



私たちのふるさと、私たちの世界

熊本とモンタナにおける地球と宇宙の不思議発見

指導解説書 | 小学校5・6年生向け



はじめに 私たちのふるさと、私たちの世界

執筆者

アメリカ モンタナ州

モンタナ州立大学付属ロッキー博物館

パトリック・リージー
アンジェラ・ウェイカー
キャリー・アンセル
ジョン・スカネラ博士
エリック・ロバーク

モンタナ州立大学地球科学学部

デイヴィッド・ボウエン博士
カーター郡立博物館
セイバー・ムーア
ネイサン・キャロル

日本 熊本県

御船町恐竜博物館

池上直樹博士
富澤由規子
ダヴィッド・キャブレール
林辰弥博士

天草市立御所浦白亜紀資料館

廣瀬浩司
黒須弘美

公益財団法人阿蘇火山博物館

池辺伸一郎博士

熊本博物館

野村美月

図表

マイカ・ラウチ(ロッキー博物館)
ケアリー・スカネラ(ロッキー博物館)
川端麻莉絵(御船町恐竜博物館)
ジェーン・ホール(カーター郡立博物館)

協力者・支援者

本田 修(国際交流基金日米センター)
マリアン・セリス(国際交流基金日米センター)
シェルダン・マッカミー(ロッキー博物館)
藤木正幸(御船町)
本田恵典(御船町教育委員会)
長谷義隆博士(御所浦白亜紀資料館)
和田 仁(熊本博物館)
坂口マコ(モンタナ州政府駐日代表事務所)
アイ・ユアサ・グリーン(BESホールディング)
スコット・ウィリアムス(ロッキー博物館)
エレン・ラム(ロッキー博物館)
ディロン・ワーン(ロッキー博物館)
クリスティ・ミルス(ロッキー博物館)
エミリー・サムソン(ロッキー博物館)
アリシア・トンブソン(ロッキー博物館)
タマラ・ナッペンバーガー(ロッキー博物館)
シャワン・レッケ(ロッキー博物館)
メリッサ・スミス(ロッキー博物館)
毛利陽子(御船町恐竜博物館)
古閑公浩(御船町恐竜博物館)
山下雄大(御船町恐竜博物館)
南部靖幸(熊本博物館)
レーン・キャロル(モンタナ州イカラカ)
シャロン・キャロル(モンタナ州イカラカ)
スティーブ・ホープ(カーター郡立博物館)

ステファン・バロックモンタナ州知事と蒲島郁夫熊本県知事のモンタナ州と熊本県の姉妹交流に対する変わらぬご理解とご支援に感謝申し上げます。

この事業の一部は国際交流基金日米センターによって実施可能となりました。



Copyright © 2018 by Museum of the Rockies, Montana State University, 600 West Kagy Blvd., Bozeman, Montana 59717

この指導解説書はモンタナ州立大学付属ロッキー博物館によって作成されました。

モンタナ州立大学はこの素材の著作権を所有しますが、ここに教育目的におけるダウンロード及び複写について利用者に非排他的な許可を付与します。

私たちは次の学校と機関による教育素材の評価・検証に関するご協力に感謝いたします。

御船町立御船小学校
熊本市立一新小学校
御船町恐竜博物館
ラマート小中学校(モンタナ州ポーズマン)
アーヴィン小学校(モンタナ州ポーズマン)
イカラカ小学校(モンタナ州イカラカ)
カーター郡立高校(モンタナ州イカラカ)
カーター郡立博物館(モンタナ州イカラカ)



はじめに
私たちのふるさと、私たちの世界

ごあいさつ	4
モンタナ州と熊本県の姉妹交流	5
熊本モンタナ自然科学博物館協会	6
モンタナ州立大学付属ロッキー博物館	7
カーター郡立博物館	7
御船町恐竜博物館	8
天草市立御所浦白亜紀資料館	8
公益財団法人阿蘇火山博物館	9
熊本博物館	9
地域連携の構築	10
指導解説書の概要	12
はじめの授業:私たちのふるさと	29
天文分野の授業	
天文分野の授業1:ひとつの星と、さまざまな物語	45
天文分野の授業2:場所によって異なる星空	63
天文分野の授業3:星の色と、星の分類	81
地質分野の授業	
地質分野の授業1:いろいろな火山	95
地質分野の授業2:自然災害-変わる景色	109
地質分野の授業3:土地の成り立ちと地層のでき方	125
古生物分野の授業	
古生物分野の授業1:化石発くつの進め方	137
古生物分野の授業2:いろいろな時代の、いろいろな化石	159
古生物分野の授業3:環境の変化と生物の進化	183
おわりの授業:私たちの世界	201
文献	214



はじめに 私たちのふるさと、私たちの世界

ごあいさつ

博物館教育担当者並びに学校の先生方へ

地域連携の構築：日米自然科学博物館博物館事業によって開発された「私たちのふるさと、私たちの世界」指導解説書へようこそ。

国際交流基金日米センターとモンタナ州立大学付属ロッキー博物館の出資によって作成されたこのカリキュラムは、古生物学、地質学、天文学を通して、科学的な学習活動を推進するものです。

2016年、熊本の4つの博物館とモンタナの2つの博物館が熊本県とモンタナ州の強力な姉妹交流関係の下に連携の構築を始めました。それぞれの発想を共有することからはじめ、この共通に理解される姉妹交流と宇宙・地球科学の理解への認識を高めることに焦点を当てたこの分厚い指導解説書の中で、科学的な考え方や知見、教育方法の開発を図ってきました。

これらの授業は日本とアメリカの学校や博物館でその効果を発揮できるようデザインされました。モンタナ州立大学を含むすべての協力者がこれらの授業の開発に関わりました。それぞれの授業計画は2つの文化から構成されており、非常に異なる方法を融合させたものとなっています。学習指導要領との関係を示した部分のように、いくつかの部分は日本とアメリカの異なる制度にそれぞれ適応させていますが、私たちは両地域の教師や教育担当者が同じ方法で授業を行い、さらなる両地域の結びつきを強めることを目指してこのカリキュラムを開発しました。

私たちは博物館の教育担当者や学校の先生方がこのカリキュラム全体をお使いになることも、或いは現在学習中の内容に最も適した部分だけをお使いになることも歓迎します。加えて私たちの姉妹交流やこのプロジェクトへの理解を深めていただくために最初の「はじめの授業」と最後の「おわりの授業」を実施していただくことを推奨します。天文・地質・古生物の3つの分野はどの順序でお使いいただいても構いません。しかし、各分野を構成する授業は最も効果的な順序となっています。

地球科学・宇宙科学の視点から、私たちと共にこの素晴らしい姉妹州・県の間関係を称賛し探究してみましよう。

敬具

モンタナ州立大学付属ロッキー博物館
カーター郡立博物館
御船町恐竜博物館
天草市立御所浦白亜紀資料館
公益財団法人阿蘇火山博物館
熊本博物館



はじめに 私たちのふるさと、私たちの世界

モンタナ州と熊本県の姉妹交流

1979年、アメリカのマイク・マンスフィールド駐日米大使は熊本県とモンタナ州の姉妹提携を勧めました。3年間の話し合いを経て、熊本県の沢田一精知事とモンタナ州のテッド・シュインデン知事は1982年7月22日にモンタナ州の州都、ヘレナにおいて式典を執り行い、「熊本県・モンタナ州姉妹提携宣言」に調印しました。

それ以降、多くの文化的、友好的な交流が熊本県とモンタナ州の行政、大学、博物館、経済、文化機関、地域によって進められてきました。

熊本県・モンタナ州姉妹提携宣言

日本国熊本県とアメリカ合衆国モンタナ州は、両県州民の友好をさらに助長し、永遠の友情を築くため、ここに姉妹関係の締結を宣言する。

双方は、産業・文化・教育の各分野における幅広い交流を促進し、両県州民の親善と相互理解を深め、双方の発展に寄与することとする。

我々は、この姉妹関係締結が、日本国とアメリカ合衆国の友好、親善さらには世界の平和に貢献するものであることを確信する。

昭和57年7月22日

はじめに 私たちのふるさと、私たちの世界

熊本モンタナ自然科学博物館協会

熊本モンタナ自然科学博物館協会(KMNSMA)は2015年10月に設立されました。

現在、熊本県とモンタナ州の7つの機関から30名以上の専門家が参加しています。熊本県の参加機関は御船町恐竜博物館、天草市立御所浦白亜紀資料館、公益財団法人阿蘇火山博物館、熊本博物館、熊本県博物館ネットワークセンター、モンタナ州の参加機関はモンタナ州立大学附属ロッキー博物館とカーター郡立博物館です。

熊本モンタナ自然科学博物館協会は熊本県とモンタナ州の自然科学博物館の連携を構築・強化し、熊本県とモンタナ州の地域の生涯学習の推進に寄与することを目的としています。

この協会の主な活動は熊本県とモンタナ州の自然科学博物館の創造力に富んだネットワークを構築するために、博物館活動と地域交流の促進に寄与する専門家の対話の喚起;公共の利益を増幅させる地域自然科学研究と教育の提唱;熊本県とモンタナ州の自然科学博物館関係の構築;必要に応じた協会員に対する研修機会の提供;日本とアメリカの国民に普及する2カ国語対応の教材開発;講演、ワークショップ、博物館におけるイベントを通じた有益な情報共有に努力することです。



行動指針

熊本・モンタナ自然科学博物館協会は、人々と自然科学系博物館との交流を喚起し、学術と教育の振興に寄与する創造的な連携に携わると共に、熊本県とモンタナ州の博物館が、今後も活気に満ちあふれ、それぞれの地域社会においてなくてはならない機関として活発な活動を維持していく権利を与えられるよう、専門的知識と研鑽の場を提供する。

はじめに
私たちのふるさと、私たちの世界



モンタナ州立大学附属ロッキー博物館

モンタナ州立大学附属ロッキー博物館(MOR)は、1957年にモンタナ州ボーズマンに設立された。ロッキー博物館は、スミソニアン提携機関であり、恐竜化石のコレクションと研究において世界的に有名であり、古生物と歴史の展示、テイラープラネタリウム、野外古民家復元、先進的な教育プログラムによって人々を惹きつけている。企画展は毎年頻繁に実施され、16万人の来館者が訪れる。

ロッキー博物館はモンタナ州立大学内では学部レベルの組織として位置づけられており、独立した非営利機関でもある。全米で17,500館以上ある博物館の中で775館だけしかない、アメリカ博物館連合の優良評価も受けている。2012年には御船町恐竜博物館との姉妹提携を結んだ。国際連携に取り組む機関として、ロッキー博物館は世界をモンタナ州へ、そしてモンタナ州を世界へもたらしている。



カーター郡立博物館

モンタナ州カーター郡イカラカにあるカーター郡立博物館(CCM)は、モンタナ州内では最初の郡立博物館であり、最初に化石を展示した博物館である。モンタナ州南東部で発見された世界的な恐竜化石の保存と共有を望むアマチュアの地質学者や古生物学者のグループであるカーター郡地質学会によって、1936年に設立された。

展示は9,000万年のこの地域の歴史を網羅し、西部内陸海路からの恐竜化石、ヘルクリーク層の白亜紀と古第三紀境界、アメリカ先住民族の氷河期における狩りの技術と、アメリカ西部の暮らしについて紹介している。展示にはアナトティタン・コペイとティラノサウルス・レックスの全身骨格が含まれ、トリケラトプスの完全な頭骨、パキケファロサウルス、モササウルス、翼竜の頭骨のレプリカなども、この地域のアメリカ先住民の受け継がれてきた文化や牧場の自然、ロデオ、平原の暮らしの物語と共に展示されている。カーター郡立博物館は合衆国政府及びモンタナ州政府所有の化石を保管しており、ロッキー博物館の姉妹館でもある。また、熊本モンタナ自然科学博物館協会とモンタナダイナソートレイルに所属している。

はじめに
私たちのふるさと、私たちの世界



御船町恐竜博物館

熊本県御船町にある自然史博物館。日本で初めて発見された肉食恐竜の化石は、この博物館の近くで発見された。設立は1998年。生涯学習を促進するため、古生物学に関する研究や収集活動、各種教育活動に力を入れている。

御船町には白亜紀後期前半の地層である御船層群があり、恐竜や脊椎動物の化石を中心として数多くの化石が発掘されている。他の博物館では見ることができない個性的な化石や、田村実氏(熊本大学名誉教授)が収集した二枚貝がコレクションされている。絶滅した生物の化石を収集し、次世代へ守り伝え、そして知的な刺激や楽しみを提供することが御船町恐竜博物館の理念である。

2014年には新館がオープンし、その年の入館者数は17万人を記録した。また、御船町恐竜博物館とロッキー博物館は2012年に姉妹館提携を締結し、それ以降数多くのプロジェクトを共に実施している。モンタナ州で発掘された化石を御船町恐竜博物館に運び、そこで岩石から化石を取り出す「プレパレーションプロジェクト」では、当博物館のオープンラボにて化石のクリーニングが実施されるため、その様子を誰でも見ることができる。



天草市立御所浦白亜紀資料館

1997年に御所浦島にて恐竜化石が発見されたことを機に、御所浦白亜紀資料館が設立された。御所浦島は、熊本県の南西部に位置する、大小120以上の島々で構成されている天草ジオパークに含まれ、「恐竜の島」「化石の島」として知られている。約1億年(白亜紀)~4,700万年前(古第三紀)に堆積した地層が露出していることから様々な脊椎動物や無脊椎動物の化石が発見されており、地球の歴史を垣間見ることができる。

御所浦白亜紀資料館には、国内外で収集された

約30,000点の標本が保管されている。国内最大級の肉食恐竜の歯や、恐竜の足跡、日本で最も古い大型哺乳類の標本など、約1,000種類が展示されている。

資料館の近くでは化石発掘が体験でき、その他にも化石採集クルージングを楽しむことができる。クルージングでは、1997年に恐竜の足跡が発見された弁天島や、1億年前の白亜紀の地層からなる高さ200mの崖で、日本で最大級となる肉食恐竜の歯が発見された「白亜紀の壁」などを訪れることができる。

はじめに
私たちのふるさと、私たちの世界

公益財団法人 阿蘇火山博物館

公益財団法人阿蘇火山博物館

阿蘇の中央火口丘の頂上に位置する草千里ヶ浜にある博物館で、1982年に設立された。阿蘇火山とそれらが作り出すユニークな地形や地質、阿蘇火山周辺の動植物を中心に展示されており、展示は定期的に変更される。博物館の運営は、入館料と公益財団法人からの寄付金により賄われている。また、阿蘇ジオパーク推進協議会の事務局が博物館内に設置されており、ジオパークの管理センターとしても機能している。火山学者、学芸員、熟練した地質の解説者により、観光客や学校団体へのツアー等が運営されている。魅力的な専門家たちにより、阿蘇ジオパーク周辺の多くの学校へ教育プログラムを提供している。

阿蘇は韓国と香港に近いことから、当博物館はアジア地域全体での重要な教育施設の1つであり、観光地でもある。海外からの訪問客の多くは、活火山の近くには住んでいない人々である。2015年の入場者数は20万人を超え、そのうち海外からの入場者数は16万人にも達した。2016年に発生した熊本地震により大きな被害を受け、建物や展示物の修復のため数ヶ月間閉館したが、2017年10月にリニューアルオープンした。



熊本博物館

1952年に設立された総合博物館であり、本館は1978年にオープンした。プラネタリウムと、地質学・古生物学・生物学・考古学・歴史学・民俗学に関する約130,000点のコレクションがある。熊本的人文科学や自然科学に関する数多くの埋蔵物や標本、精巧に作られたジオラマなど、多くのものが展示されている。ドームの直径が16mあるプラネタリウムでは、スタッフによる解説でその日の星空を中心に天体や星座について学ぶことができる。これは非常に人気のあるプログラム

である。特別投映として字幕付のプラネタリウム番組の投映やプラネタリウムコンサートなどを実施している。

熊本を訪れる人や熊本地域に住む人々の、博物館活動への参加を促すことが当博物館の使命である。様々な年齢の人が、展示や教育活動を通して活発な生涯学習ができるよう推進している。

はじめに 私たちのふるさと、私たちの世界

地域連携の構築： 日米自然科学博物館事業

熊本県とモンタナ州の姉妹関係の成功と熊本県とモンタナ州の間で設立された協会を基礎として実施されたこの事業の目標は、持続可能なアメリカと日本の博物館ネットワークを拡大し、古生物学、地質学、天文学の各分野を通して、地域連携と教育普及活動を推進することにあります。国際交流基金日米センターとモンタ

ナ州立大学付属ロッキー博物館によって出資された本事業は、共有された発想の普及、科学教育の向上に資する研修方法とネットワークの構築、日本とアメリカの学校や博物館で使用可能な教育カリキュラムの開発を主な目標とします。



日米自然科学博物館事業のメンバーによる巡検(阿蘇火山 火口付近、2017年11月)

はじめに
私たちのふるさと、私たちの世界



熊本モンタナ自然科学博物館協会と日米自然科学博物館事業のメンバー、
そして熊本県PRマスコットキャラクターのくまモン(熊本県庁、2016年11月)



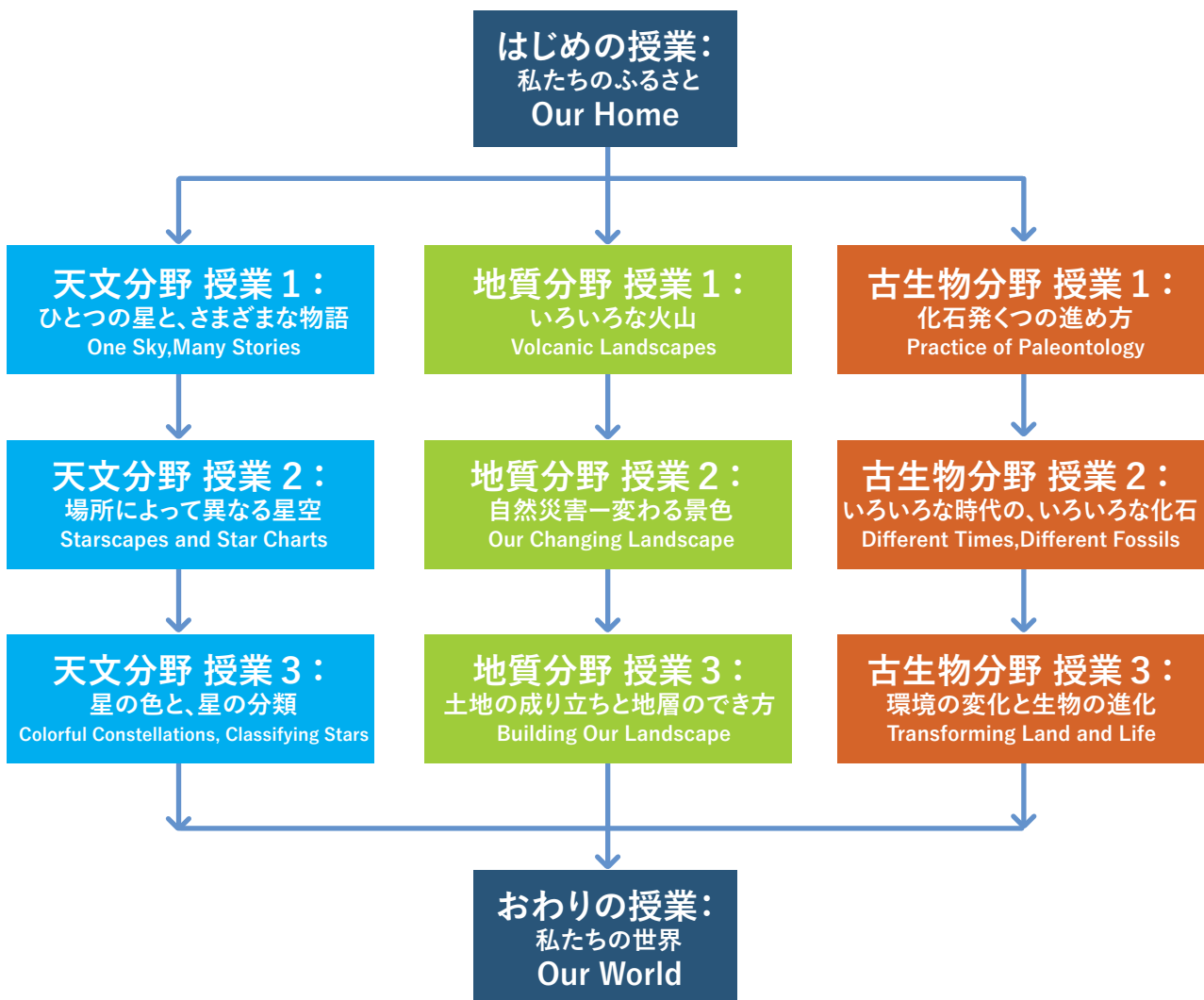
蒲島郁夫 熊本県知事、熊本モンタナ自然科学博物館協会と日米自然科学博物館事業のメンバー(熊本県庁、2016年11月)

