

シミュレーションシステムMitakaを用いた銀河系の学習

—まんのう町立満濃中学校の授業アンケート報告—

松村 雅文 ・ 中 知春*
(理科教育・附属教職支援開発センター) (まんのう町立満濃中学校)

760-8522 高松市幸町1-1 香川大学教育学部

*766-0022 仲多度郡まんのう町吉野下957 まんのう町立満濃中学校

Learning of the Galaxy with the Mitaka System: a Report of Astronomy Classes in Manno Junior High School

Masafumi Matsumura and Chiharu Naka*

Faculty of Education & Center for Educational Development and Support, Kagawa University, 1-1 Saiwai-cho, Takamatsu 760-8522

*Manno Junior High School, Yoshino-shimo 957, Manno-cho, Nakatado-gun, 766-0022

要 旨 まんのう町立満濃中学校3年理科の授業でシミュレーションシステムMitakaを用いた銀河系の学習を行い、授業前後でアンケートを実施したので、その結果を報告する。Mitakaを用いることにより、子どもたちの宇宙への興味は増すことが示された。子どもたちによっては、季節による天の川の見え方の違いは、銀河系中心と地球との距離が関係するという勘違いが見られたが、Mitakaの使用で解消されると考えられる。

キーワード 天文教育 銀河系の学習 Mitaka

1. はじめに

銀河は、宇宙を考えるためには重要な一つの階層と考えられており、「天文学における銀河は、物理学における原子のような基本的なもの」Galaxies are to astronomy what atoms are to physics と言われる (Sandage, 1961)。銀河の中でも、我々の太陽系が存在する銀河のことは、銀河系と呼ばれており、その一部は天の川として肉眼で見ることができる。恒星は、銀河系の中の星間雲の高密度の領域で形成され、質量が比較的大きい恒星では、水素やヘリウムよりも重い元素が合成される。恒星の寿命が尽きると、合成された重い元素は、水素などとともに超新星爆発等で星間空間に戻り、戻ったガスから更に新しい星が形成される。そのため、銀河系は、物質循環の場として重要であ

る。このことは20世紀の半ばころから認識され (Berendzen et al. 1976)、現在では天体物理学の一つの研究分野となっている (例えば、Spitzer 1978)。

銀河系は、中学校理科の学習で扱われるが、月・太陽・惑星・恒星などに比べると、その扱いは大きくはない。中学校理科で、銀河系は「恒星の集団としての銀河系の存在」(学習指導要領による)として説明されているに過ぎず、銀河系以外の銀河については、「発展」の項目として扱われている場合があるが、学習指導要領では触れられていない。小学校理科では銀河や銀河系は扱われない。また高校地学では、銀河・銀河系ともに扱われるが、地学の履修率は現状では非常に少ない。このため、中学校理科での銀河系の学習は、多くの子どもたちにとっ

て、太陽系よりも大きなスケールの宇宙を認識するための、生涯で唯一の機会である可能性が高く、この学習は充実したものにする必要があると見えよう。

従来、銀河系の学習に関しては、次のような研究が行われている：Friedman (2008) は、銀河面に限定した2Dのモデルを用いて学習活動を展開した。このモデルでは、銀河系を18mの直径に縮小し、この中で〔星形成 → 星 → 星の死 (超新星爆発など)〕といった一連の現象をスケール感とともに学ぶ試みがなされた。子どもたちは、このモデル (銀河系の直径は18m) で、太陽系は髪の毛の太さ程度の大きさであることに関心を持ったという。一方、この学習の後でも、“太陽系は銀河系の中にあること”が認識できなかった子どもたちがいたことも報告されている。荻谷と縣 (2010) は、地球と天の川銀河の位置関係に関する中学生の認識を調査した。この結果、“地球は銀河系の中にある”と正しく認識できている中学生は、14～32%程度であったという。これらの研究 (Friedman 2008, 荻谷と縣 2010) で、太陽系 (つまり地球や人間) が銀河系内にあることが認識できないケースがあると報告されていることは、銀河系の学習の特性 (困難さ) の一つを表していると考えられる。太陽系の学習では、同様の報告はなされていない。この理由の一つは、銀河系の学習では、「客体 (銀河系) の中に主体 (太陽系や人間) がいること」が判りにくいからではないだろうか。銀河系がどこか私たちから遠く離れた場所にあると思って学習してしまったなら、銀河系の学習の意義は薄まるだろう。

