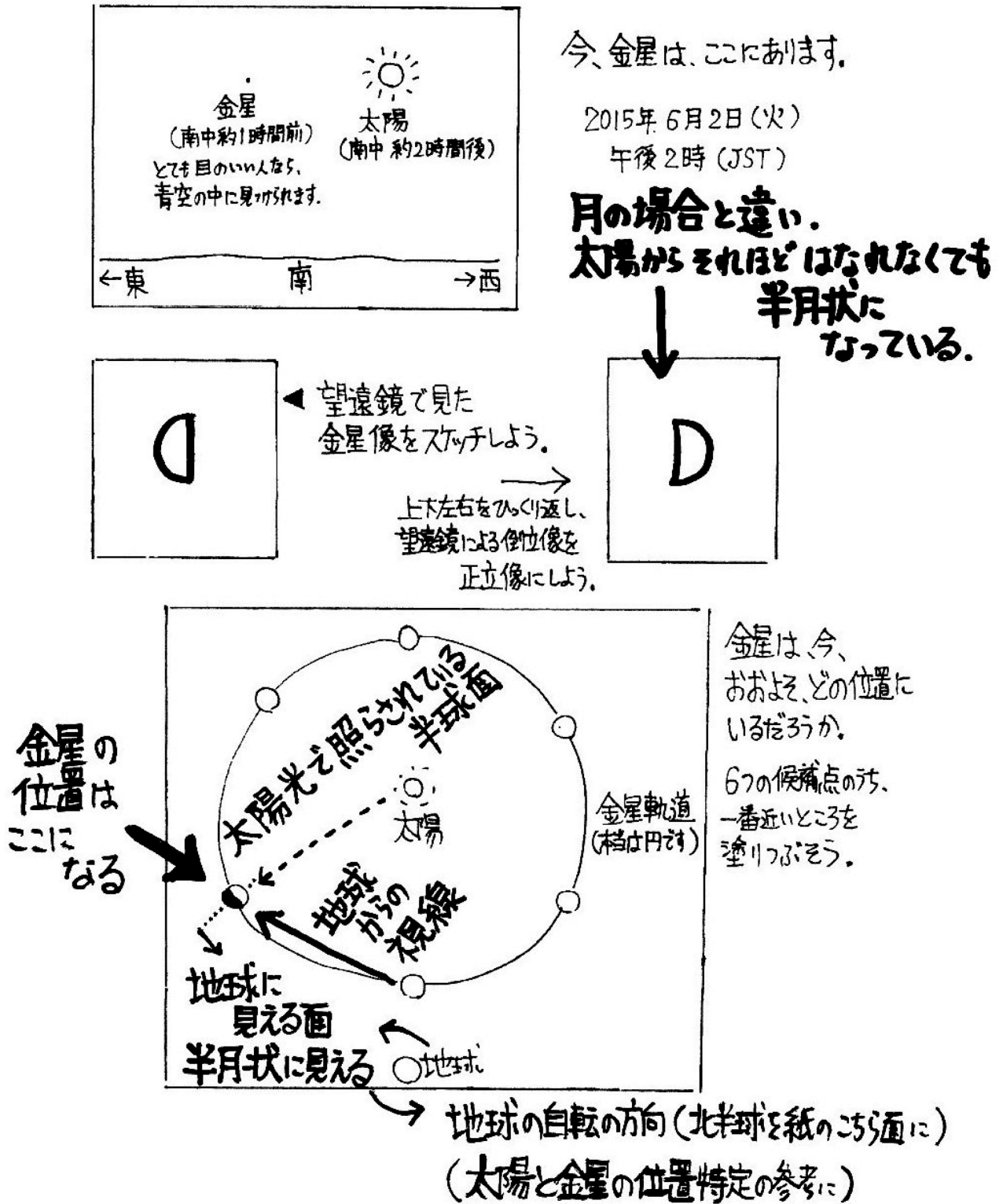
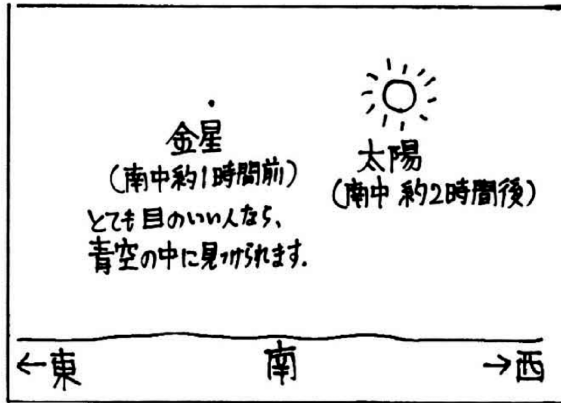