指導解説書の概要 私たちのふるさと、私たちの世界

カリキュラムの全体像

このカリキュラムは、天文・地質・古生物分野に関する科学的な観点や歴史・文化的な観点から、熊本県とモンタナ州について比較し相違点や類似点を考え学習することを通して、科学(理科)に対する興味関心の向上や理解の増進を図ります。また、熊本県とモンタナ州の姉妹提携に関する学習を通して、国際交流に取り組んでいる地域や異なる文化や習慣を尊重し合う

ことの大切さについても学ぶことができますので、小学校における社会や総合的な学習の時間における国際理解で利用することができます。以下のページでは、カリキュラムの全体像と本書の利用法、小学校および中学校の理科と社会における、学習指導要領との関連性について記載しています。



指導解説書の概要 私たちのふるさと、私たちの世界

本書の利用法

「私たちのふるさと、私たちの世界」指導解説書は、小学校5年生や6年生の授業だけでなく、博物館などの社会教育の現場でも使用できるように設計されています。このカリキュラムは、はじめの授業と、天文学・地質学・古生物学の3分野に含まれるそれぞれ3つの授業、そして終わりの授業の合計11の授業で構成され、すべての授業は45分で実施できるよう計画されています。

このカリキュラムは、モンタナ州と熊本県の両方で使用できるように作成されています。しかし、内容と活動は、科学分野と日本とアメリカの文化の類似点と相違点に興味がある人すべての学習に役立つものとなっています。私たちはそれぞれの教室で、同じ授業を通して、お互いに交流先の文化について学ぶと同時に、天文学、地質学、古生物学の分野についても学ぶことができます。この指導解説書の英語版には、アメリカ

合衆国とモンタナ州の学習指導要領に関する解説が記されていますが、授業の内容はすべて同じです。

本書を最大限に活用するには、「はじめの授業」と「終わりの授業」、それに各科学分野(天文学・地質学・古生物学)を選択し、姉妹交流先であるモンタナ州について学習できるような指導計画を作成してください。このカリキュラムでどの分野の授業を選択するかにかかわらず、「はじめの授業」と「終わりの授業」を実践することをおすすめします。「終わりの授業」の学習活動は、3つの分野のそれぞれに結びつけられています。それぞれの分野に含まれる3つの授業を完全に実施することによって最大の効果を発揮するように設計されています。時数に応じて1つ或いは2つの分野を選択して実践することもできますが、すべての分野の授業を実施することを推奨します。分野を移行する際には、次の表に示された事項に留意してください。

領域の移行	領域を移行する際の留意点
天文学 → 地質学	夜空には私たちの世界に共通する星座がみられます。星座は私たちの文化や歴史と深い関わりがあります。地球も火山を作り出す多くのプレートからできていて、地球上の私たちに同じように影響を与えます。
天文学 → 古生物学	星の神話が私たちの歴史を伝えるのと同じように、地層と化石は地球の歴史を伝えるのに役立ちます。
古生物学 → 天文学	地層と化石が地球の歴史を伝えるように、星の神話は私たちの過去を伝えてくれます。
古生物学 → 地質学	化石を分類することができるように、火山を理解しやすくするためにその特徴に従って分類します。
地質学 → 天文学	地層が地球の地質時代を語るのと同様に、星の物語は私たちの世界を象徴する文化の歴史を理解するのに役立ちます。
地質学 → 古生物学	化石は堆積岩から発見されます。



指導解説書の概要

私たちのふるさと、私たちの世界

本書の構成

日本とアメリカの教育課程は大きく異なっています。そのため、授業の構成は両国の指導案の様式が混在した形で示されています。

各分野の構成

それぞれの分野(天文学・地質学・古生物学)は、わかりやすくするために見出しが色分けされています。「はじめの授業」と「終わりの授業」は同じ色で見出しで統一されています。各分野内の授業には1～3の番号が与えられています。

学習指導要領との関係を示す一覧表では、各分野のアイコンと授業の番号を示す数字の組み合わせで該当する授業を示しています。

授業の構成

すべての授業の解説は、「授業の手引き」で始まります。アメリカの様式の「授業の手引き」では、最初のページに題材の目標、具体的目標、評価、材料、準備について示されています。

各授業の展開案は、日本の指導案に近い様式で作成しました。授業で実施される学習活動に沿って、「期待される児童の反応／教師の指示・応答」と「各次の具体的目標(留意点)及び評価」を示しています。いくつかの授業には発展的な学習活動が追加されています。

「授業の手引き」に続き「参考資料」を掲載しています。この部分は教科書としての役割も果たします。特に一般的な教科書からは得られにくい両地域の天文学、地質学、古生物学に関連する具体的な情報が示されています。

各授業の最後の部分に「ワークシート」があります。これらの「ワークシート」は児童の学習活動に用いる際に両面印刷の小冊子として印刷できるようにデザインされています。

日本とアメリカの学習指導要領は大きく異なっているため、各授業の章の前にまとめて示しました。この部分が本書の英語版と日本語版で唯一異なっている部分です。日本語版では平成29年3月に改訂された新学習指導要領との関連を示しています。

体験学習キットの支援

本書で示された授業は、特に追加の資料がなくても実践できるようになっています。しかし、次に示す熊本県内の博物館では、この授業に役立つ様々な資料を提供しています。詳しくは各博物館にお問い合わせください。

御船町恐竜博物館

<http://www.mifunemuseum.jp/>

天草市立御所浦白亜紀資料館

<http://gcmuseum.ec-net.jp>

公益財団法人阿蘇火山博物館

<http://www.asomuse.jp>

熊本博物館

<https://kumamoto-city-museum.jp>

指導解説書の概要

はじめの授業：私たちのふるさと

授業の目標

モンタナ州と熊本県の姉妹提携を学ぶことで、グローバルなものの見方と自分たちのふるさとについて理解を深めることができる。

学習指導要領との関係

校種	学年	教科	単元	授業との関係
小学校	第4学年	社会	<p>県内の特色ある地域</p> <p>この教育プログラムは、特色ある地域の位置や自然環境、人々の活動や産業の歴史的背景、人々の協力関係などに着目して、地域の様子を捉え、それらの特色を考え、表現すること。 (内容の取り扱いについて)県内の特色ある地域が大まかに分かるようにするとともに、伝統的な技術を生かした地場産業が盛んな地域、国際交流に取り組んでいる地域及び地域の資源を保護・活用している地域を取り上げること。</p>	<p>モンタナ州と熊本県が姉妹提携を結んでいることや、博物館同士が協力していることを学ぶ。また、姉妹提携を結んでいる地域と自分たちの住む地域の学校生活を比較し、相違点や類似点を見つけたり、姉妹提携を結んでいる地域の位置を調べたりすることで、姉妹提携に関して理解を深める。</p>
	第6学年	社会	<p>グローバル化する世界と日本の役割について</p> <p>我が国と経済や文化などの面でつながりが深い国の人々の生活は、多様であることを理解するとともに、スポーツや文化などを通して他国と交流し、異なる文化や習慣を尊重し合うことが大切であることを理解すること。</p>	<p>モンタナ州と熊本県における学校生活の相違点や類似点に着目し、人々の生活は多様であることの理解を深める。</p>

指導解説書の概要

天文分野の授業1：ひとつの星と、さまざまな物語

授業の目標

3つの異なる文化から生まれた北斗七星にまつわる物語をきいて、世界中の様々な文化の中でどのようにして星の物語が作られたのか、また文化的な背景が物語にどのように影響しているのかを説明することができる。

学習指導要領との関係

校種	学年	教科	単元	授業との関係
小学校	第4学年	理科	月と星 ・星の位置の変化 星の集まりは、1日のうちでも時刻によって、並び方は変わらないが、位置が変わること。	同じ星でも、文化や歴史の違いによってさまざまな物語が語り継がれていることを学び、星に対する興味関心の向上を図る。また、モンタナ州と熊本県では、同時刻でも見える星空が異なることを学び、星の位置が変わることに対する学習意欲の向上を図る。
	第6学年	社会	グローバル化する世界と日本の役割について ・我が国と経済や文化などの面でつながりが深い国の人々の生活は、多様であることを理解するとともに、スポーツや文化などを通して他国と交流し、異なる文化や習慣を尊重し合うことが大切であることを理解すること。 ・外国の人々の生活の様子などに着目して、日本の文化や習慣との違いを捉え、国際交流の果たす役割を考え、表現すること。	文化や歴史の違いによってさまざまな星物語が語り継がれていることを学び、地域による文化や習慣との違いを捉え、人々の生活は多様であることを理解する。

指導解説書の概要

天文分野の授業2：場所によって異なる星空

授業の目標

星図、星座早見、星の物語の学習を通して、観測地点の緯度の違いによる星空の見え方の相違点や類似点、星座早見の使い方について理解を深めることができる。

学習指導要領との関係

校種	学年	教科	単元	授業との関係
小学校	第4学年	理科	月と星 ・星の位置の変化 星の集まりは、1日のうちでも時刻によって、並び方は変わらないが、位置が変わること。	同じ星座でも、観測地点の緯度の違いによって星空の見え方が違うことを学び、星の位置の変化に対する理解を深める。また、星座早見を用いて星座を見つけることで、星座早見の使い方について理解を深める。
中学校	第3学年	理科	天体の動きと地球の自転・公転 ・日周運動と自転 天体の日周運動の観察を行い、その観察記録を地球の自転と関連付けて理解すること。	同じ星座でも、観測地点の緯度の違いによって星空の見え方が違うことを学び、天体の位置の変化に対する理解を深める。また、星座早見を用いて星座を見つけることで、星座早見の使い方を復習する。
	地理的分野	社会	世界と日本の地域構成 ・緯度と経度、大陸と海洋の分布、主な国々の名称と位置などを基に、世界の地域構成を大観し理解すること。 ・我が国の国土の位置、世界各地との時差、領域の範囲や変化とその特色などを基に、日本の地域構成を大観し理解すること。	同じ星座でも、観測地点の緯度の違いによって星空の見え方が違うことを学び、緯度・経度に関する関心を高めるとともに、理解を深める。

指導解説書の概要

天文分野の授業3:星の色と、星の分類

授業の目標

オリオン座に着目し、星の色・大きさ・明るさ・地球からの距離といった科学的な概念に関する学習を通して、星に関する理解や星の物語・伝承に関する学びを深める。

学習指導要領との関係

校種	学年	教科	単元	授業との関係
小学校	第4学年	理科	月と星 ・星の明るさ、色 空には、明るさや色の違う星があること。	身近なオリオン座に着目し、星座を構成している星について、色の違いや星の名前、地球からの距離を学ぶことで、明るさの違う星があることについて理解を深めるとともに、興味関心の向上を図る。
	第6学年	社会	グローバル化する世界と日本の役割について ・我が国と経済や文化などの面でつながりが深い国の人々の生活は、多様であることを理解するとともに、スポーツや文化などを通して他国と交流し、異なる文化や習慣を尊重し合うことが大切であることを理解すること。 ・外国の人々の生活の様子などに着目して、日本の文化や習慣との違いを捉え、国際交流の果たす役割を考え、表現すること。	文化や歴史の違いによって語り継がれる星座の物語が異なることを学び、地域による文化や習慣との違いを捉え、人々の生活は多様であることを理解する。

指導解説書の概要

地質分野の授業1:いろいろな火山

授業の目標

4種類の火山の噴火を学び、熊本県では阿蘇が、モンタナ州ではイエローストーンが、それぞれ地元においても世界においても重要な火山であることを理解することができる。

学習指導要領との関係

校種	学年	教科	単元	授業との関係
小学校	第6学年	理科	<p>土地のつくりと変化</p> <p>土地のつくりと変化について、土地やその中に含まれる物に着目して、土地のつくりかたやでき方を多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・火山の噴火や地震による土地の変化 	映像や写真を用いて火山の噴火のようすを調べ熊本県やモンタナ州の大地が阿蘇やイエローストーンの火山のはたらきによってつくられたことを理解する。
中学校	第1学年	理科	<p>火山と地震</p> <p>火山の形、活動の様子及びその噴出物を調べ、それらを地下のマグマの性質と関連付けて理解するとともに、火山岩と深成岩の観察を行い、それらの組織の違いを成因と関連づけて理解すること。</p>	モンタナ州のイエローストーンや熊本県の阿蘇火山を含む、世界中の火山の噴火の種類やその特徴、火山岩の観察を通して、火山や火山岩に対する理解を深める。

指導解説書の概要

地質分野の授業2：自然災害－変わる景色

授業の目標

自然災害を引き起こすしくみに関する理解の向上や自然現象の観察に基づく研究が、自然災害のリスクに対する理解と軽減に役立つということを理解する。

学習指導要領との関係

校種	学年	教科	単元	授業との関係
小学校	第6学年	理科	<p>土地のつくりと変化</p> <p>土地のつくりと変化について、土地やその中に含まれる物に着目して、土地のつくりかたやでき方を多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・火山の噴火や地震による土地の変化 <p>災害に関する基礎的な理解が図られるようにする。</p>	<p>熊本県とモンタナ州の地震の歴史にふれ、くり返して災害が発生し、それによって土地が変化しているようすを理解する。</p>
中学校	第1学年	理科	<p>自然の恵みと火山災害・地震</p> <p>自然がもたらす恵み及び火山災害と地震災害について調べ、これらを火山活動や地震発生の仕組みと関連付けて理解すること。</p>	<p>熊本県とモンタナ州で発生する地震のしくみについて学び、両者の類似点や相違点を学ぶ事で、地震発生のしくみについて理解を深めるとともに、興味関心の向上を図る。</p>
	第3学年	理科	<p>生物と環境 地域の自然災害</p> <p>地域の自然災害について、総合的に調べ、自然と人間との関わり方について認識すること。</p>	<p>地震の記録方法や地震への対策を学び、自然と人間との関わり方について理解を深める。</p>

指導解説書の概要

地質分野の授業3:土地の成り立ちと地層の作り方

授業の目標

児童は、砂やシルトや粘土のような現在の堆積物とそれらの地層に結果的に記録される、運搬、堆積、そして堆積物を堆積岩に変える堆積後の変化の過程である堆積学について探究する。

学習指導要領との関係

校種	学年	教科	単元	授業との関係
小学校	第6学年	理科	<p>土地のつくりと変化</p> <p>土地のつくりと変化について、土地やその中に含まれる物に着目して、土地のつくりかたやでき方を多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土地の構成物と地層の広がり ・地層の作り方 ・火山の噴火や地震による土地の変化 	<p>ペットボトルの中に砂や小石の層を作る実験を通して堆積作用や堆積岩について学び、土地の構成物や地層の作り方について理解を深める。</p>
中学校	第1学年	理科	<p>身近な地形や地層、岩石の観察</p> <p>身近な地形や地層、岩石などの観察を通して、土地の成り立ちや広がり、構成物などについて理解するとともに、観察器具の操作、記録の仕方などの技能を身につけること。</p>	<p>堆積実験から堆積岩の作り方について、その条件を整理することができ、主要な堆積岩の特徴や作り方について理解を深める。</p>

指導解説書の概要

古生物分野の授業1：化石発くつの進め方

授業の目標

化石を発掘するための許可の取得や、化石発見後の博物館における研究や展示などについて学び、化石発掘に要する多くのステップや技術を探求し、古生物学に対する興味関心を向上できる。

学習指導要領との関係

校種	学年	教科	単元	授業との関係
小学校	第6学年	理科	土地のつくりと変化 土地のつくりと変化について、土地やその中に含まれる物に着目して、土地のつくりかたやでき方を多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。 ・土地の構成物と地層の広がり(化石を含む)	モンタナ州と熊本県における化石の発掘方法の相違点や類似点について考えることで、場所によって発掘される化石もその発掘方法も異なることを学び、土地の構成物(化石)に対する興味関心の向上を図る。
		社会	グローバル化する世界と日本の役割について 我が国と経済や文化などの面でつながりが深い国の人々の生活は、多様であることを理解するとともに、スポーツや文化などを通して他国と交流し、異なる文化や習慣を尊重し合うことが大切であることを理解すること。	モンタナ州と熊本県における化石の発掘方法の相違点や類似点について着目することで、地形等の違いに起因して人々の生活や文化が異なることへの理解を深める。
中学校	第1学年	理科	地層の重なりと過去の様子 地層の様子やその構成物などから地層のでき方を考察し、重なり方や広がり方についての規則性を見だして理解するとともに、地層とその中の化石を手掛かりとして過去の環境と地質年代を推定できることを理解すること。	モンタナ州と熊本県における化石の発掘方法の相違点や類似点について考えることで、場所によって発掘される化石もその発掘方法も異なることを学び、地層や化石に対する興味関心の向上を図る。

指導解説書の概要

古生物分野の授業2:いろいろな時代の、いろいろな化石

授業の目標

異なる地域から発掘される化石を時代ごとに分類し対比する学習を通して、古生物が生きていた時代(地質時代)について調査する際には、離れた場所に関する情報も欠かせないことを学び、地層の広がりなどについて理解を深めることができる。

学習指導要領との関係

校種	学年	教科	単元	授業との関係
小学校	第6学年	理科	土地のつくりと変化 土地のつくりと変化について、土地やその中に含まれる物に着目して、土地のつくりかたやでき方を多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。 ・土地の構成物と地層の広がり(化石を含む) ・地層のでき方 ・火山の噴火や地震による土地の変化	モンタナ州と熊本県にある地層の年代や発見された化石について学び、さらに両者を比較する活動を通して、地層の広がりや土地の変化について理解を深める。
中学校	第1学年	理科	地層の重なりと過去の様子 地層の様子やその構成物などから地層のでき方を考察し、重なり方や広がり方についての規則性を見いだして理解するとともに、地層とその中の化石を手掛かりとして過去の環境と地質年代を推定できることを理解すること。	モンタナ州と熊本県における化石の発掘方法の相違点や類似点について考え知ることで、場所によって発掘される化石もその発掘方法も異なることを学び、地層や化石に対する興味関心の向上を図る。

指導解説書の概要

古生物分野の授業3：環境の変化と生物の進化

授業の目標

時代の進行と共に世代を経て、生物はその体や習性が変化する。これらの変化は周囲の環境の変化によって起こることがあることを学び、生物の多様性と進化について理解を深めることができる。

学習指導要領との関係

校種	学年	教科	単元	授業との関係
小学校	第6学年	理科	土地のつくりと変化 土地のつくりと変化について、土地やその中に含まれる物に着目して、土地のつくりかたやでき方を多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。 ・土地の構成物と地層の広がり(化石を含む)	モンタナ州と熊本県から産出している化石について学び、地層によって異なる種類の化石が発見されることを理解する。
中学校	第1学年	理科	生物の観察と分類の仕方 ・生物の特徴と分類の仕方 いろいろな生物を比較して見出した共通点や相違点を基にして分類できることを理解するとともに、分類の仕方の基礎を身につけること。	パズルや比較を通して、絶滅した過去の生物も、時代によって少しずつ形態が変化したことや生息場所が変わりそれに伴って分類されていることを学び、形態の共通点や相違点に基づいて動物が分類できることの理解を深める。また、中学校第3学年で学ぶ「進化」について予習をすることができる。
			地層の重なりと過去の様子 地層の様子やその構成物などから地層のでき方を考察し、重なり方や広がり方についての規則性を見いだして理解するとともに、地層とその中の化石を手掛かりとして過去の環境と地質年代を推定できることを理解すること。	地層によって異なる種類の化石が産出することから過去の環境や時間の変化を推定することができる。
	第3学年	理科	生物の種類の多様性と進化 現存の生物及び化石の比較などを通して、現存の多様な生物は過去の生物が長い時間の経過の中で変化して生じてきたものであることを体のつくりと関連付けて理解すること。	パズルや比較を通して、絶滅した過去の生物も、時代によって少しずつ形態が変化したことや生息場所が変わったことについて学び、生物の多様性と進化について理解を深める。