国立天文台4次元デジタル宇宙プロジェクトによって開発されたソフトMitaka (林と加藤2012) は、実際の天体の観測データや理論モデルを基にしており、常にバージョンアップされている (本稿執筆の最新バージョンは1.6.0b; Kato et al. 2018, 加藤 2019)。Mitakaを用いることで、パソコン画面やスクリーン上で、天体を2Dまたは3Dで観察することができ、空間的に視点を移動させたり、時間を変えたり等の

操作を容易に行うことができる (但し3Dで観察する場合は、専用のプロジェクターとそれに対応した液晶シャッターめがね、または偏光めがね等が必要である)。このため、Mitakaを用いることで、従来からの天文教育を大きく変える可能性がある (松村 2016)。実際にMitakaを用いて、松村 (2017) は金星学習のためのビデオクリップを試作した。また、松村 (2018) は、銀河系の空間的な広がり の認識の過程を、Mitakaを用いて追体験できることを示した。

Mitakaを用いた学校現場における実践として、我々は、研究授業を附属坂出中学校で行い、これによって子どもたちの宇宙への興味が増大することを示した (森 2019, 松村・森・鷺辺 2019, Matsumura, Mori, & Washibe 2019)。しかし、実践に関する調査はまだ限定的であって充分でない。そこで、今回は、まんのう町立満濃中学校 (以後、満濃中学校と記す) 3年理科の授業でMitakaを用いた銀河系の授業を行った。この際、事前・事後のアンケートを行い、Mitakaを用いることの効果を検証した。本研究ノートでは、そのアンケート結果を報告する。

2. 満濃中学校での銀河系の授業

2019年11月、満濃中学校3年の3クラス (計80名、うち1名は事後アンケート時には欠席) で、Mitakaを用いた銀河系の授業を行い、事前・事後アンケートを行った。また、同3年の2クラス (計54名) では、比較のため、Mitakaを用いない授業を行い、同様に事前・事後アンケートを行った。授業者は本論文の著者の一人の中知春であり、授業は、中学校3年理科の教科書で扱う内容に基づいて行われた。

授業では、香川大学の「Mitaka 3Dポータブル」 (合同会社 科学成果普及機構 製) を用いた (図1)。Mitaka本体は、Windowsパソコンで動作するフリーソフトウェアであるが、授業で3Dイメージを使うには、更に専用のプロジェクター (図1左) とこれに対応した3Dめがねが必要である。本システムで用いた3Dめがねは、液晶シャッターを用いるもの (図1右) であり、子どもたちの人数分を用意した。



図1. 左：Mitakaによる銀河系の投影の様子（森 2019より）。左下のプロジェクターからスクリーンに投影している。
右：液晶シャッターめがね。USBケーブルを接続して充電する。

アンケートは、森（2019）を参考に、主に銀河系の概念をどのように捉えているかを問うものを作成し、事前・事後とも同じものを用いた（附録1）。Mitakaを用いたクラスでは、Mitaka自体についてどのように感じたかを問うアンケートも実施した（附録2）。

3. アンケートの結果

3.1. 事前・事後アンケート

事前・事後アンケートの結果を、それぞれ、表1および表2に示す。アンケートの内容の概要は表1の註に示した（詳細は附録1を参照）。設問1は宇宙への興味を問い、設問2は天の川を見たことがあるかどうかの経験を問うものである。設問3～5は、学習内容について問うものである。また、表の中の括弧内の数は、男女別の人数である。