図3 金星の課題(付録1を参照)の書き込みとして期待したものと、その補足。これは生徒に配付していない。

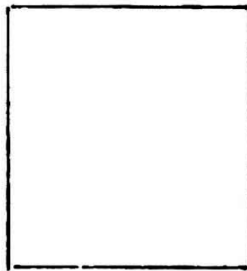
金星の、公転軌道上での位置を特定しよう

付録 1



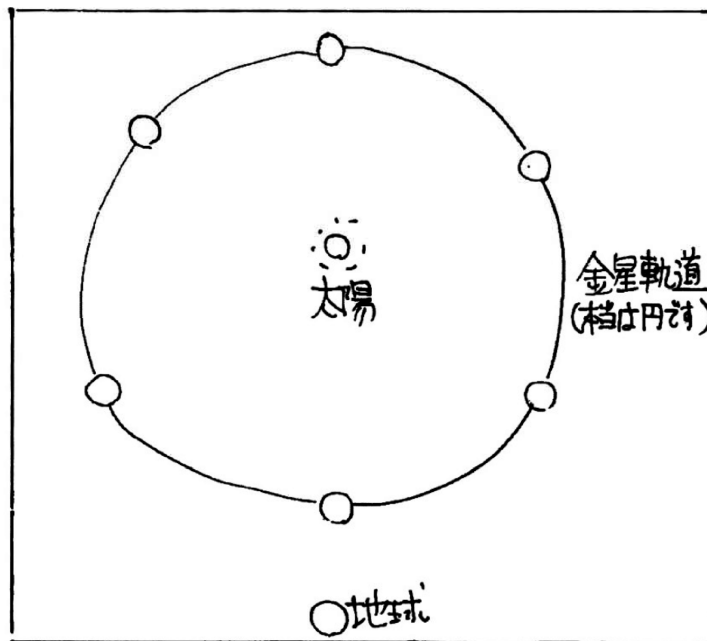
今、金星は、ここにいます。

2015年6月2日(火)
午後2時(JST)



◀ 望遠鏡で見た金星像をスケッチしよう。

→
上下左右をひっくり返し、
望遠鏡による倒立像を
正立像にしよう。



金星は、今、
おおよそどの位置に
いるだろうか。

6つの候補点のうち、
一番近いところを
塗りつぶそう。

日高高校附属中学校へ、和歌山大学教育学部屋上天文台からの中継授業

2015年12月2日、富田晃彦

1. 日時： 12月11日（金）、4限（11時40分～12時30分）
2. 場所： 日高高等学校附属中学校 会議室（80人一斉授業）
3. 参加生徒：3年生2クラス、杉本祐司先生ご担当
4. 方法： Skype でつなぎ、富田は屋上天文台から話す。
5. ねらい： 日常経験を持ちにくい金星の満ち欠けなどの天文現象の観測を天文台からの中継で補うことで、金星の満ち欠けとその理解、ひいては太陽系そのものへの理解について、実感を伴って深めることを目的とする。また、中学校の教室と大学の研究室をつなぐのに、skype 中継が有効かどうかを試すことを目的とする。その際、大学の研究を一方的に伝えるのではなく、主たる場所は中学校の教室であり、主役は中学生であることを意識する。

6. 授業進行

| | |
|-------|---|
| 最初の5分 | 杉本先生からの授業の説明、富田の自己紹介。 |
| 次の10分 | 撮りだめてある金星の映像を紹介しつつ、以下を印象付ける。 (1) 金星は本当に満ちかけてしていること (2) 金星は満ち欠けしつつ、見かけの大きさを変えていること 金星が内惑星であることで統一的に理解できることを、口頭で説明する。 |
| 次の15分 | 生徒からの、金星に関する自由な質問を受ける。 想定される質問： (1) 金星は、なぜ、そのように激しく揺れているのか。 (2) 金星は白く見えているが、教科書や図鑑では、なぜ別の色か。 (3) 教科書の金星の写真と印象が違うが、なぜか。 (4) 金星の内惑星としての公転について、まだわからない。 |
| 次の5分 | 月や他の惑星の映像を紹介しつつ、宇宙に関するいろいろな疑問を出してもらいやすい雰囲気を作る。 |
| 次の5分 | 生徒からの、金星に限らず、宇宙に関する、あるいは、大学生活などを含めての、自由な質問を受ける。 想定される質問： (1) 宇宙に果てはあるのかなど、宇宙への素朴な疑問。 (2) 大学での授業や生活、また進路に関する、素朴な疑問。 (3) 宇宙人やUFOなど、生活的な宇宙観に関する疑問。 |
| 最後 | 杉本先生からまとめ。富田の挨拶。 |