指導解説書の概要 おわりの授業：私たちの世界




授業の目標

天文・地質・古生物分野の3つに関連した学習活動を通して、姉妹交流先の文化を探究し、姉妹提携を結ぶことの重要性について理解することができる。

学習指導要領との関係

校種	学年	教科	単元	授業との関係
小学校	第4学年	社会	<p>県内の特色ある地域</p> <p>特色ある地域の位置や自然環境、人々の活動や産業の歴史的背景、人々の協力関係などに着目して、地域の様子を捉え、それらの特色を考え、表現すること。 (内容の取り扱いについて)県内の特色ある地域が大まかに分かるようにするとともに、伝統的な技術を生かした地場産業が盛んな地域、国際交流に取り組んでいる地域及び地域の資源を保護・活用している地域を取り上げること。</p>	<p>本カリキュラムの総まとめとして、モンタナ州北東部のインディアンの伝統的な文化に触れるとともに、姉妹提携の重要性について議論をすることで、国際交流について理解を深める。</p>
	第6学年	社会	<p>グローバル化する世界と日本の役割について</p> <p>我が国と経済や文化などの面でつながりが深い国の人々の生活は、多様であることを理解するとともに、スポーツや文化などを通して他国と交流し、異なる文化や習慣を尊重し合うことが大切であることを理解すること。</p>	<p>本カリキュラムの総まとめとして、モンタナ州北東部のインディアンの伝統的な文化に触れるとともに、姉妹提携の重要性について議論をすることで、異なる文化や習慣を尊重し合うことが大切であることについて理解を深める。</p>

学習指導要領（理科）と各授業の関係一覧

校種	学年	生 命		
		生物の構造と機能	生命の連続性	生物と環境の関わり
小学校	第3学年	身の回りの生物 ・身の回りの生物と環境との関わり ・昆虫の成長と体のづくり ・植物の成長と体のづくり		
	第4学年	人の体のづくりと運動 ・骨と筋肉 ・骨と筋肉の働き	季節と絵師物 ・動物の活動と季節 ・植物の成長と季節	
	第5学年		植物の発芽、成長、結実 ・種子の中の養分 ・発芽の条件 ・成長の条件 ・植物の受粉、結実	動物の誕生 ・卵の中の成長 ・母体内の成長
	第6学年	人の体のづくりと働き ・呼吸 ・消化、吸収 ・血液循環 ・主な臓器の存在	植物の養分と水の通り道 ・でんぷんのでき方 ・水の通り道	生物と環境 ・生物と水、空気との関わり ・食べ物による生物の関係（水中の小さな生き物を含む） ・人と環境
中学校	第1学年	生物の観察と分類の仕方 ・生物の観察 ・生物の特徴と分類の仕方 		
		生物の体の共通点と相違点 ・植物の体の共通点と相違点 ・動物の体の共通点と相違点		
中学校	第2学年	生物と細胞 ・生物と細胞		
		植物の体のづくりと働き ・葉、茎、根のづくりと働き	動物の体のづくりと働き ・生命を維持する働き ・刺激と反応	
中学校	第3学年	生物の成長と殖え方 ・細胞分裂と生物の成長 ・生物の殖え方		
		遺伝の規則性と遺伝子 ・遺伝の規則性と遺伝子	生物の種類の多様性と進化 	生物と環境 ・自然界のつり合い  ・自然環境の調査と環境保全 ・地域の自然災害
		自然環境の保全と科学技術の利用 ・自然環境の保全と科学技術の利用		

地球		
地球の内部と地表面の変動	地球の大気と水の循環	地球と天体の運動
		太陽と地面の様子 ・日陰の位置と太陽の位置の変化 ・地面の温かさや湿り気の違い
雨水の行方と地面の様子 ・地面の傾きによる水の流れ ・土の粒の大きさと水のしみ込み方	天気の様子 ・天気による1日の気温の変化 ・水の自然蒸発と結露	月と星 ・月の形と位置の変化 ・星の明るさ、色 ・星の位置の変化 <div style="text-align: right;"> 1 2 3 </div>
流れる水の働きと土地の変化 ・流れる水の働き ・川の上流、下流と川原の石 ・雨の降り方と増水	天気の変化 ・雲と天気の変化 ・天気の変化の予想	
土地のつくりと変化 ・土地の構成物と地層の広がり（化石を含む） ・地層のでき方 ・火山の噴火や地震による土地の変化 <div style="text-align: right;"> 1 2 3 </div>		月と太陽 ・月の位置や形と太陽の位置
身近な地形や地層、岩石の観察 ・身近な地形や地層、岩石の観察 <div style="text-align: right;"> 3 </div>		
地層の重なりと過去の様子 ・地層の重なりと過去の様子 <div style="text-align: right;"> 1 2 3 </div>		
火山と地震 ・火山活動と火成岩 ・地震の伝わりかたと地球内部の動き <div style="text-align: right;"> 1 </div>		
自然の恵みと火山災害、地震災害 ・自然の恵みと火山災害、地震災害 <div style="text-align: right;"> 2 </div>		
	気象観測 ・気象要素 ・気象観測	
	天気の変化 ・霧や雲の発生 ・前線の通過と天気の変化	
	日本の気象 ・日本の天気の特徴 ・大気の動きと海洋の影響	
	自然の恵みと気象災害 ・自然の恵みと気象災害	
		天体の動きと地球の自転、公転 ・日周運動と自転 ・年周運動と公転 <div style="text-align: right;"> 2 </div>
		太陽系と恒星 ・太陽の様子 ・惑星と恒星 ・月や金星の運動と見え方

アイコンの説明



天文



地質




古生物

※アイコンの中にある数字は授業の番号を表している。

OPENING

はじめの授業
私たちのふるさと



授業の手引き

はじめの授業: 私たちのふるさと

授業の目標

モンタナ州と熊本県の姉妹提携を学ぶことで、グローバルなもの見方と自分たちのふるさとについて理解を深めることができる。

段階的目標

1. 自分たちの州または県と姉妹提携を結んでいる地域を言うことができる。
2. 姉妹提携を結んでいる地域と、自分たちの地域との学校生活を比較し、相違点や類似点を説明することができる。
3. 姉妹提携を結ぶことの利点を説明することができる

評価

1. 地図への色付けに関する議論と評価を通して、姉妹都市のことがわかる。
2. ワークシートを使用し、モンタナ州と熊本県の相違点や類似点を識別できる。
3. 議論を通して、姉妹提携の利点を1つ以上いえる。

教材

- プレゼンテーション資料(プロジェクトHPよりダウンロード)
- 映像資料(インターネットよりダウンロード)
- 世界地図
- ワークシートのコピー(p.36 - 43, 人数分)

準備

- ワークシートを児童の人数分コピーする。
- 以下の映像を用意する。
- 熊本について <https://youtu.be/cHjqJKbjAHA>
 - モンタナについて <https://youtu.be/R4-ZbVlzMVM> ※英語
モンタナの風景 <https://www.visitmt.com/campaign/montana-tv.html>
 - 日本の小学校について <https://youtu.be/KCvy3Pcp7ul>
 - アメリカの小学校について <https://youtu.be/MINNGeusB7M> ※英語

授業の手引き

はじめの授業：私たちのふるさと

授業の展開

学習活動	期待される児童の反応／ 教師による指示・応答	目標／評価方法
<p>世界地図を用いて、自分の住む国や州・県がどこにあるのかを見つける。</p> <p>モンタナ州と熊本県の姉妹提携について、話を聞く。</p>	<p>モンタナ州と熊本県の姉妹提携について学ぶ理由を知りたいと予想されるため、姉妹提携の重要性を説明し、今後の授業の流れを説明する。</p>	<p>姉妹提携についてプレゼンテーション資料を用いて説明することで、授業の導入となる。また、この授業を作るプロジェクトに参加したパートナー博物館に関する情報を共有する。</p>
<p>活動1：ワークシートを用いて自分たちの住む州・県と姉妹提携先について知っていることを確認する。提携先の博物館がある場所について、地図上で色を塗る。</p>	<p>姉妹提携について質問をし、そして彼らの住む州・県や姉妹提携先の州・県の場所を特定するために助言が必要なことが予想される。</p>	<p>世界地図で見たときの、姉妹提携を結んでいる都市やパートナー博物館、自分たちのふるさとの地理的な位置について理解できる機会となっている。</p>
<p>活動2：自分たちが住む家や町について絵をかく。かいた絵をグループや隣の人と見せ合う。</p>	<p>主にその州・県を象徴するような建物や自然などをかかせる。また、それが彼らにとってそれが重要であることを考えさせる。</p>	<p>自分たちのふるさとを象徴する建物や自然などがあるモンタナ州と熊本県をつなげる機会を提供する。</p>
<p>活動3：県や州の紹介、学校生活に関する映像を見る。視聴後、自分たちの住む州・県と、姉妹提携を結んでいる州・県の相違点や類似点を書き出す。</p>	<p>活動3を始める前に、例を1つ紹介する。生徒たちはモンタナ州と熊本県の類似点を見つける前に、映像から違いを見つけることが予想される。</p>	<p>モンタナ州と熊本県を比較できる。</p>
<p>モンタナ州と熊本県の相違点や類似点を話し合う。モンタナ州と熊本県が姉妹提携を結ぶ理由となった類似点とは何かを話し合う。</p>	<p>視聴した映像について考えるよう指示をする。姉妹提携に関する発問が期待される。</p>	<p>姉妹提携を結ぶことの価値を共有できる。</p>
<p>次の授業に関して簡単に紹介を聞く。</p>	<p>発問が期待される。</p>	<p>モンタナ州と熊本県の教室で、それぞれが同じ授業をすることを伝える機会とする。</p>

参考資料 はじめの授業：私たちのふるさと



熊本モンタナ自然科学博物館協会(KMNSMA)のロゴマーク

モンタナ州と熊本県の姉妹提携

1979年、マイク・マンズフィールド駐日米大使は、熊本県とモンタナ州で姉妹提携を結ぶよう推薦した。3年後の1982年7月22日、沢田一精知事とテッド・シュインデン知事はモンタナ州のヘレナ市にある議会議事堂にて姉妹提携を締結。この姉妹提携の締結によって、モンタナ州と熊本県の間で産業・文化・教育の分野における交流を促進することが合意されたのだ。またこれは、モンタナ州と熊本県に住む人々の双方に対する親善や理解を増進するものでもあった。

2015年10月には、モンタナ州と熊本県にある7つの機関を代表する25名が、熊本モンタナ自然科学博物館協会を結成した。指導解説書「私たちのふるさと、私たちの世界」は、上記協会に所属する機関による共同プロジェクトであり、科学教育をつうじて双方の理解と文化的つながりを育むことを目的として作成されたものである。

このプロジェクトには熊本県からは、御船町恐竜博物館、御所浦白亜紀資料館、公益財団法人阿蘇火山博物館、熊本博物館の専門家が参加し、一方モンタナ州からは、モンタナ州立大学付属ロッキー博物館、カーター郡立博物館の専門家が参加している。各博物館のスタッフが天文、地質、古生物、教育に関する専門知識を出し合うことによって、この指導解説書は作成された。

参考資料

はじめの授業: 私たちのふるさと

モンタナ州: ビッグスカイカントリー (大空の国)

映像資料(3分35秒、3分58秒):

<https://youtu.be/R4-ZbVlzMVM> ※英語

<https://www.visitmt.com/campaign/montana-tv.html>

<https://youtu.be/MINNGeusB7M> ※英語

人口: 104万人

面積: 38万832平方キロメートル(14万7,040平方マイル)

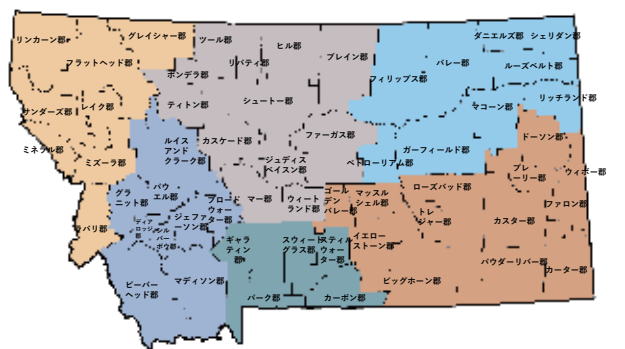
※日本の面積 [37万7,972平方キロメートル(14万5,936平方マイル)]とほぼ同じ。

アメリカには6つの地域と50の州がある。モンタナ州は西部に位置し、カナダと接している。モンタナ州はその広大な土地から“ビッグスカイカントリー(大空の国)”のニックネームで知られている。また、銅・鉛・亜鉛・銀・石炭・石油を原産地する長い歴史があり、“トレジャーステイト(宝物がある州)”としても知られている。モンタナ州は1864年に領土として組織され、1889年に国家となった。“モンタナ”という名前は、スペイン語の「山」または「山国」を意味する“モンターニャ(Montaña)”に由来する。

モンタナ州には、ロッキー山脈とロッキー山脈分水界がとおっており、グレイシャー国立公園、イエローストーン国立公園、リトルビッグホーン国立記念戦場などがある。モンタナ州の西部は山脈が、東部には草原が広がっており、その間には50の州立公園と地形に応じて変化する景観が存在する。主な産業は放牧や畜産といった農業である。モンタナ州では、7つのインディアン居留地に、国によって承認された11のアメリカン・インディアン部族が生活している。モンタナ州で居留地を持たないリトル・シェル・チペワ族(Little Shell Chippewa Tribe)は州によって認知されており、現在、国の認定を求めている。モンタナ州は古生物学に関する発見で有名であるが、その多くは恐竜が繁栄した時代の地層であるヘルクリーク層で発見されている。



アメリカ合衆国の地図(ウィキペディアより転載)



モンタナ州の地図(画像提供: セイバー・ムーア)

参考資料

はじめの授業: 私たちのふるさと

熊本県: 火の国

映像資料(5分): 1分30秒~

<https://youtu.be/cHjqJKbjAHA>

<https://youtu.be/KCvy3Pcp7ul>

人口: 182万2千人

面積: 7,405平方キロメートル(2,859平方マイル)

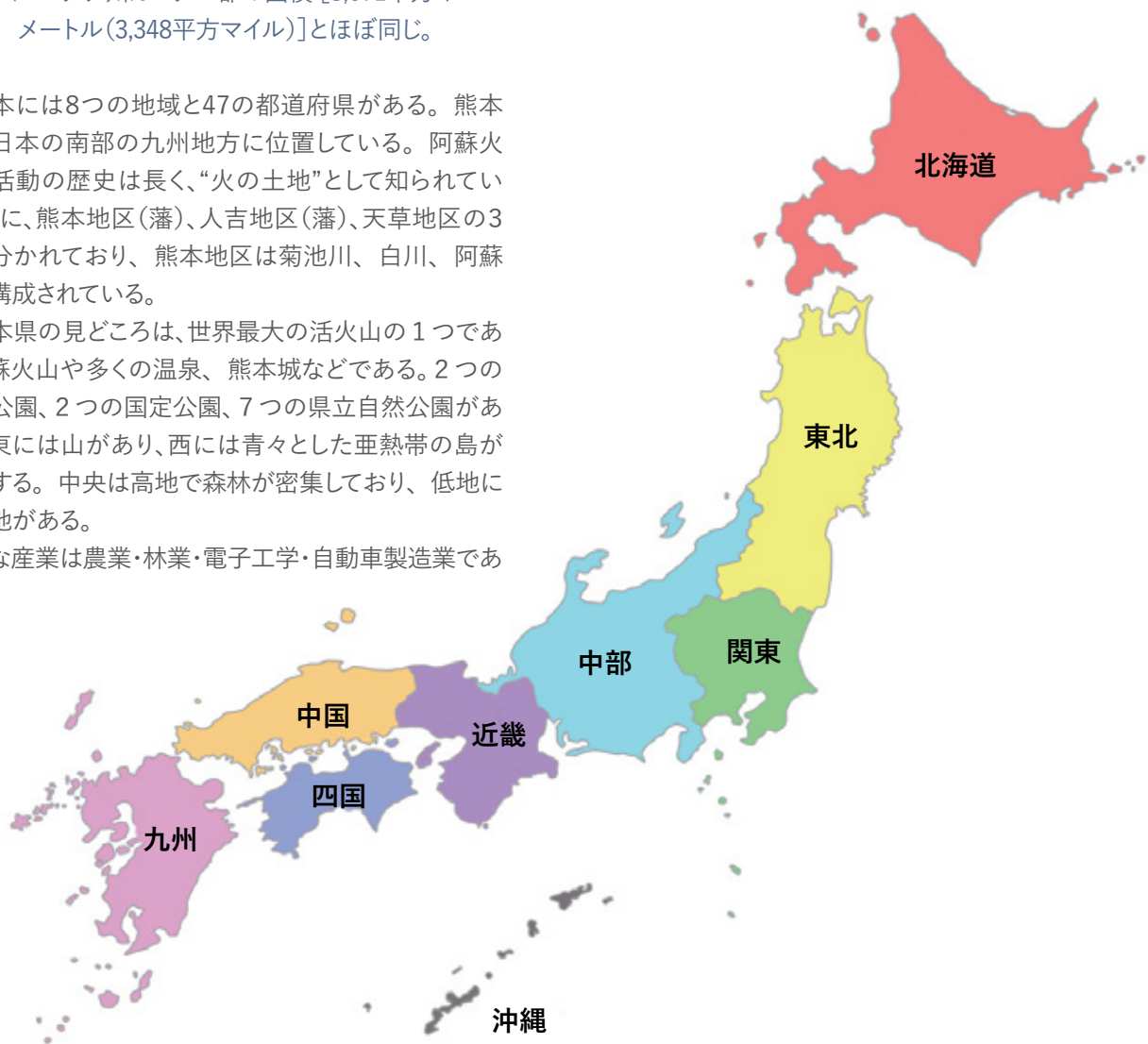
※モンタナ州カーター郡の面積 [8,671平方キロメートル(3,348平方マイル)]とほぼ同じ。

日本には8つの地域と47の都道府県がある。熊本県は日本の南部の九州地方に位置している。阿蘇火山の活動の歴史は長く、“火の土地”として知られている。主に、熊本地区(藩)、人吉地区(藩)、天草地区の3つに分かれており、熊本地区は菊池川、白川、阿蘇山で構成されている。

熊本県の見どころは、世界最大の活火山の1つである阿蘇火山や多くの温泉、熊本城などである。2つの国立公園、2つの国定公園、7つの県立自然公園がある。東には山があり、西には青々とした亜熱帯の島が存在する。中央は高地で森林が密集しており、低地には農地がある。

主な産業は農業・林業・電子工学・自動車製造業である。

御船町恐竜博物館や御所浦白亜紀資料館は、県の古生物学の歴史を解き明かしている。御船町は日本で初めての肉食恐竜化石が発見された場所でもある。御所浦町は白亜紀と古第三紀(約1億年前~4,700万年前)の脊椎動物や無脊椎動物の化石が豊富に発見されており、“恐竜の島”“化石の島”として知られている。



日本地図(ウィキペディアより転載)

参考資料

はじめの授業：私たちのふるさと

九州

福岡県
佐賀県
長崎県
大分県
熊本県
宮崎県
鹿児島県

九州の地図(ウィキペディアより転載)

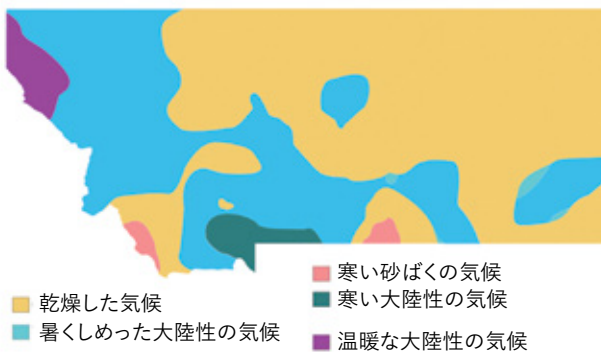


ワークシート

はじめの授業: 私たちのふるさと

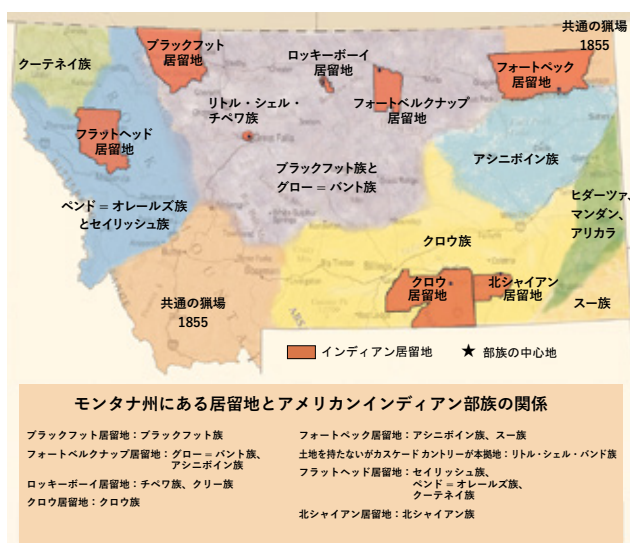
モンタナ州

アメリカは日本から約9,251km(約5,748マイル)はなれた国で、6つの地域と50の州にわかれています。アメリカの西部にあるモンタナ州は、熊本県の姉妹都市です。これは、2つの国が文化・教育・貿易に関する交流を活発にしている、協力しあっていることを意味します。この授業のあとに待っているいくつかの授業では、熊本県とモンタナ州の風景や星空などを科学の目で探求して、私たちのふるさと、そして私たちの世界について学んでいきます。