設問3～5は、正答が存在するので、正答率を調べた。設問3（天の川の見え方）は、いずれのクラスも授業前から正答率が高く、90%前後であった（Mitaka使用クラス：85→89%、不使用クラス87→97%）。設問4（銀河系と太陽系の関係）の正答率は、授業前はいずれのクラスも50%程度であったが、授業後は、Mitaka使用・不使用に関わらず、80%程度に上昇した（Mitaka使用クラス：49→77%、不使用クラス53→83%）。設問5（銀河系と太陽系の大きさの比較）についても、授業前はいずれのクラスの正答率も70%程度であったが、授業後は、双

方とも90%程度に上昇した（Mitaka使用クラス：66→91%、不使用クラス76→96%）。つまり、最初から正答率が高い設問3を除いた設問4と5については、Mitakaの使用不使用に関わらず、正答率は同様に上昇した。このことは、Mitaka使用が、直接、銀河系の概念の理解の向上に関係していないことを意味する。同様な結果は、森（2019）の附属坂出中学校での研究でも得られている。

一方、設問1の結果から、Mitakaを使用するクラスの方が、宇宙に興味がある子どもたちの割合が高くなる傾向があることが窺われた（図2の上段）。同様な傾向が、附属坂出中学校における研究でも見られた（森 2019. 図2の下段でも、森2019のデータを用いて再提示している）。どちらの調査でも、Mitakaを用いたクラスでは、「とても興味がある」と答えた子どもたちの割合が、授業後は50%以上を示した。しかし、Mitakaを用いたクラスと用いないクラスの「とても興味がある」子どもたちの人数について、 χ^2 検定とフィッシャーの正確検定を行ってみたが、いずれの場合もp値は0.1以上になり、統計的に有意な差を認めることはできなかった。

なお、今回の比較対照群であるMitakaを用いないクラスは、他と比べると、授業前から、平均的に宇宙への興味がある子どもたちの割合が高く（図2右上）、宇宙に興味がない／あまりない子どもたちの割合は20%以下であった（他クラスでは30～40%程度）。つまり、Mitakaを用いたクラスと用いないクラスの特徴が、授業前から異なっていたと考えられる。Mitakaを用いないクラスにおいても、授業後は、宇宙に興味がある子どもたちの割合が増え、興味がない子どもたちの割合は減っているが、元々興味がある子どもたちの割合が高いため、この変化は、附属坂出中学校の場合（図2右下）ほどは顕著ではなかった。

3.2. Mitakaについてのアンケート（“アンケート2”）

Mitakaを用いた授業を行ったクラスにおい

ては、Mitaka自体についてのアンケート（附録2）も行ったので、その結果を表3に示す。

設問1は、3Dの動画を見たことがあるか否かの経験を問うものであり、80%以上（79名中64名）が既に学校以外で3Dを経験していることが判った。また、設問2～4は、内容理解に関連して、Mitakaが有効だったかどうかを問うたものである。ほとんど（90%）以上が、「有効であった」または「とても有効であった」の肯定的な回答であった。

4. 考察

4.1. Mitakaを用いることの効果

今回研究を行った満濃中学校の結果と、森（2019）が得た附属坂出中学校の結果は、ともにMitakaを用いることで、子どもたちの興味は増す傾向があることを示している（図2）。但し、定量的にはこの違いは小さく、検定を行っても違いの有意性を見出すことはできなかった（3.1節後半）。しかしながら、満濃中学

校での授業者（中 知春）は、Mitakaを用いたクラスでは、子どもたちの意見交換が活発であったと観察しており、地球や太陽の位置関係等を俯瞰して考えることができた生徒が多かったと感じている。このことは、Mitakaを用いることによって子どもたちの興味が増すことを裏付けていると考えられる。