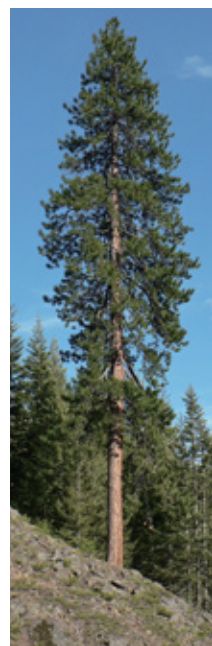


人口: 104万人
 面積: 38万832平方キロメートル
 (14万7,040平方マイル)

モンタナ州の気候



モンタナ州のアメリカン・インディアンの領土



ポンデローサ
 (モンタナ州に生えている樹木)



ニシマキバドリ
 (モンタナ州の鳥)



ビタールート
 (モンタナ州の州花)

(すべての画像はウィキペディアより転載)

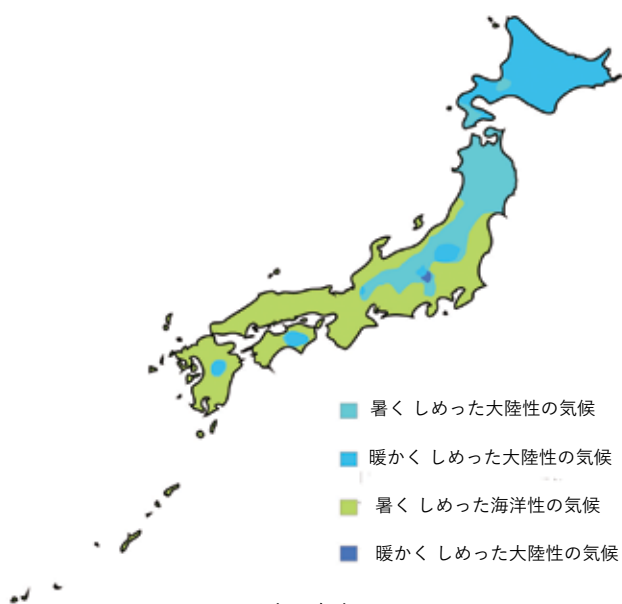
ワークシート

はじめの授業: 私たちのふるさと

熊本県

日本はアメリカから約5,748マイル(約9,250km)離れた国で、8つの地域と47の都道府県にわかれています。九州にある熊本県は、モンタナ州と姉妹提携を結んでいます。これは、2つの国が文化・教育・貿易に関する交流を活発にしている、協力しあっていることを意味します。この授業のあとに待っているいくつかの授業では、熊本県とモンタナ州の風景や星空などを科学の目で探求して、私たちのふるさと、そして私たちの世界について学んでいきます。

熊本県の全体像と県章



日本の気候*

※ケッペンの気候区分です。
気象庁の観測所による値とは多少相違があります。



人口: 182万2千人
面積: 7,405平方キロメートル



くすの木(熊本県の木)



リンドウ(熊本県の花)



ヒバリ(熊本県の鳥)

(すべての画像はウィキペディアより転載)

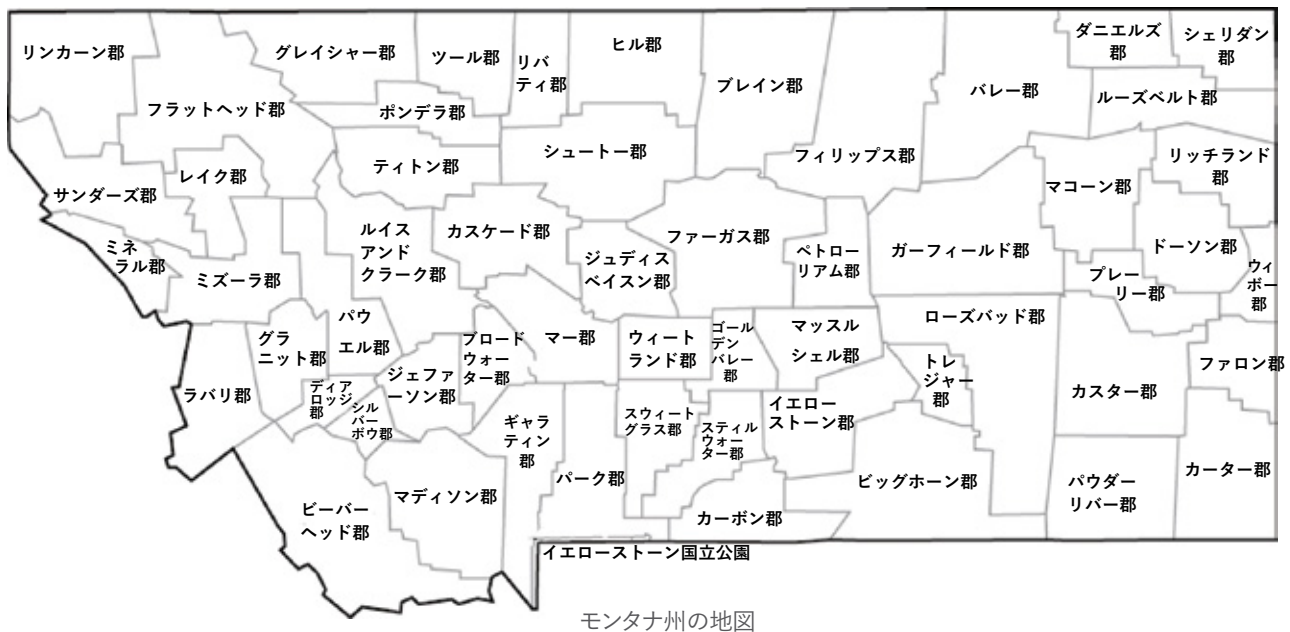
ワークシート

はじめの授業: 私たちのふるさと

学習活動1

1. ボーズマンはギャラティン郡にあります。ギャラティン郡を青色でぬりましょう。
2. イカラカはカーター郡にあります。カーター郡を赤色でぬりましょう。
3. もしあなたがモンタナ州に住んでいる場合は、自分の住んでいる郡に星印をつけましょう。

モンタナ州



(すべての画像はウィキペディアより転載)

ワークシート

はじめの授業：私たちのふるさと

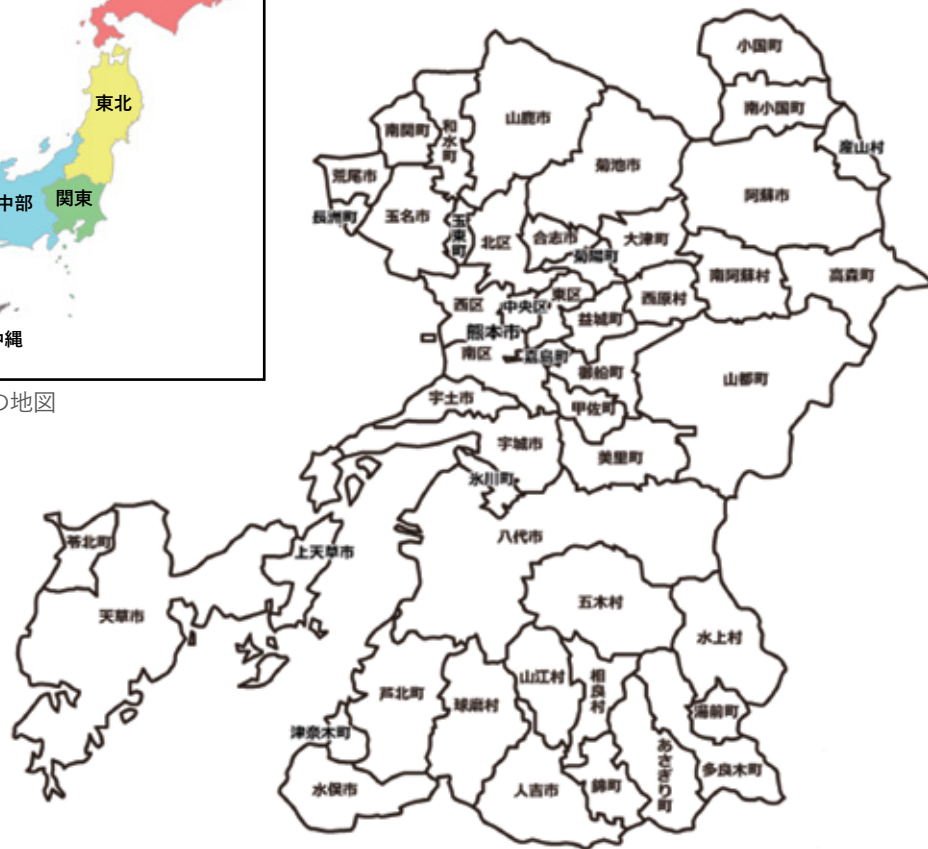
学習活動1

1. 熊本市を青色でぬりましょう。
2. 御所浦町は天草市にあります。天草市を赤色でぬりましょう。
3. 阿蘇市を緑色でぬりましょう。
4. 御船町を黄色でぬりましょう。
5. もしあなたが熊本県に住んでいる場合は、自分の住んでいる市町村に星印をつけましょう。

熊本県



日本の地図



熊本県の地図

(すべての画像はウィキペディアより転載)



ワークシート
はじめの授業：私たちのふるさと

学習活動2

あなたの住む市町村の絵をかきましょう。絵には、自分や自分の住む家を入れてください。また、市町村のシンボルとなるような建物や自然もかいてください。

ワークシート

はじめの授業：私たちのふるさと

学習活動3

姉妹提携を結んでいる地域での学校生活の映像を見た後に、あなたの学校生活を考えてみましょう。熊本県とモンタナ州の学校生活でちがっていることを、円が重なっていないところに書きましょう。にていることは、円が重なっているところに書きましょう。

熊本県	にていること	モンタナ州
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

ワークシート

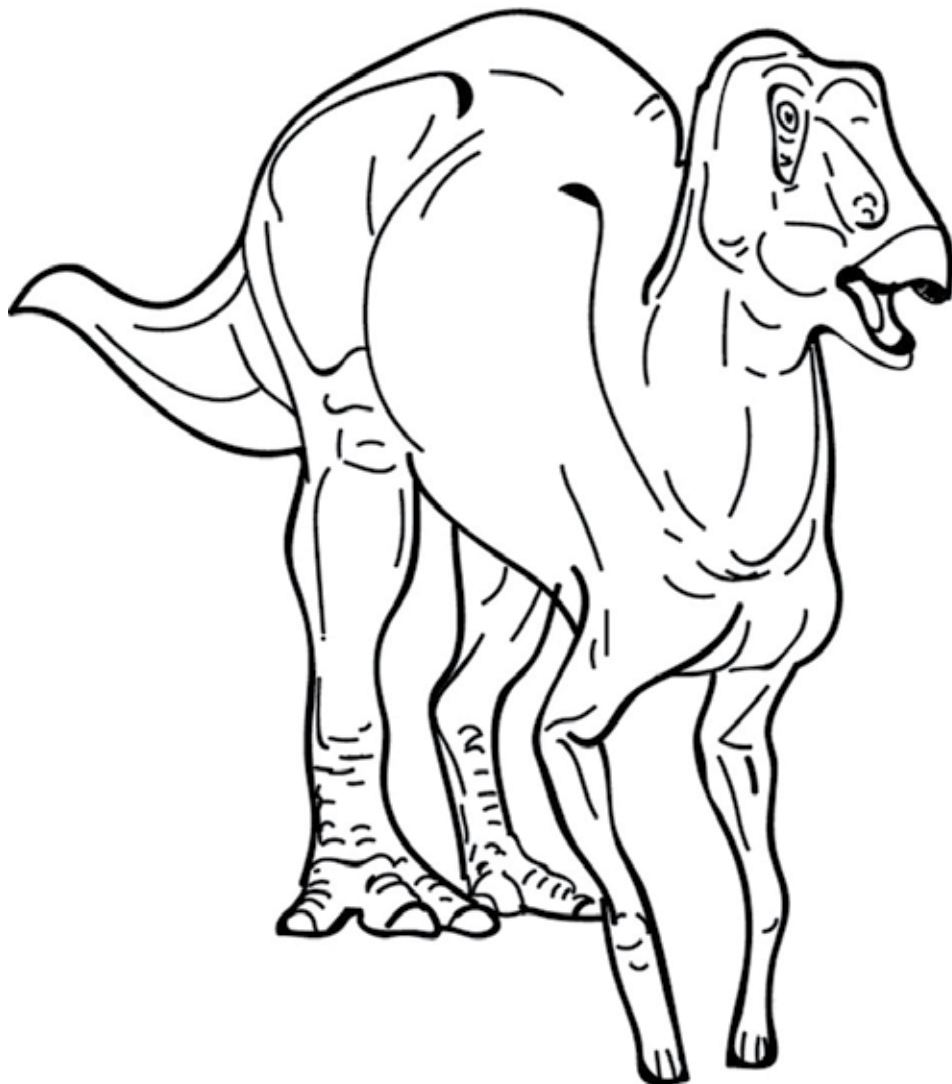
はじめの授業：私たちのふるさと

ぬり絵

モンタナ州では、いろいろな場所で化石が発見されます。州の化石である「マイアサウラ」に色をぬりましょう。

マイアサウラの豆知識：

- ・マイアサウラは6,500～8,000万年前に生きていた大型の植物食恐竜です。
- ・マイアサウラは、高さ2.5メートル、体重はカバと同じくらい(約1.5トン)まで成長しました。
- ・マイアサウラという名前は、「良い母親トカゲ」という意味です。
- ・マイアサウラは、1979年にモンタナ州で最初に発見されました。



(画像提供：ドリー・トランキナ)

ワークシート

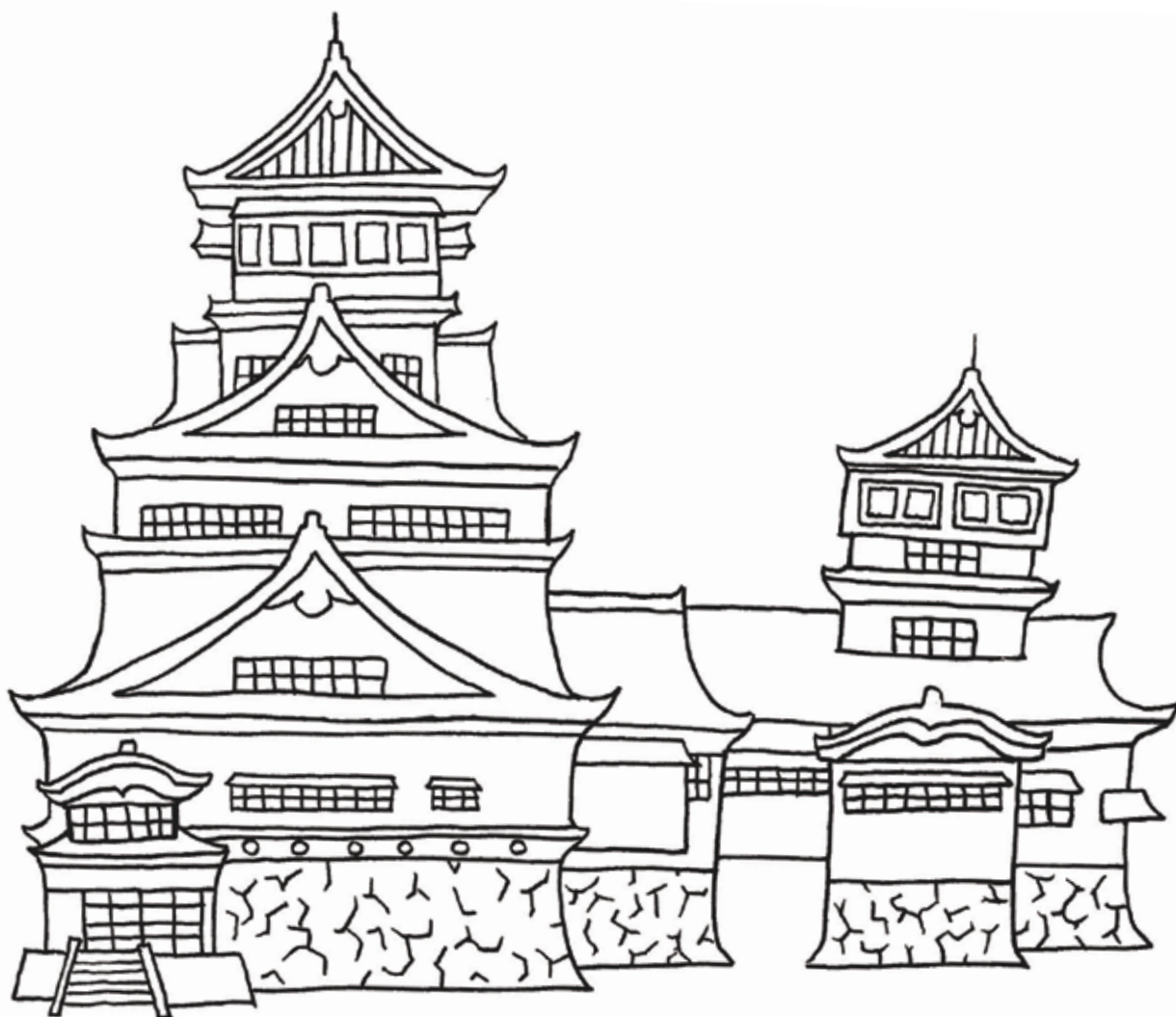
はじめの授業：私たちのふるさと

ぬり絵

日本は城があることが世界的に有名です。日本で有名な城のひとつである熊本城に色をぬりましょう。

熊本城の豆知識：

- ・熊本城のまわりにはイチョウの木がたくさんあることから、「銀杏城(ぎんなんじょう)」ともよばれています。
- ・熊本城が築城されるまえ、城域となる茶臼山一帯には千葉城・隈本城(古城)という城が築かれていました。現在の熊本城は加藤清正によってこれら二つの城を飲み込むかたちで、1607年ごろに築城されました。
- ・熊本の領主が加藤氏から細川氏へと交代したあとも、熊本城は江戸時代を通じて使用されました。しかし、明治10年(1877)に西南戦争が起ると、天守閣は焼失してしまいました。



(画像提供:マイカ・ラウチ)

1

天文分野の授業1
ひとつの星と、さまざまな物語

授業の手引き

天文分野の授業1:ひとつの星と、さまざまな物語

授業の目標

3つの異なる文化から生まれた北斗七星にまつわる物語をきいて、世界中の様々な文化の中でどのようにして星の物語が作られたのか、また文化的な背景が物語にどのように影響しているのかを説明することができる。

段階的目標

1. 星の物語に示されているように、モンタナ州に暮らす部族たちの文化や歴史に多様性があることを説明できる。
2. 文化の違いがどのように星の物語に影響を与えているのかを説明できる。

評価

1. p.58のワークシートを使って、3つの星の物語の相違点・類似点を掴むことができる。
2. 話し合いや問いかけを通して、異なる文化に起因して同じ星座でも異なる解釈が生まれることを理解する。

教材

- 映像資料（インターネットよりダウンロード）
- 世界地図
- ワークシートのコピー（p.52 - 61, 人数分）

準備

- ワークシートを児童の人数分コピーする。
- 以下の映像を用意する。
 - モンタナの先住民族について <https://vimeo.com/49771618> ※英語
 - ブラックフット族について <https://vimeo.com/74325278> ※英語
 - クロウ族について <https://youtu.be/N7fLb29bWM8> (25分40秒～ 26分 50秒) ※英語
- 知名度の高い星座(オリオン座など)の画像(必要に応じて)

授業の手引き

天文分野の授業1:ひとつの星と、さまざまな物語

授業の展開

学習活動	期待される児童の反応／ 教師による指示・応答	目標／評価方法
資料や動画を用いてモンタナ州の部族について知る。日本、クロウ族、ブラックフット族それぞれに伝わる物語を後に読むことを知る。	モンタナ州のアメリカン・インディアンの歴史を理解するために、居留地の地図を確認する。	アメリカン・インディアンの歴史と、モンタナ州の部族について理解する。
キトラ古墳の天文図を見て日本の星座の歴史を知る。天文図の中に知っている星座があるかどうか探す。	この活動を行うためには星座の形に関する知識が必要になるため、知名度の高い星座(オリオン座やくちょう座など)の画像を準備し、天文図の中に似たような形の星座があるか質問するとよい。	様々な星座を紹介する。
日本、クロウ族、ブラックフット族それぞれに伝わる北斗七星の物語を読む。読み終えたら、3つの物語の相違点・類似点をワークシートに記入する。	発見した3つの物語の相違点・類似点を発表させる。日本とクロウ族、クロウ族とブラックフット族の違いから話し合いへと誘導する。	人と土地の関係が文化によってどのように異なるかについて話し合う機会を得る。
星図の中のポラリス(北極星)と北斗七星の位置に印をつける。モンタナ州と日本の星図が異なっている理由を予想する。	北極星と北斗七星以外にも知っている星座の形に星をつなぐことが予想される。余裕があれば他の星や星座に印をつけるよう指示するのもよい。2つの星図が異なる理由については天文分野の授業2で扱う。	授業2・3につなげる。(次の2つの授業はオリオン座とプレアデス星団を扱う)。
星図上にオリジナルの星座をかき、それに付随する物語をつくる。	物語を書くのにサポートが必要な児童がいることが予想されるので、必要に応じて声かけを行うこと。	創作した星の物語を読み、授業への理解度を評価する。
創作した星の物語を共有する。	物語の共有が難しい場合は教師が創作した物語を発表後、発表を促す。	物語を創造することや、話し合い、文章作りの機会を得る。

参考資料

天文分野の授業1:ひとつの星と、さまざまな物語

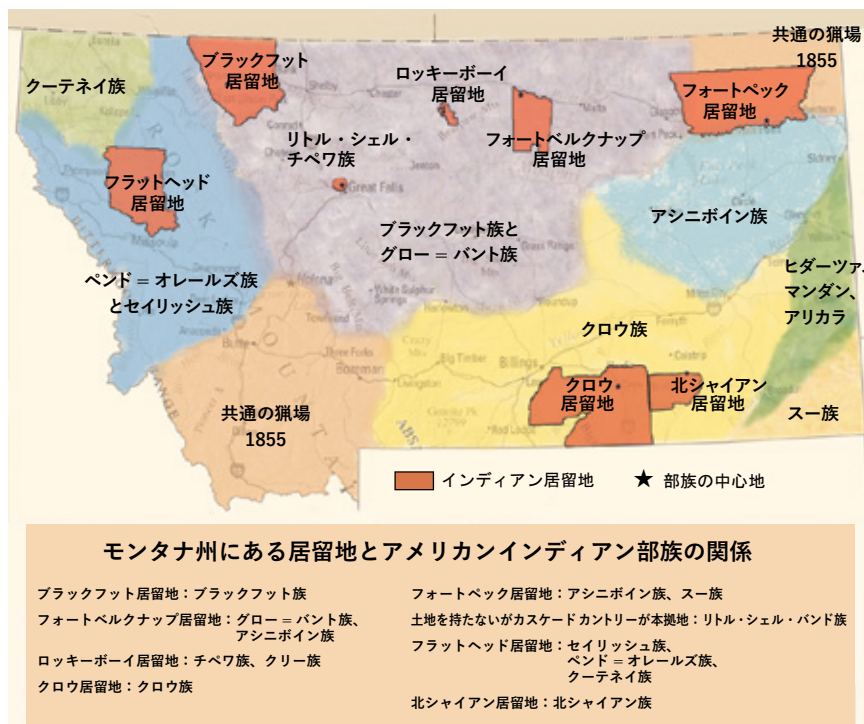
モンタナ州に暮らすアメリカン・インディアン

アメリカは現在、モンタナ州の12のアメリカン・インディアン部族のうち11の部族を承認している。11の部族とは、アシニボイン(Assiniboine)、ブラックフット(Blackfeet)、チペワ(Chippewa)、クリー(Cree)、クロウ(Crow)、グロー=バント(Gros Ventre)、クーテネイ(Kootenai)、北シャイアン(Northern Cheyenne)、ペンド=オレールズ(Pend d'Oreille)、セイリッシュ(Salish)、スー(Sioux Nations)族のことで、これらの部族はモンタナ州全体で7箇所あるインディアン居留地*で暮らしている。リトル・シェル・バンド族は州によっては上の部族に追加して認められており、国に承認されるための活動を続けている。

この授業では、モンタナ州の2つの部族、ブラックフット族とクロウ族の口頭伝承を紹介する。それぞれの部族の物語は、若い世代に部族の生活を伝えるために使用され、2つの部族に伝わる物語の違いは部族の慣習の違いを表しているといえる。ブラックフット族とクロウ族はどちらも平野部族ではあるが、全てのアメリカン・インディアンの部族がそれぞれの言語、文化、歴史、政治をもち、多様性があることを認識するのは重要である。各部族にはそれぞれに個性的な文化遺産があり、いわゆる“アメリカン・インディアン”としてひとくくりにはできないのだ。部族に伝わる物語の多くは今日も継承され、部族の伝統の一部となっているのである。

* インディアン居留地とは…アメリカ合衆国内務省が管理している、インディアン(アメリカの先住民)部族の領有する土地。

モンタナ州のアメリカン・インディアンについて(モンタナ州政府観光局): <https://vimeo.com/49771618>



部族の名前と彼ら自身の呼び名

- セイリッシュ / Sqelio
- ペンド=オレールズ / Qaeisp'e
- クーテネイ / Ksanka
- ブラックフット / Niitsitapi (Pikuni)
- チペワー / Annishinabe
- クリー / Ne-i-yak-wahk
- グロー=バント / A'aninin
- アシニボイン / Nakoda
- スー / Lakota, Dakota
- 北シャイアン / Tsisistas & So'taa'eo'o
- クロウ / Apsaalooke
- リトル・シェル・チペワ / Annishinabe and Metis

(画像はmontanatribes.orgより転載)

参考資料

天文分野の授業1:ひとつの星と、さまざまな物語



ブラックフット(Blackfeet)族

ブラックフット族の居留地はロッキー山脈の近くのモンタナ北西部にあり、グレイシャー国立公園との境に位置する。

ブラウニング町は1894年の居留地設置以来、ブラックフット族のインディアン保護事務所の本部として機能している。現在のブラックフット族の人々は、シクシカ(Siksika)族、カインイ(Kainah(Bloods))族、ピーガン(Piegans)族の子孫であり、アルゴンキン言語に属する言語を話している。部族の名前である「Blackfeet」は、彼らが履いている靴・モカシンの特徴的な黒色を指していると考えられている。ブラックフット族の領土は比較的隔離された場所にあったため、他の部族よりも遅れて19世紀後半に白人と遭遇することになった。

今日、部族の17,250人の登録者のうち9,000人が居留地またはその近くに住んでいる。彼らは自分自身を“最初の人”という意味のNiitsitapiと呼んでいる。

ブラックフット族について(モンタナ州政府教育局)
<https://vimeo.com/74325278> ※英語



クロウ(Crow)族

クロウ族の居留地は主に南中央モンタナのビッグ・ホーン郡にあり、南側がワイオミング州、東側が北部シャイアン居留地に接している。クロウ族の民は歴史的にマウンテンクロウ、リバークロウ、キッド・イン・ザ・ベリーズの3つのサブグループに分けることができる。クロウ族はミシシッピ川とウィネペグ湖地域の源流出身で、その土地は彼らの口頭伝承の「多くの湖の土地」として知られている。クロウ族はミサウリ川から西へ移動し、400年前にヒダーツァ(Hidatsa)族から分裂したアプサロケ(Apsaalooke)族の子孫とされている。

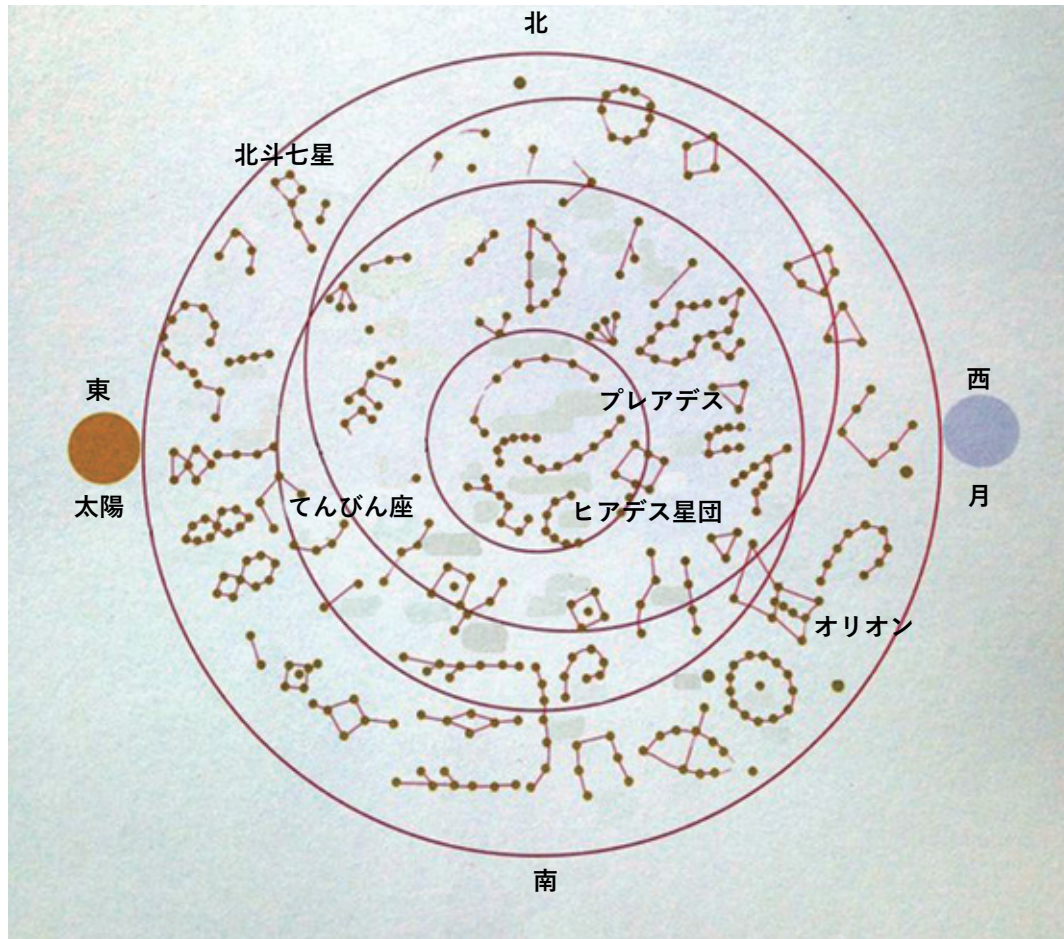
今日、部族の12,527人のメンバーのうち75%が居留地の近くに住み、85%が第一言語としてクロウ語を話す。彼らの名前、Apsaalookeには、“大きな鳥の子どもたち”という意味がある。

クロウ族について(モンタナ州政府教育局)
<https://youtu.be/N7fLb29bWM8> (25分40秒~26分50秒) ※英語

(画像はmontanatribes.orgより転載)

参考資料

天文分野の授業1:ひとつの星と、さまざまな物語



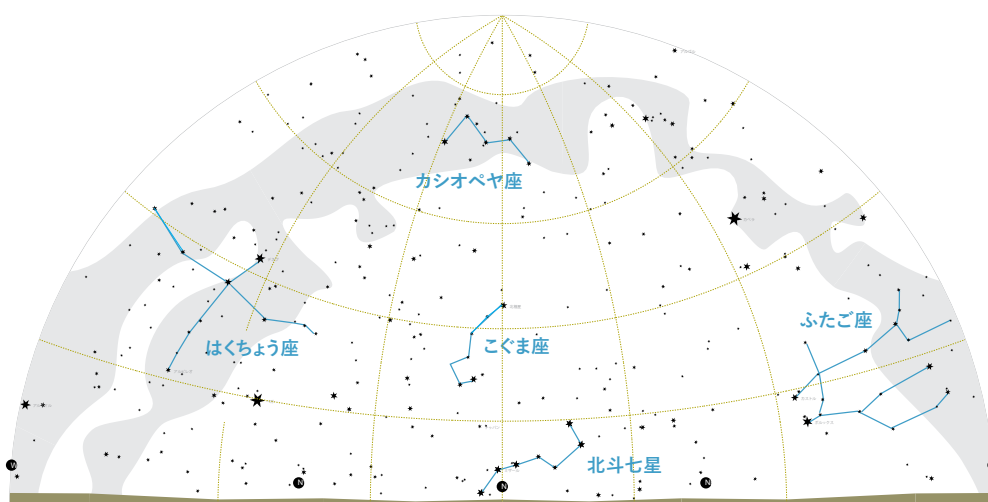
キトラ古墳(奈良県飛鳥村)で発見された天文図(7世紀)(画像はウィキペディアより転載)

1998年、日本の奈良県飛鳥村にあるキトラ古墳で天文図が発見された。この天文図は、現存する科学的な星図では世界最古のものと考えられている。68の星座が描かれていることと、天体の動きが3つの同心円で表されているのが特徴であり、ポラリス(北極星)は中心に描かれている。

世界各地で伝統と知識を次世代に伝えるために星座に基づいた物語が作り出された。太陽と月、目に見える惑星、星、星団に対して、それぞれの文化ごとに独自の名前と物語が存在する。これらの物語や名前は夜空に特徴的な星の並びが見られる時期に伝えられてゆく。アメリカン・インディアンの文化では、夜が長くて寒い冬の間には物語が伝承される。物語が新しい世代に引き継がれていくことで、多くの星の物語が今日まで受け継がれているのだ。

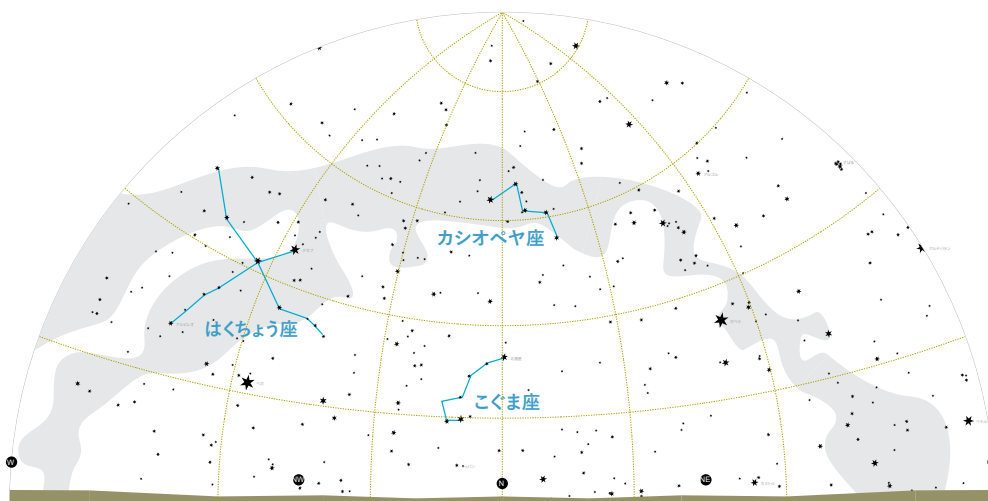
参考資料

天文分野の授業1:ひとつの星と、さまざまな物語



アメリカ モンタナ州 ボーズマン

[日時] 2017年12月01日 20時00分00秒 [月齢] 12.7



日本 熊本県 熊本市

[日時] 2017年12月01日 20時00分00秒 [月齢] 13

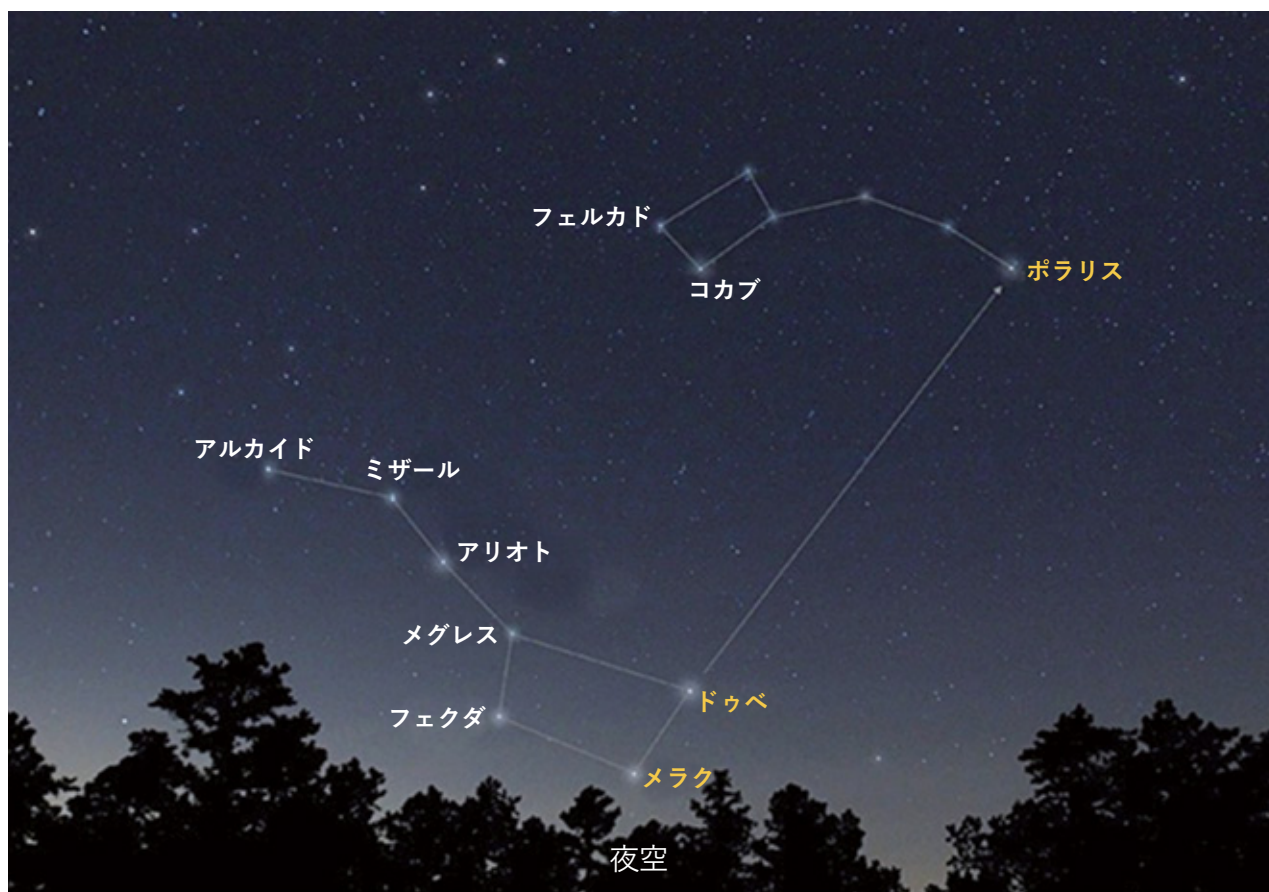
モンタナ州は赤道から北に45度付近、熊本県は赤道から北に32度付近の場所に位置している。この緯度の差によって熊本県とモンタナ州、2地点での星空には違いが生まれるのだ。熊本県の空でポラリス(北極星)は北の空の少し低いところで輝き、南の空に見える星たちのいくつかはモンタナ州からは見ることができない。

例えば北斗七星に注目すると、モンタナ州では1年を通して北斗七星を見ることができ、熊本県では冬の夜に北斗七星を見ることはできない。モンタナ州の星空と熊本県の星空は似ているように見えるが、季節によってどちらかでしか見られない星座があるなど多くの違いがある。このことはそれぞれの土地で語られる星の物語にも影響を及ぼしているのだ。

(画像はウェブサイト「星降るhoshifuru」より転載)

ワークシート

天文分野の授業1:ひとつの星と、さまざまな物語



星座／星	日本	ギリシャ	ブラックフット	クロウ
北斗七星・北極星	ひとつ星と北斗七星	おおぐま	固定された星	7匹の雄牛

星座

星座の歴史は古く、その多くはバビロニア人、エジプト人、アッシリア人によって作られたものです。これらの星座は貿易によって地域を移動する過程でギリシャへと持ち込まれ、そこで星座はギリシャの文化と神話に取り込まれていったのです。2世紀には、プトレマイオスは有名な本「Almagest(アルマゲスト)」に48の星座を