一方、3.1節前半に示した結果は、Mitakaを用いなくても、銀河系の概念の学習には支障がないことを意味している。月や金星などを学習するためには、地球から地球以外への視点の移動に加え、対象物（月または金星等）自体の移動をも考慮する必要がある。つまり幾何学的に複雑な思考が必要である。一方、銀河系の学習においては、観察者の視点移動のみが必要なので、比較的単純である。但し、銀河系の一部を見ていることになる天の川は、暗いために観察しにくく、実際の観察を考えると、教材として適していると言い難い。しかし、Mitakaを使用することにより、この学習の困難さは解消さ

表1. アンケート：Mitakaを使用したクラスの結果*

設問	選択肢1		選択肢2		選択肢3		選択肢4		他（無回答）	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
1	28 (13, 15)	47 (25, 22)	29 (18, 11)	27 (11, 16)	12 (4, 8)	4 (3, 1)	10 (3, 7)	1 (0, 1)	1 (1, 0)	
2	17 (8, 9)	21 (10, 11)	34 (16, 18)	34 (15, 19)	29 (15, 14)	23 (14, 9)	n.a.			1 (0, 1)
3	2 (1, 1)	2 (1, 1)	68 (33, 35)	70 (34, 36)	7 (3, 4)	7 (4, 3)	3 (2, 1)	0 (0, 0)		
4	30 (14, 16)	13 (7, 6)	11 (5, 6)	4 (3, 1)	39 (20, 19)	61 (29, 32)	n.a.			1 (0, 1)
5	20 (5, 15)	3 (2, 1)	7 (1, 6)	3 (2, 1)	53 (33, 20)	72 (35, 37)	n.a.			1 (0, 1)

*事前テストのアンケート対象者数は n=80 (39, 41)、事後テストは n=79 (39, 40) であった（括弧の中は男女の数）。

設問の概要は以下の通りである：

設問1 宇宙に興味をもっていますか 選択肢：1 とても持っている 2 少し持っている 3 あまり持っていない 4 まったくもっていない

設問2 天の川を見たことがありますか 選択肢：1 ある 2 ない 3 あるかもしれないしなくてもいいかもしれない

設問3 天の川は肉眼でどのようにみえますか 選択肢：1 丸く見える 2 帯状に見える（正解） 3 渦を巻いて見える 4 その他

設問4 銀河系と地球や太陽系について、あなたの考えを選んでください。

選択肢：1 銀河系は、遠いところにある 2 すぐ近くにある 3 銀河系の中に太陽系がある（正解）

設問5 銀河系の大きさについて、あなたの考えを選んでください 選択肢：1 銀河系は太陽系より小さい 2 同じくらい 3 大きい（正解）

表2. アンケート：Mitakaを使用しないクラスの結果*

設問	選択肢1		選択肢2		選択肢3		選択肢4	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
1	18 (10, 8)	26 (11, 15)	26 (11, 15)	24 (14, 10)	6 (3, 3)	3 (1, 2)	4 (2, 2)	1 (0, 1)
2	8 (4, 4)	9 (6, 3)	19 (8, 11)	23 (9, 14)	27 (14, 13)	22 (11, 11)	n.a.	
3	1 (1, 0)	0 (0, 0)	47 (20, 27)	50 (24, 26)	4 (3, 1)	4 (2, 2)	2 (2, 0)	0 (0, 0)
4	20 (10, 10)	8 (4, 4)	5 (1, 4)	1 (0, 1)	29 (15, 14)	45 (22, 23)	n.a.	
5	5 (0, 5)	2 (1, 1)	8 (3, 5)	0 (0, 0)	41 (23, 18)	52 (25, 27)	n.a.	