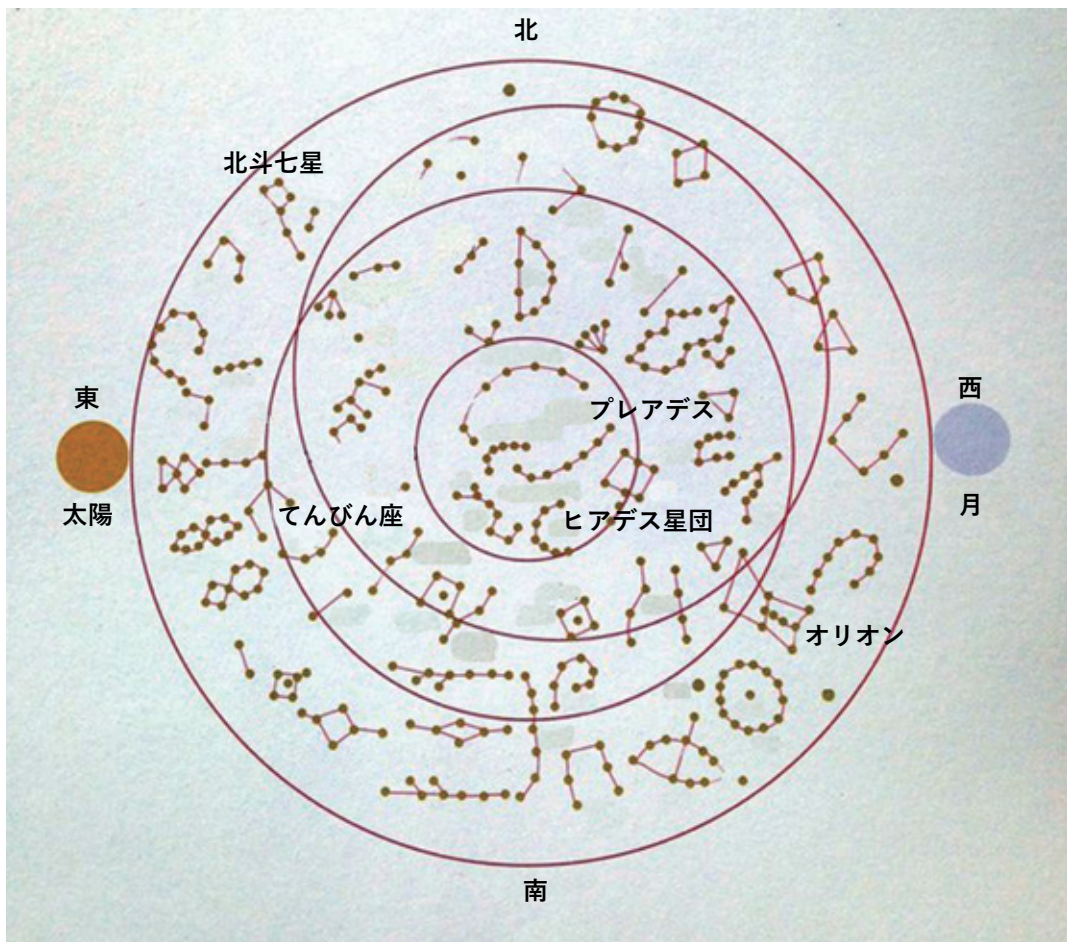
のせました。この48の星座は「プトレマイオス星座」とよばれ、そのほとんどが今日まで使われています。

現在、国際天文学連合が定める星座は88ありますが、名前と星座のはん囲を示す境界線だけが定められています。星座の形を構成する星座線(星と星をつなぐ線)に正式なものは存在しないのです。

(画像はウィキハウより転載)

ワークシート

天文分野の授業1:ひとつの星と、さまざまな物語



キトラ古墳(奈良県飛鳥村)で発見された天文図(7世紀)(画像はウィキペディアより転載)

1998年、日本の奈良県飛鳥村にあるキトラ古墳で天文図が発見されました。この天文図は、現存する科学的な星図では世界最古のものといわれています。68の星座がかかれていることと、天体の動きが3つの同心円で表されているのが特ちょうで、ポラリス(北極星)は中心にかかれています。

世界各地で伝統と知識を次世代に伝えるために星座に基づいた物語が作り出されました。太陽と月、目

に見えるわく星、星、星団※に対して、それぞれの文化ごとに独自の名前と物語が存在しています。これらの物語や名前は、夜空に特ちょう的な星の並びが見られる時期に伝えられていきます。アメリカン・インディアンの文化では、夜が長くて寒い冬の間には物語が伝承されます。物語が新しい世代に引きつがれていくことで、多くの星の物語が今日まで受けつがれているのです。

※星団とは…自ら光っている星が集まっているもの

ワークシート

天文分野の授業1:ひとつの星と、さまざまな物語

【ひとつ星と北斗七星】日本・静岡県

北斗七星は裕福な家の子どもでいつもいばっていました。しかし現在は貧しい家の子どもであるひとつ星が北天の中心になっていばっているため北斗七星は気に入りません。以前のようにいばりたい北斗七星はひとつ星をやっつけてやろうとねらっていますが、ひとつ星と北斗七星の間には番の星が回っているため北斗七星はひとつ星に手を出すことができないのです。この番の星というのはこぐま座のコカブとフェルカドのことを指します。

キーワード: ポラリス(北極星)、北斗七星、おおぐま座、こぐま座

【7匹の雄牛】Crow族

出典: “Montana Skies: Crow Astronomy” by Lynn Moroney, OPI (2011)

クロウ族の人々は夏に物語の伝承を行わないので、冬の最も深い、最も寒い時にだけこの物語が語られます。

物語の朗読動画: <https://youtu.be/nzMIjr1XP38>
※英語

むかしむかし、生まれたばかりの息子をもつ若い女性がいました。

しかし彼女は息子が生まれることを望んでいなかったため、あるとき息子を遠くの草原に置き去りにしてしまいました。

しばらくすると、置き去りにされた赤ちゃんの近くに7匹の水牛がやってきました。最初、水牛たちは赤ちゃんにちょっかいをかけて遊んでいましたが、水牛たちはだんだん赤ちゃんのことを大切に思うようになり、お世話をしたり多くのことを教えたりしました。この不思議な赤ちゃんは”バッファロー・ボーイ”とよばれるようになりました。

あるとき、水牛はバッファロー・ボーイに「骨折り」という特別な水牛がいて、彼にはとてもたくさんの妻がいる。彼女たちは君に水をあげようとするだろうが、そのときは必ず断るんだよ。」と警告しました。

しかしあるとき、骨折りの一番年上の妻がやってきて、いやがるバッファロー・ボーイのくちびるの上に水をのせて去っていきました。

骨折りの元にもどった一番年上の妻がバッファロー・ボーイに水を拒否されたことを伝えると、それを聞いて激怒した骨折りは水牛とバッファロー・ボーイのいるぎ式小屋にやってきました。

ワークシート

天文分野の授業1:ひとつの星と、さまざまな物語

7頭の水牛たちはバッファロー・ボーイを守ろうと骨折りと戦いましたがみんな骨を折られて死んでしまいました。

骨折りがバッファロー・ボーイにおそいかかったそのとき、バッファロー・ボーイは次々に水牛の弱点である“しり”や“さ骨”に矢を打ち込みました。戦いの末に骨折りはくずれ落ちるように死んでしまいました。

勝利したバッファロー・ボーイは、7頭の水牛たちを“治ゆ”と“じょう化”のぎ式でよみがえらせました。実は水牛たちはバッファロー・ボーイが特別な力を持っていて、彼がとても強いことをわかった上で外に飛び出していたのです。

水牛たちはバッファロー・ボーイが成長し、クロウ族の元に帰るべきときがきていることをさっしました。そしてバッファロー・ボーイとクロウ族の人々を永遠に見守りたいと考えていました。

そんな思いから7頭の水牛は空に上り、北斗七星の七つの星になりました。

水牛が星になった後バッファロー・ボーイは母親の元に戻りましたが、彼の母親が彼をこぼんだのでバッファロー・ボーイは家を出て、水牛たちを追いかけて空にのぼりしむことのない星になったのです。

その星は今ではポラリス(北極星)とよばれています。

キーワード: ポラリス(北極星)、北斗七星、
バッファロー、ぎ式小屋

ワークシート

天文分野の授業1:ひとつの星と、さまざまな物語

【固定された星】ブラックフット族

出典: “They Dance in the Sky: Native American Star Myths” by Jean Guard Monroe and Ray A. Williamson (1987)

ある夜、ブラックフット族の姉妹が小屋の外でねむっていました。

二人が夜明け前に目をさますと、東の空に明るい星がかがやいていました。

姉はその星を指差して

「あの星はとてもきれいな。私に向かってウインクしているように見えるし、あの星が夫になってくれたらどんなに素晴らしいことでしょう。」

と言いました。

太陽がのぼって1日が始まると姉妹は仕事のことで頭がいっぱいになり、二人とも夜にした話のことはすっかり忘れていました。

数日後、姉妹がまきを集めるために歩いていると、姉のまきを背負うためのストラップがこわれてしまいました。不思議なことに何度直してもストラップはこわれてしまいます。その様子を見ていた妹は

「先に行ってまきを降ろしてくるから、私をもどったら二人で手分けしてまきを運ぼうね。」

と言って一人で先に進んでいきました。

妹が行ってしまってから姉は自分を見つめる整った顔立ちの若い男性がいることに気づきました。姉は急いで立ち去ろうとしましたが、男性は姉を引き止めました。

「何かご用でしょうか。」

「あなたが私に夫になってほしいと言っていたので来ました。」

「変わった人ね。あなたのことをよく知らないのに夫にする理由がないわ。」

すると男性は笑って言いました。

「あの夜、あなたは空にいる私を見て夫にしたいといってくれたじゃないですか。私の名前は明け星、私はあなたを妻としてむかえるために来たのですよ。」

明け星が優しく姉の手を取り、「さあ目を閉じて」と言い聞かせながら彼女のかみに羽をさすと、二人は空へのぼっていきました。

姉が目を開けると、彼女は明け星の両親である太陽と月の家にいました。月は姉にクワを与えて、食べ物を集める方法とほってはいけぬカブのことを教えました。姉はなぜそのカブをほってはいけぬのか気になって仕方ありませんでした。

それから姉と明け星は空で幸せに暮らし、二人の間には子どもが生まれました。その一方姉の心の中ではほってはいけぬカブをほりたいという思いが日に日に強くなっていました。

ある日ついに姉はカブをほり出してしまいました。するとカブが抜けて残った穴から何かが動いているのが見えました。それは、姉が地上に残してきた故郷で暮らす人々の姿でした。それを見た姉はとてもさみしい気持ちになりました。

明け星は、引き抜かれたカブを見て言いました。「神聖なカブがぬかれて悲しみが空の国にきてしまったので、私はあなたを守ることができません。キャンプにもどってから、14日間、私たちの子が地面にふれないようにしてください。もしふれてしまったときは彼はホコリタケに変わり、私の元に帰って星になってしまうのです。」

ワークシート

天文分野の授業1:ひとつの星と、さまざまな物語

姉は明け星とはなれることを望んでいませんでしたが、ブラックフット族のキャンプにもどることになりました。

ブラックフット族のキャンプにもどった姉は赤ちゃんが地面にふれないように注意していましたが、14日目に姉が水をくみに行っている間に赤ちゃんは地面にふれてしまいホコリタケの姿になってしまいました。

その夜、新しい星が空で明るくかがやいていました。その星の正体は、姉がカブをぬいてできた空の穴でかがやいているホコリタケだったのです。ホコリタケは穴にすっぽりはまっているので空で決して動くことはありません。

ブラックフット族の人々はこの動くことのない明るい星(ポラリス:北極星)をFixed Star(固定された星)とよんでいます。

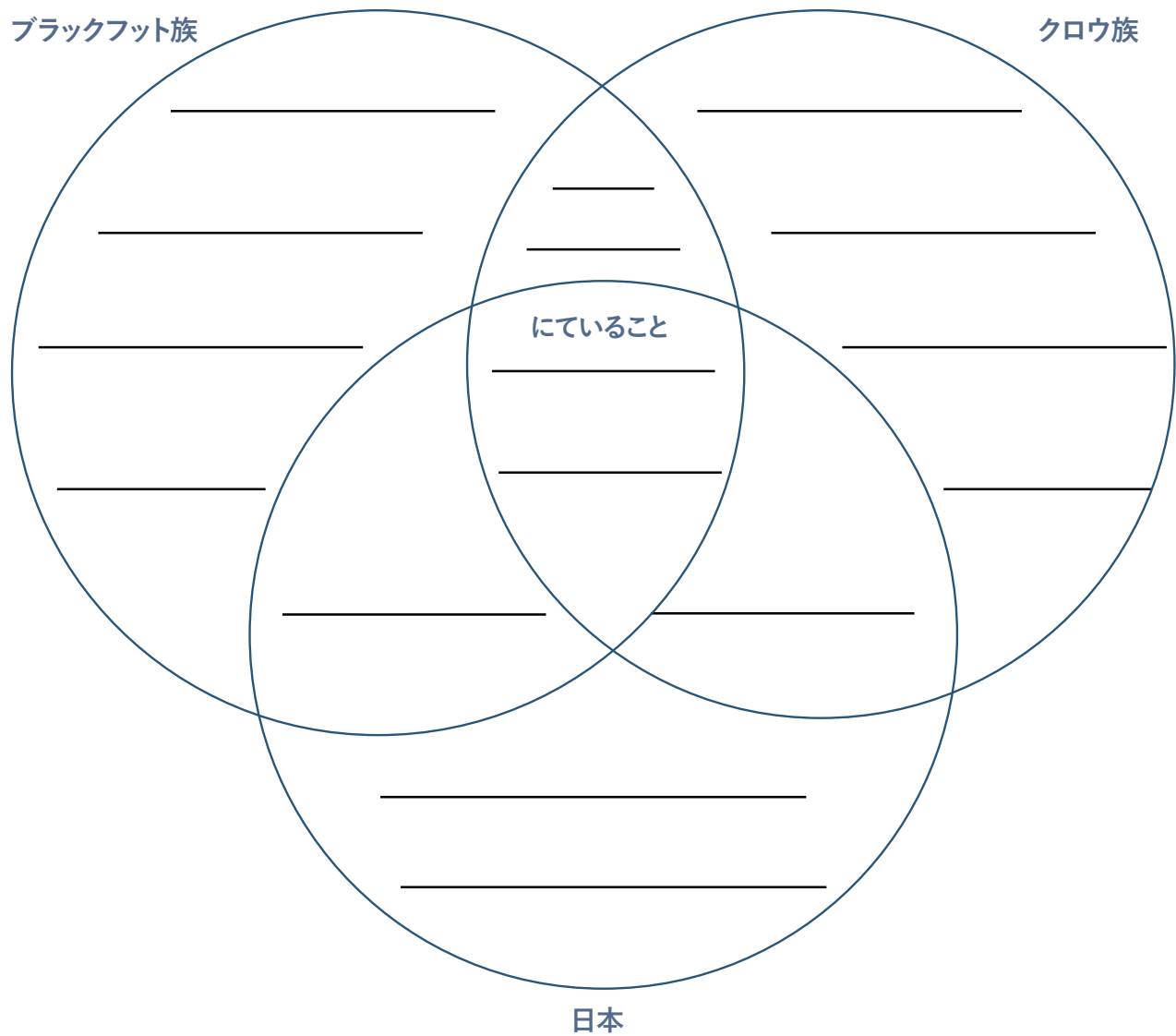
キーワード: 月、太陽、星、ポラリス(北極星)

ワークシート

天文分野の授業1：ひとつの星と、さまざまな物語

比べてみよう

日本・クロウ族・ブラックフット族それぞれに伝わる北斗七星の話をきいて、それぞれにしていることを円が重なっているところに、ちがうことは円が重なっていないところに書き込みましょう。





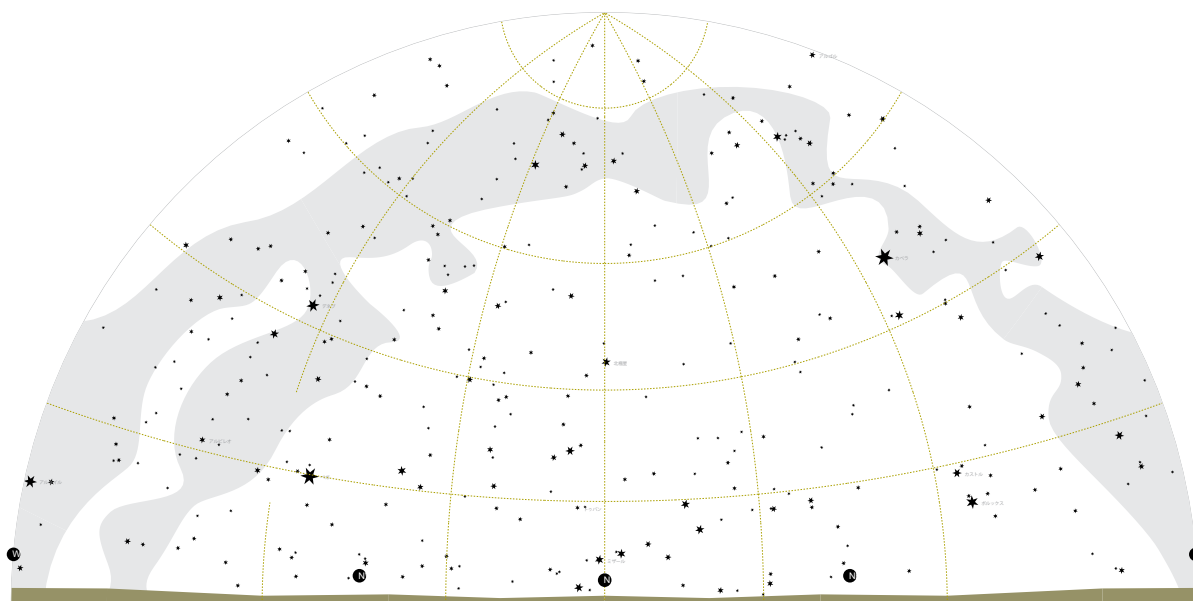
ワークシート 天文分野の授業1:ひとつの星と、さまざまな物語

私たちの文化や住んでいる場所が、星の物語にどのようなえいぎょうをあたえているのでしょうか。

ワークシート

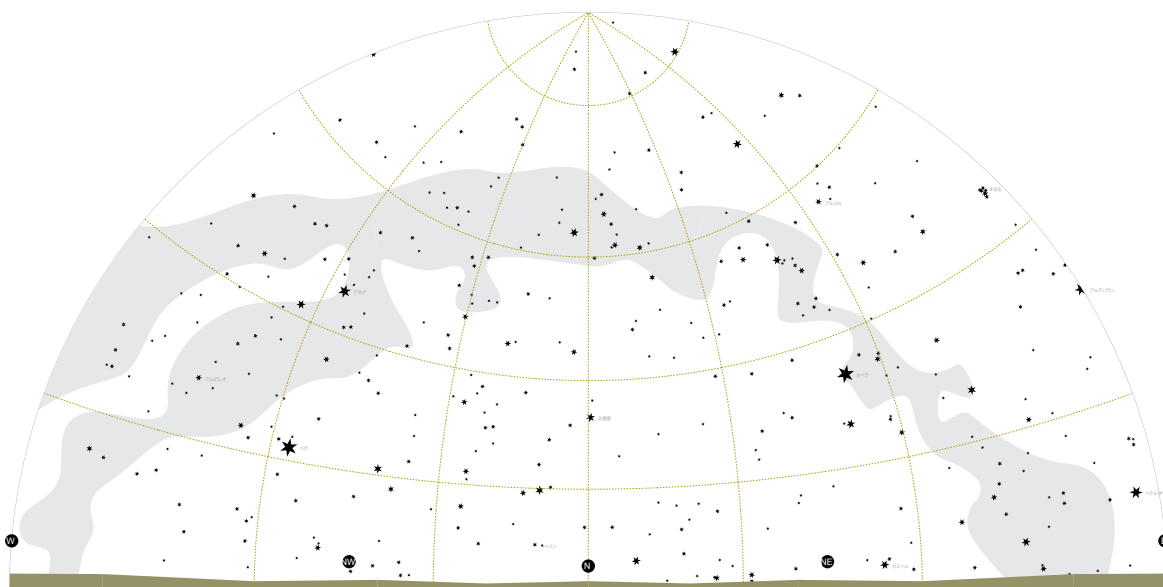
天文分野の授業1:ひとつの星と、さまざまな物語

星図を1つ選択し、星を結んで空に絵をかいてみましょう。



アメリカ モンタナ州 ボーズマン

[日時] 2017年12月01日 20時00分00秒 [月齢] 12.7



日本 熊本県 熊本市

[日時] 2017年12月01日 20時00分00秒 [月齢] 13

(画像はウェブサイト「星降るhoshifuru」より転載)