*アンケート対象者数は、事前・事後テストとも、n=54 (26, 28) であった（括弧の中は男女の数）。

設問の概要は、表1に示した通りである。

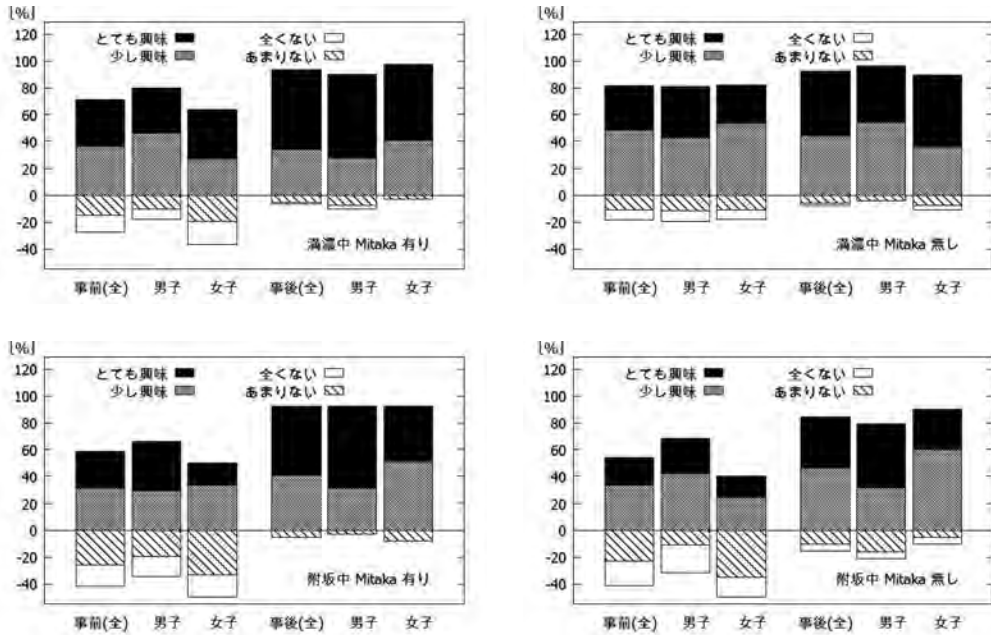


図2. 宇宙への興味（設問1）の結果 左上：満濃中学校Mitaka有り，右上：同無し，左下：附属坂出中学校Mitaka有り，右下：同無し。附属坂出中学校の結果は，森（2019）による。

表3 アンケート2（Mitakaについて）の集計結果

設問	選択肢1	選択肢2	選択肢3	選択肢4	無回答	計
1	64	15	n.a.	n.a.	0	79
2 (1)	64	15	0	0	0	79
2 (2)	68	10	1	0	0	79
3 (1)	57	20	2	0	0	79
3 (2)	65	11	2	0	1	79
4 (1)	59	17	4	0	0	79
4 (2)	61	15	3	0	0	79

設問1 今までにめがねを使った3Dの動画を見たことがあるか

選択肢 1 ある 2 ない

設問2 (1) 宇宙の広がりイメージすることができたか

1 とてもできた 2 できた 3 あまりできなかった 4 まったくできなかった

設問2 (2) 宇宙の広がりイメージするのにMitakaは有効だったか

1 とても有効 2 有効 3 あまり有効でない 4 全く有効でない

設問3 (1) 銀河系の構造を理解できたか

1 とてもできた 2 できた 3 あまりできなかった 4 まったくできなかった

設問3 (2) 3 (1)の理解に，Mitakaは有効だったか

1 とても有効 2 有効 3 あまり有効でない 4 全く有効でない

設問4 (1) 夏は天の川が見えやすく，冬は見えにくい理由を理解できたか

1 とてもできた 2 できた 3 あまりできなかった 4 まったくできなかった

設問4 (2) 4 (1)の理解に，Mitakaは有効だったか

1 とても有効 2 有効 3 あまり有効でない 4 全く有効でない

れると言えよう。

では、Mitakaを用いることで、学習内容を深化させるとすれば、どのようなことが考えられるであろうか。新しいデータを用いた最新バージョンのMitakaを用いると、新たな学習内容の展開が可能になると考えられる。図3は、Mitaka (ver.1.6) を用いて天の川（銀河系中心方向）示したものであり、天の川のみならず、暗黒星雲が多数あることが黒い筋として確認できる。このような描画が可能なのは、Mitaka (ver.1.6) においては、2018年にリリースされた新しいGAIA DR2のデータが用いられているからである（加藤 2018）。太陽系もこのような暗黒星雲で誕生した。暗黒星雲は、人工光の少ない暗い空でも肉眼による確認は難しく、実際、歴史的にその存在が確認されたのは、写真技術が天体観測に応用されるようになってからであった（Barnard 1919, Berendzen et al. 1976）。しかし、Mitakaでは天の川（恒星の集まり）と共に、暗黒星雲の存在も容易に観察できるため、子ども達に無理なく新しい内容を提供し、天文学習の内容を深化させることができると考えられる。今後は、その具体化が課題であると言えよう。

4.2. 新たに見出された勘違い

事後アンケート（附録1、項目6）において、子どもたちに季節によって天の川の見え方が変わることを説明を求めると、Mitakaを用いな

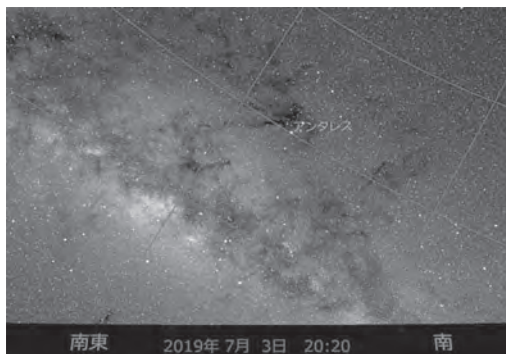


図3. Mitakaによる天の川（Mitaka version 1.6.0aによる。日時の設定：7月3日20時20分。南西方向）

いクラスでは“地球の公転により銀河系中心と地球との距離が変わり、このため天の川の見え方が変わる”という勘違いが複数あることに気が付いた。これは論理的には正しいが、太陽と地球の距離（ 5×10^{-6} パーセク）と、太陽と銀河系中心の距離（ 8.5×10^3 パーセク）を比べると、9桁異なるため地球の位置が変わっても天の川の見え方は変わらない。つまり、太陽系の大きさや、銀河系の大きさ等を正しく認識していないために生じる勘違いであると考えられる。一方、Mitakaを用いたクラスではこの勘違いは見られなかった。この勘違いを回避するためには、太陽と地球の距離及び銀河系中心と太陽の距離の違いの認識が必要であり、このためにはMitakaの利用が有効であると考えられることができる。

なお、同様な勘違いは、例えば地球上での季節の説明においても見られる（Comins 2001, 松村 2006, Favia et al 2013, 松村 2019）。この勘違いは、地球の自転軸の傾きのために、ある地点と太陽との距離が季節によって変化することで季節が生じるというものであるが、温度変化を定量的には説明できない。実際の地球の季節は、地球の自転軸の傾きにより、太陽光の地表面への入射角度と、日射時間が季節によって変化することに起因する。

地球の季節についての勘違いは、英語圏の大学の学生において見られ（Comins 2001, Favia et al 2013）、同様に日本の大学の学生においても見られる（松村 2006, 松村 2019）。しかし、今回見られた、天の川の見え方の季節変化についての勘違いは、Comins (2001) や Favia et al (2013) の宇宙に関する勘違いを集めたリスト¹には見られない。日本の俳句では、天の川は秋の季語とされており、季節によって天の川の見え方が変わることは半ば常識になっているが、日本以外ではそうではないのかもしれない。つまり、英語圏では、どの季節に天の川が良く見えるのかについてはあまり発問されることがないのかもしれない。もしそうなら、これに関連する勘違いも生じないと考えることができる。この解釈が正しいなら、自然科学に