ワークシート


天文分野の授業1:ひとつの星と、さまざまな物語

物語をつくろう

星座の物語を自分でつくって、書いてみましょう。

2

天文分野の授業2
場所によって異なる星空



授業の手引き

天文分野の授業2:場所によって異なる星空

授業の目標

星図、星座早見、星の物語の学習を通して、観測する地点の緯度の違いによる星空の見え方の相違点や星座早見の使い方について理解を深めることができる。

段階的目標

1. 緯度が熊本県とモンタナ州の星空にどのように影響するかを説明できる。
2. 文化の違いによって、星座の物語にどのような違いが生まれるかを説明できる。
3. 星座早見を用いて、星座を見つけることができる。

評価

1. 話し合いの際に、質疑応答を通して緯度についての理解度を評価する。
2. 75ページのワークシートを用いて、さまざまな星の話の類似点や相違点を見つけられるかどうかを判定する。
3. 星座早見を作成した後、様々な日時に設定させて早見を正しく使用できるかどうかを評価する。

教材

- プレゼンテーション資料(プロジェクトHPよりダウンロード)
- 星座早見のコピー (p.76 - 79, 1人につき熊本とモンタナの2種類あり)
- ワークシートのコピー (p.70 - 75, 人数分)

準備

- ワークシートを児童の人数分コピーする。
 - 星座早見作成のための時間が確保できない場合は、事前に以下の準備が必要である。
1. 星座早見が印刷されたページを厚紙にコピーする。(コピー用紙などの薄い紙を使用すると、円盤を回すなどの動作が難しくなることに留意すること。)
 2. 星座早見の枠になるパーツ(ピンク色)切り抜く。内側の白い部分はカッター等を使用して切り抜く。
 3. 円盤のパーツも同様にして切り抜く。(時間に余裕があれば児童による切り取りも可。)

授業の手引き

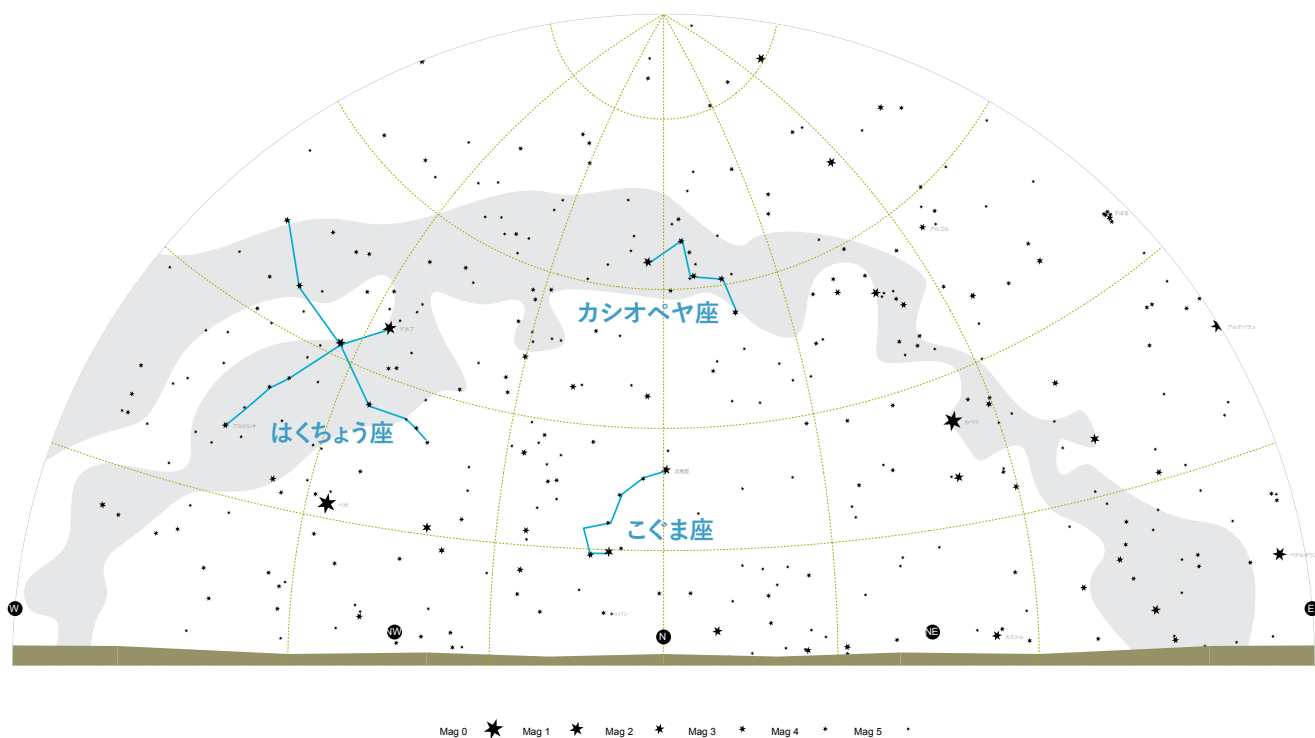
天文分野の授業2: 場所によって異なる星空

授業の展開

学習活動	期待される児童の反応／ 教師による指示・応答	目標／評価方法
配布された熊本県とモンタナ州それぞれの星図で3つの星座を探す。熊本県とモンタナ州の星図はなぜ異なっているのかを考える。	星座を見分ける手助けが必要になると予想される。児童には2つの星図の違いを見つけやすくするために直接的な発問を行う。	緯度について学ぶ機会となる。ワークシートと世界地図を見せ、モンタナ州(北緯45度)と熊本県(北緯32度)がどこにあるかわかる。
熊本市・御所浦島・イカラカ・イエローストーン国立公園の星空の写真を観察する。	プレゼンテーションを用いて各地域の星座を見せる。比較のポイントとして、見える星の数に注目するよう指導する。	街から離れたところなら星をもっと見ることができるかどうかについて話し合う機会を与える。
プレアデス星団の写真を見せた後、星図上でプレアデス星団を探す。	プレアデス星団を星座として認識することが予想される。	星図の違いを強調し、同じ星座でも異なる位置に見えていることに気づく。
日本とブラックフット族、それぞれのプレアデス星団の物語を読む。読み終わったら、2つの物語の類似点・相違点をワークシートに記入する。	相違点を共有し、話し合いを促す。	文化の違いがどのように星座の物語に影響を与えているかを話し合う機会を与える。
準備した星座早見のパーツを配布し、組み立てる。早見の作成後、星座早見の使い方を理解する。	組み立てが困難な児童がいることが予想されるので、あらかじめ見本を作成しておく。	教師が児童に背景の情報から学んだことを応用させる機会を提供する。
自宅で星座早見を使って星を探す。	授業の翌日に、見つけた星を星座早見を使いながら共有する。	この授業を星座早見に含まれる星座と星の色/明るさの要素が組み込まれている「天文分野 授業3」に結びつける。

参考資料

天文分野の授業2:場所によって異なる星空



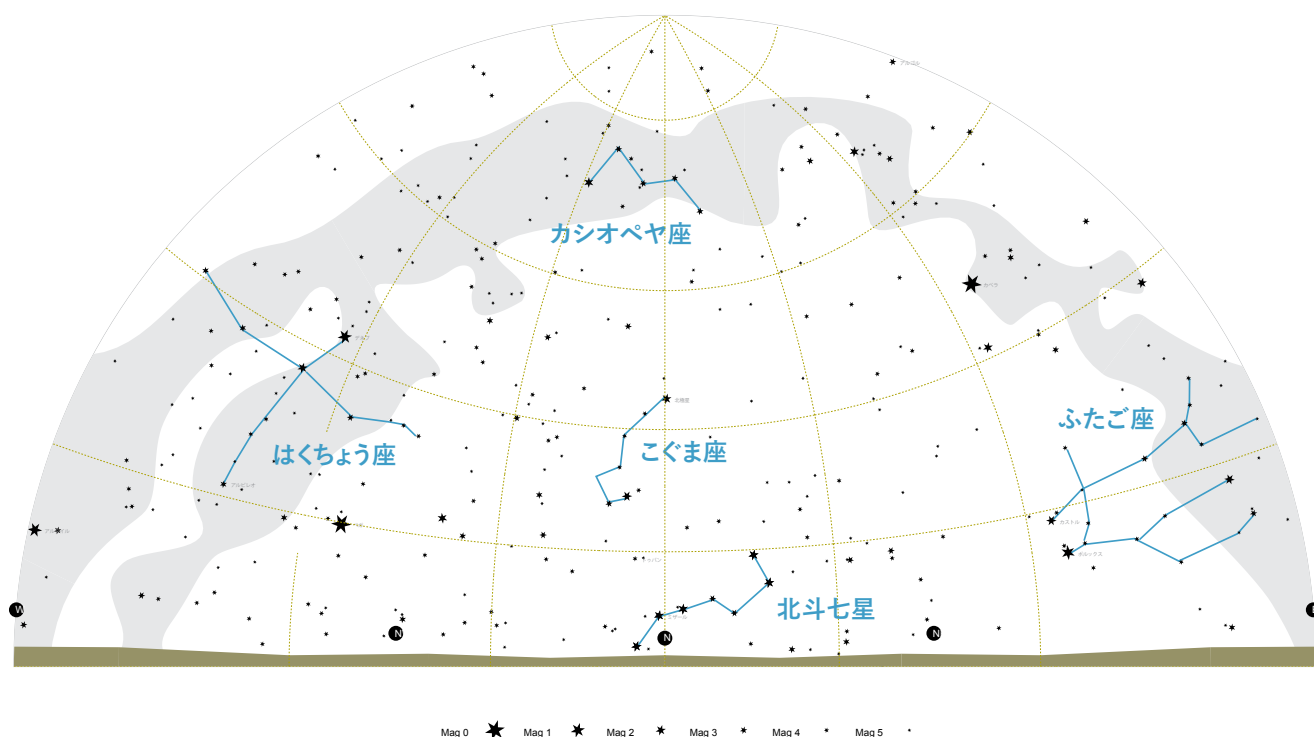
2017年12月1日、20時の熊本県熊本市の星空(日本)

(画像はウェブサイト「星降るhoshifuru」より転載)

モンタナ州は赤道から北に45度付近、熊本県は赤道から北に32度付近の場所に位置している。この緯度の差によって熊本県とモンタナ州、2地点での星空には違いが生まれるのだ。熊本県の空でポラリス(北極星)は北の空の少し低いところで輝き、南の空に見える星たちのいくつかはモンタナ州からは見ることができない。

参考資料

天文分野の授業2:場所によって異なる星空



2017年12月1日、20時のモンタナ州ボーズマンの星空(アメリカ)

(画像はウェブサイト「星降るhoshifuru」より転載)

例えば、北斗七星に注目すると、モンタナ州では一年中北斗七星を見ることができ、熊本県では冬の夜に北斗七星を見ることはできない。モンタナ州の星空と熊本県の星空は似ているように見えるが、季節によってどちらかで見られない星座があるなど多くの違いがある。このことはそれぞれの土地で語られる星の物語にも影響を及ぼしているのだ。

参考資料

天文分野の授業2:場所によって異なる星空

プレアデス星団について

			
	日本(沖縄)	ギリシャ	モンタナ (ブラックフット族)
プレアデス星団	ムリカブシ	プレアデス七姉妹	束ねられた星

プレアデス星団は地球から約410光年離れている、およそ400もの星が含まれている天体であり、プレアデス星団にまつわる物語としては“プレアデス七姉妹”というギリシャ神話が紹介されることが多い。

日本ではプレアデス星団よりも日本語での通称である“すばる”という呼び名の方が馴染み深いという人も多いだろう。また、モンタナ州でも多くの人々が愛用している自動車のSUBARUのエンブレムはプレアデス星団がモチーフとなっている。



アメリカン・インディアンの中には子どもや若者の視力検査の目安として使っている部族もいる。プレアデス星団の中に星が7つ以上見える人は抜群に視力が良く、星が6つに見える人は平均的な視力…となり近視の可能性は小さいと考えられる。

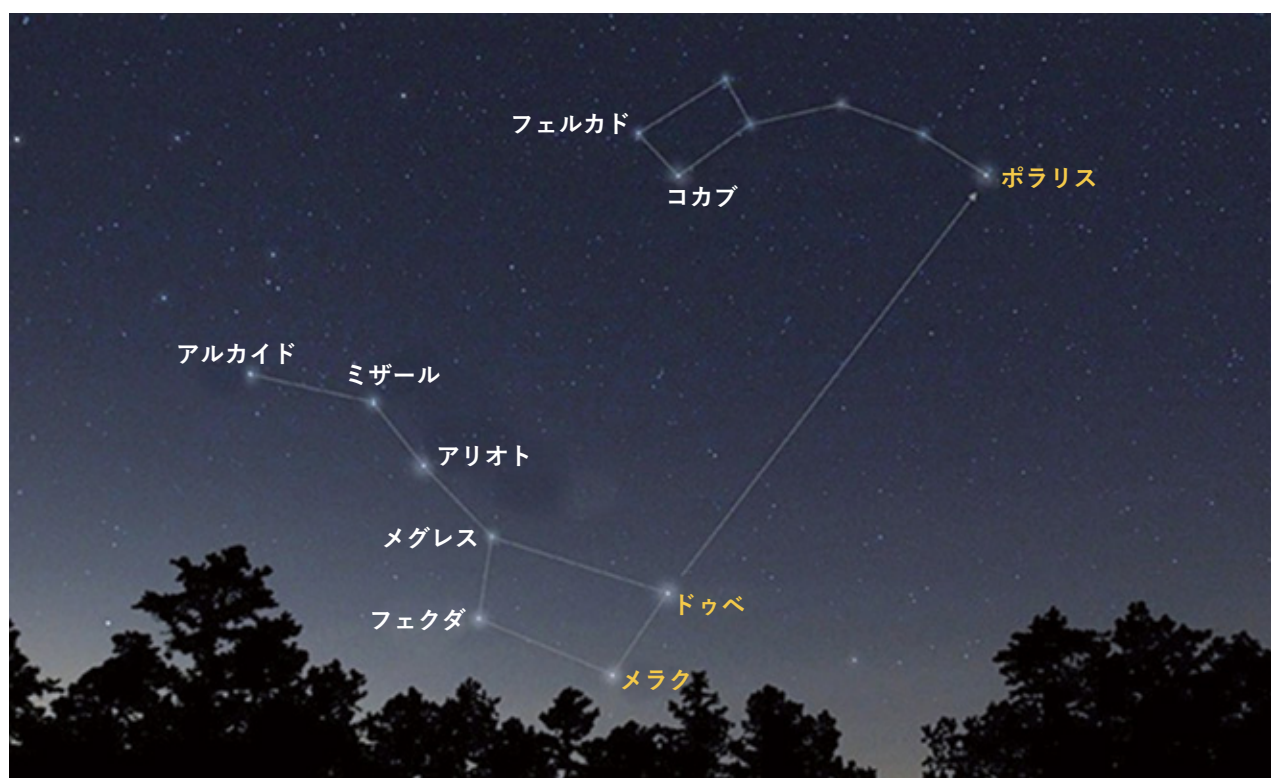
この試験によって語り手の長老たちは、若者が狩人の素質を持っているかどうかを見抜くのだ。遠いところまで見ることが出来る狩人たちは、部族にとって大切な存在なのである。

(すべての画像はウィキペディアより転載)

参考資料

天文分野の授業2:場所によって異なる星空

星座早見について



北極星など(ウィキペディアより転載)

この授業ではモンタナ州の星空と熊本県の星空を表す2種類の星座早見の準備が必要である。

1. 星座早見が印刷されたページを厚紙にコピーする(コピー用紙などの薄い紙を使用すると、円盤を回すなどの動作が難しくなる)。
2. 星座早見の枠になるパーツ(ピンク色)を切り抜く。内側の白い部分はカッター等を使用して切り抜く。
3. 円盤のパーツも同様にして切り抜く。
(授業時間に余裕がある場合は、児童に切り取らせてもよい。)

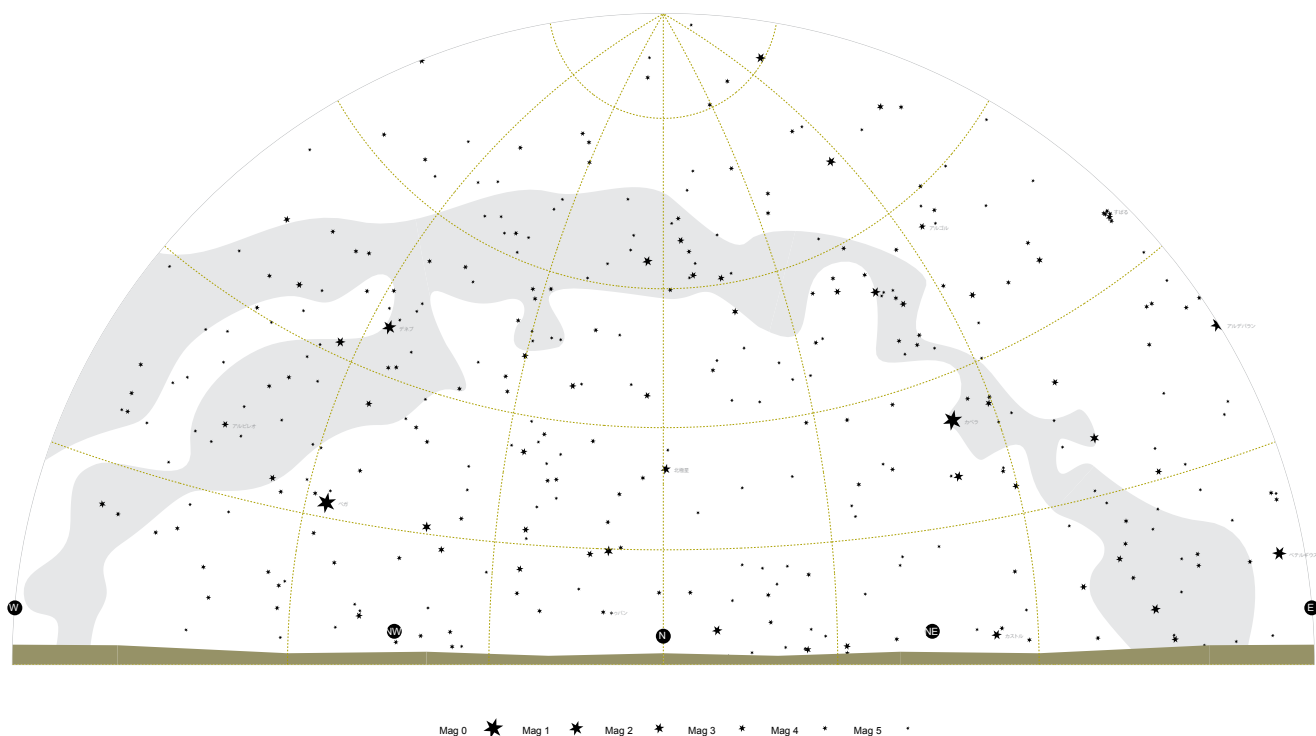
注:星座早見の円盤が回しにくい場合、または円盤が上手くはまらないときには枠に少し切れ込みを入れるとよい。

星座早見を使うときには、観察したい日付の目盛り(星図が描かれた円盤の縁に書かれている数字)と観察したい時間の目盛り(枠に書かれているもの)を合わせる。星座早見の枠の窓から見えている部分が合わせた日時の星空であり、窓の縁の部分は地平線を表している。