関する勘違いに、文化的な背景が影響している可能性があると言えよう。

5. まとめ

シミュレーションシステムMitakaを用いて、まんのう町立満濃中学校で、銀河系の授業を実施し、事前・事後のアンケートを行って、Mitaka使用の効果を検査した。この結果、Mitakaを用いることで、子どもたちの興味が増す傾向があることを確認した。一方、銀河系の認識については、Mitakaを用いなくても十分な効果が上がっていることが示された。このことは、銀河系の構造に関連する内容について、Mitakaを用いることで、中学校理科でもより深く追及できる可能性があることを示唆している。天の川の見え方は季節によって異なるが、この説明を求めると、太陽系と銀河系の大きさの認識の欠如によると解釈される勘違いが生じることを見出した。この勘違いは、太陽系や銀河系のスケールの概念が不十分であることによると考えられる。この勘違いは、Mitakaを用いたクラスではほとんど見当たらず、Mitakaの有用性を示すものと解釈することができる。

謝辞 まんのう町立満濃中学校の3年生のみなさん及び同校の関係者の方々には、本研究の実施にあたり、多くのご協力をいただいた。また、加藤賢一氏、加藤恒彦氏、波田野聡美氏、安藤徹氏、鷺辺章宏氏、茨木孝雄氏には、Mitaka投影やその他についてご相談いただいた。合わせてお礼を申し上げます。本研究は、JSPS 科研費 JP16K00969 (研究課題名「デジタル式プラネタリウムにおける天文教育手法の開発：学習投影の現状を踏まえて」、基盤研究(C)、2016～2019年度)及び同JP20K03276 (研究課題名「宇宙ビューアーMitakaを用いた天文教育の構築と小中学校の理科授業での展開」、基盤研究(C)、2020～2023年度)の助成を受けたものである。

注

- ¹ 宇宙に関する勘違いは、N. F. Comins によるウェブページ “Heavenly Errors” でも確認できる。
URL: <https://physics.umaine.edu/heavenly-errors/>

文献

- Barnard, E.E. 1919, *Astrophysical Journal*, 49, 1
Berendzen, R., Hart, R.C., Seeley, D. 1976, “Man Discovers the Galaxies”, Columbia University Press (邦訳：高瀬文志郎・岡村定矩訳『銀河の発見』, 地人書館, 1980)
Comins, N.F., 2001, *Heavenly Errors*, Columbia University Press (邦訳：加藤賢一・吉本敬子訳『宇宙100の大誤解：言われてみれば間違いだらけ』, 講談社ブルーバックス, 2005)
Favia, A.F., Comins, N.F., Thorpe, G.L., 2013, <https://arxiv.org/abs/1206.2302>
Friedman, R.B., 2008, *Astronomy Education Review* 7, 176
Kato, T., Agata, H., Usuda-Sato, K., Canas, L., Naito, S., Hatano, S., Itoh, S., Nagai, T., Takabatake, N., Fukushi, H., 2018, “Book of Proceedings Communicating Astronomy with the Public Conference”, 341
Matsumura, M., Mori, M., & Washibe, A., 2019, poster presentation, in “IAU Astronomy Education Conference: Bridging Research & Practice”, Garching, Germany, Sep. 2019..
Sandage, A. 1961, “The Hubble Atlas of Galaxies”, Washington: Carnegie Institution
Spitzer, L Jr, 1978, *Physical Processes in the Interstellar Medium*, John Wiley & Sons (邦訳：高窪啓弥訳『星間物理学－星間媒質における物理的諸過程』, 共立出版, 1980)
加藤恒彦, 2018, 日本天文学会2018年秋季年会, Y05a
加藤恒彦, 2019, 第33回天文教育研究会集録, 157
苅谷麻子, 縣 秀彦, 2010, *天文教育* vol.22, no. 4, p.34
林 満, 加藤恒彦, 2012, *天文教育* vol.24, no. 4, p.50

- 松村雅文, 2006, 第20回天文教育研究会集録, 115
- 松村雅文, 2016, 第30回天文教育研究会集録, 225
- 松村雅文, 2017, 第31回天文教育研究会集録, 166
- 松村雅文, 2018, 第32回天文教育研究会集録, 265
- 松村雅文, 森 美紗子, 鷲辺彰宏, 2019, 第33回天文教育研究会集録, 161
- 松村雅文, 2019, 「宇宙は恒星と惑星だけではとらえられない」, 北林雅洋・松本一範 共編『理科教育をとらえ直す－教員養成「教科内容構成」の実践に基づいて－』所収, pp.45－63, 本の泉社
- 森 美紗子, 2019, 香川大学教育学部卒業論文

アンケート (事前および事後用)

()年()組()番 性別(男・女)

1. あなたは宇宙に興味がありますか。今のあなたの率直な気持ちに当てはまるものに、丸をつけてください。

- ㉞ とても持っている ㉠ 少し持っている
㉟ あまり持っていない ㉡ 全く持っていない

2. 実際の空で、天の川を今までに見たことがありますか？

- ㉞ ある ㉠ ない
㉟ よく判らない (あるかもしれないし、ないかもしれない)

3. 天の川は、肉眼でどのように見えますか？ 見たことがない人は、想像してみて、あなたの考えに近いものを選んでください。

- ㉞ 丸く見える ㉠ 帯状に見える ㉡ 渦を巻いてみえる
㉟ その他 ()

4. 銀河系と地球や太陽系について、あなたの考えに近いものを選んでください。

- ㉞ 銀河系は、太陽系や地球から、遠いところにある
㉠ 銀河系は、太陽系や地球のすぐ近くにある
㉡ 銀河系の中に、太陽系や地球はある

5. 銀河系の大きさについて、あなたの考えに近いものを選んでください。

- ㉞ 銀河系は、太陽系より小さい
㉠ 銀河系は、太陽系と同じくらいの大きさである
㉡ 銀河系は、太陽系よりも大きい

6. 夏の夜空の天の川は見えやすいですが、他の季節では、そうではありません。なぜ季節が変わると天の川の見え方が変わるのでしょうか。あなたの考えを書いてください。

アンケート2 (Mitaka について)

()年()組()番 性別(男・女)

最も当てはまるものに○をつけ、その理由等を具体的に書いてください

1 今までに、授業以外(遊園地や映画館等)で、めがねを使った3Dの動画を見たことがありますか? (具体的な場所の例:例:映画館、ディズニーランド等)

⑦ ある ① ない ある方へ:具体的な場所()

2-①授業を通じて、宇宙の広がりイメージすることができましたか。

1 とてもできた 2 できた 3 あまりできなかった 4 全くできなかった

2-②宇宙の広がりイメージするのに、Mitakaは有効でしたか。

1 とても有効だった 2 有効だった
3 あまり有効でなかった 4 全く有効でなかった

②で解答した理由を具体的に書いてください。

3-①授業を通じて、銀河系の構造を理解することができましたか。

1 とてもできた 2 できた 3 あまりできなかった 4 全くできなかった

3-②銀河系の構造を理解するのに、Mitakaは有効でしたか。

1 とても有効だった 2 有効だった
3 あまり有効でなかった 4 全く有効でなかった

②で解答した理由を具体的に書いてください。

4-①夏に天の川が見えて、冬の天の川は見えにくい理由を理解できましたか。

1 とてもできた 2 できた 3. あまりできなかった 4. 全くできなかった

4-②夏に天の川は見えやすく、冬に天の川が見えにくい理由を理解するのに、Mitakaは有効でしたか。

1 とても有効だった 2 有効だった
3 あまり有効でなかった 4 全く有効でなかった

②で解答した理由を具体的に書いてください。