実際に見えている星を調べるときには、まず方位磁針などで自分が向いている方位を知り、星座早見を自分が向いている方位の文字が下にくるようにして持ち上げて使う。

ワークシート

天文分野の授業2:場所によって異なる星空



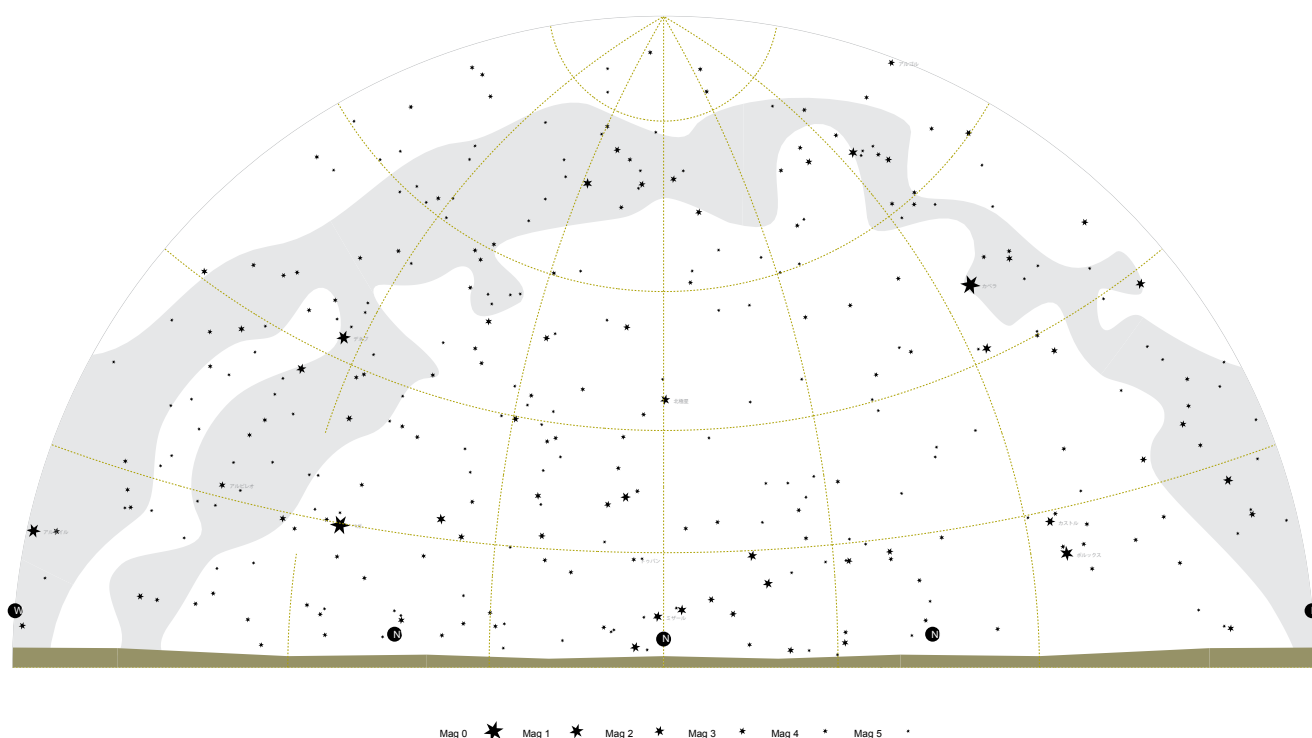
2017年12月1日、20時の熊本県熊本市の星空(日本)

(画像はウェブサイト「星降るhoshifuru」より転載)

モンタナ州は赤道から北に45度付近、熊本県は赤道から北に32度付近の場所に位置しています。この緯度(いど)の差によって熊本県とモンタナ州、2地点での星空にはちがいが生まれています。熊本県の空でポラリス(北極星)は北の空の少し低いところがかがやいていて、南の空に見える星たちのいくつかはモンタナ州からは見えないものなのです。

ワークシート

天文分野の授業2:場所によって異なる星空

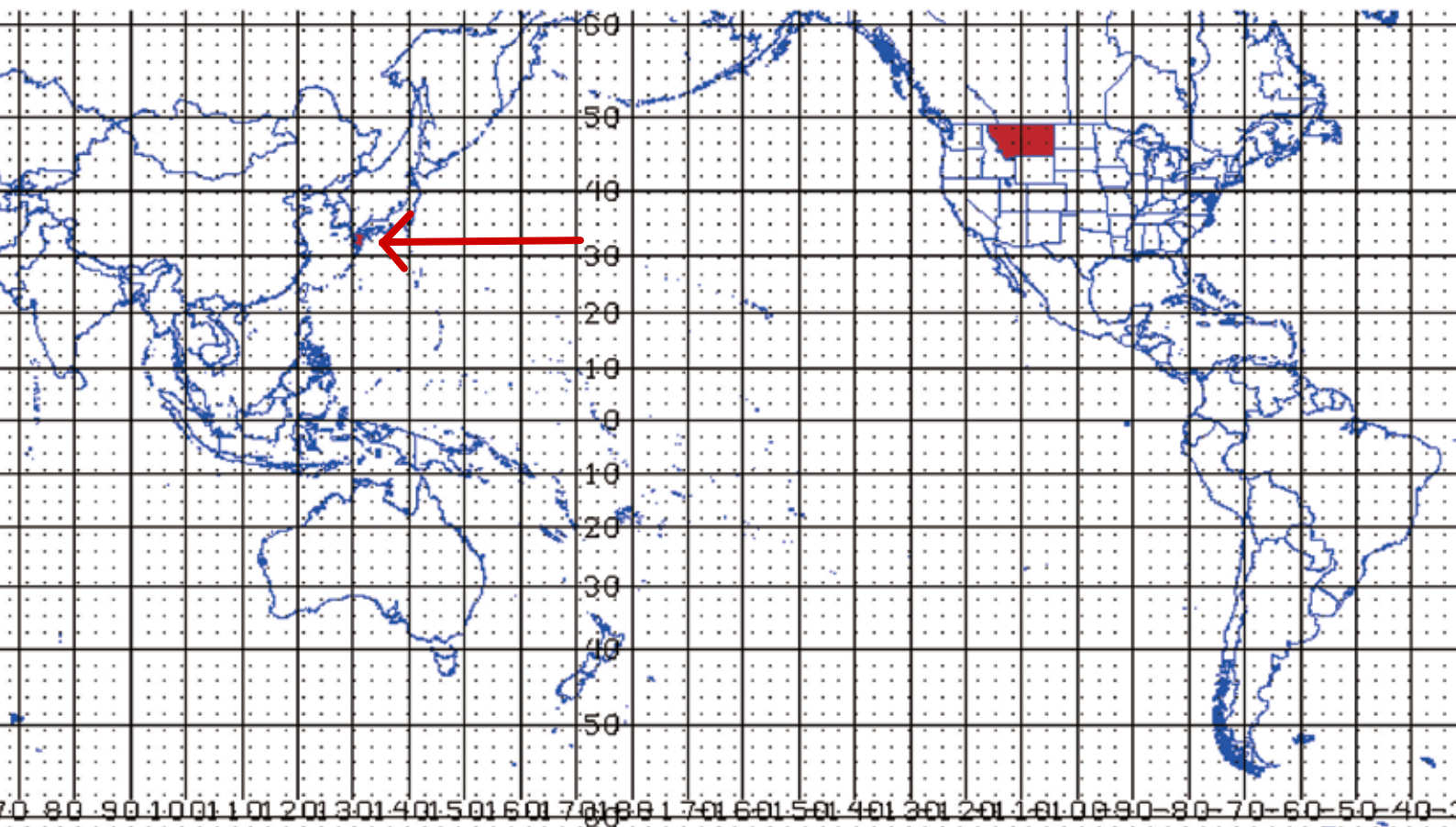


2017年12月1日、20時のモンタナ州ボーズマンの星空(アメリカ)

(画像はウェブサイト「星降るhoshifuru」より転載)

例えば、北斗七星に注目してみましょう。モンタナ州では1年中北斗七星を見ることができますが、熊本県では冬の夜に北斗七星(ほくとしちせい)を見ることはできません。モンタナ州の星空と熊本県の星空はにているように見えますが、季節によってどちらかでしか見ることのできない星座があるなど多くのちがいがあるのです。このことは、それぞれの土地で語られる星の物語にもえいきょうをおよぼしています。

ワークシート 天文分野の授業2:場所によって異なる星空



(画像はアメリカ海洋大気庁より)

各地域の緯度と経度

モンタナ州ボーズマン: 45.6770° N, 111.0429° W
モンタナ州イカラカ: 45.8889° N, 104.5527° W

熊本県熊本市: 32.8031° N, 130.7079° E
熊本県天草市御所浦島: 32.4667° N, 130.2000° E

プレアデス星団はおうし座に位置する星団*です。プレアデス星団にまつわる物語はギリシャ神話に登場する七姉妹のお話が語られることが多いですが、他の場所では異なる物語が伝えられています。プレアデス星団はモンタナ州に暮らすブラックフット族には“束ねられた星々”として、日本の沖縄には“むりかぶし”としてそれぞれ異なる物語が伝わっています。

※星団とは…自ら光っている星が集まっているもの

ワークシート

天文分野の授業2:場所によって異なる星空

【人々を見守る“むりかぶし”】 日本(沖縄)

昔々、ある島に住む人々は税として沢山の食料を納めなければならず、食べるものに苦労していました。それを見た天の王様はニシナナチイブシイとハイナナチイブシイに島を治めて人々を幸せにするように命じました。しかしニシナナチイブシイとハイナナチイブシイはそれを断ったので空のすみに追いやられ、北斗七星・南斗六星となりました。

そのとき小さなムリカブシが自ら島を治めると手を挙げたのです。島を治めることになったムリカブシは、島全体がよく見えるように天頂を通して空を動くことにしました。そして島の人々はムリカブシのいる位置を見て農作業の計画を立てました。すると人々はたくさんの麦を収穫できるようになり、うえることもなく、みんな幸せに暮らせるようになったのです。現在私たちはムリカブシのことをプレアデス星団、またはすばると呼んでいます。

キーワード: プレアデス星団、緯度、天頂

【Bunched Stars ~束ねられた星々~】ブラックフット族

出典: “Montana Skies” by Lynn Moroney, Office of Public Instruction (2011)

ブラックフット族の人々は夏に物語の伝承を行わないので、冬の最も深く、最も寒い時にだけこの物語が語られます。

物語の朗読童話: <https://youtu.be/DUKZdEocUzY>
※英語

あるところに父親、母親、6人の男の子の貧しい家族が暮らしていました。当時、ブラックフット族には毎年春になると子どもたちのためにバッファローの皮から黄色いローブを作る風習がありました。

しかし6人兄弟の家は貧しかったので、兄弟たちはいつも古い茶色のローブを着ていました。それを同じキャンプに住む他の子どもたちがみすぼらしいとからかうので兄弟たちはいつもつらい思いをしていました。

ある年の春、他の子どもたちからの仕打ちについてたえられなくなった兄弟たちは空の国に行くことにしました。

長男の不思議なぎ式で空の国に着いた兄弟たちは、年老いた姿をした太陽とその妻の姿をした月に出会いました。

月が空に来た理由をたずねると、兄弟たちは次々につらい思いをうたえました。

その話をきいて太陽は「じゃあ君たちは私に何をしてほしいのだ?」とたずねました。

兄弟たちは「僕らにひどい仕打ちをしてきた人々をこらしめるために、人々から水を7日間うばってください。」と応えました。

ワークシート

天文分野の授業2:場所によって異なる星空

太陽は初めはうなずきませんでしたが、6人兄弟に同情した月に説得されて願いをかなえることにしました。

その翌日から地球は、どこもかしこも強れつな暑さに見まわられました。川や湖はかんそうして砂地になってしまい、どこを探しても水がみつからなくなってしまったのです。

人々は穴をほってなんとかその中で暮らしていましたが、日に日に地球の気温は上がっていきました。

地球が暑くなって6日目に、不思議な力を持っている犬が太陽と月に届くよう大きな声でほえ、「太陽よ月よ、私たちを助けてください。」といのりました。そして7日目、太陽と月は雨を降らせ、地球に水がもどってきたのでした。

あの7日間以来、6人兄弟は空に住んでいます。兄弟たちはたがいに身をよせ合っていて、“Bunched Stars”(束ねられた星)とよばれる星の家族を作っています。秋・冬・春には親指でかくせてしまうほど密集しているBunched Starsを見つけることができますが、夏にはその姿を見ることができません。今も兄弟たちが地上からいなくなる季節である夏からバッファローの出産が終わる9月ごろまで、モンタナの大地は暑くかわいているのです。

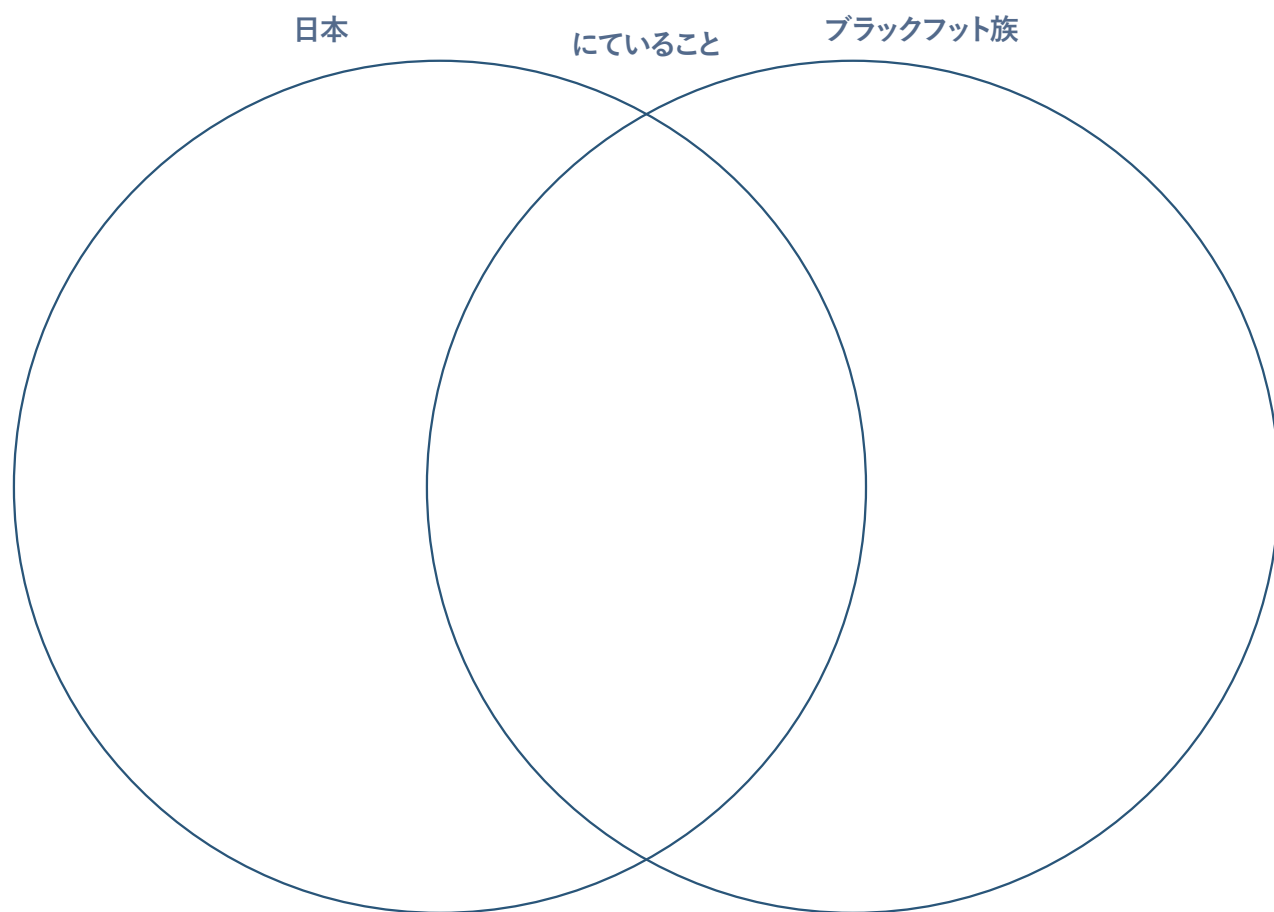
キーワード: 太陽、月、地球

ワークシート

天文分野の授業2:場所によって異なる星空

比べてみよう

日本(沖縄)とモンタナ州のブラックフット族に伝わるプレアデス星団の物語を聞いて、それぞれの円の中にメモをとりましょう。2つの物語でにていることは円が重なっている部分に書き出しましょう。異なっていると思うことは、円の重なっていないところに書き込みましょう。



Our Home, Our World

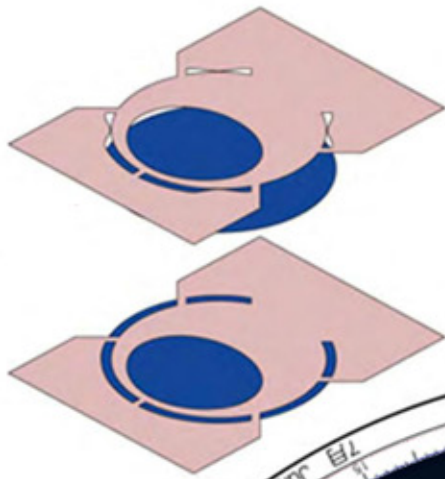
私たちのふるさと、私たちの世界



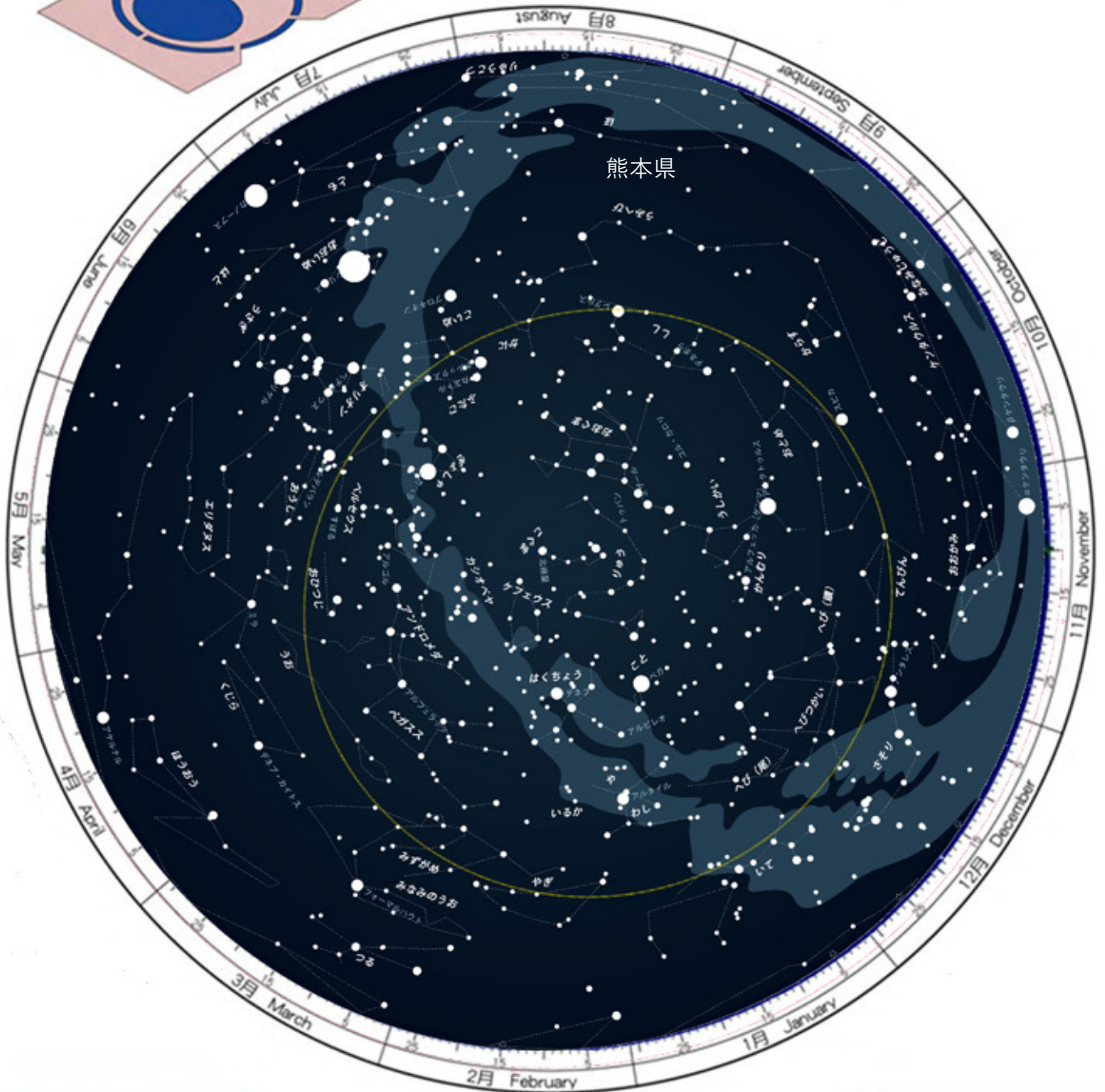
Kumamoto



星座早見(熊本版)
Personal Star Chart



1. 星座早見が印刷されたページを厚紙にコピーします。
2. 星座早見の枠になるパーツを切り抜きます。内側の白い部はカッター等を使用して切り抜いてください。円ばんのパーツも同様にして切り抜きます。
3. 枠のみぞに円ばんのパーツをはめ込みます。

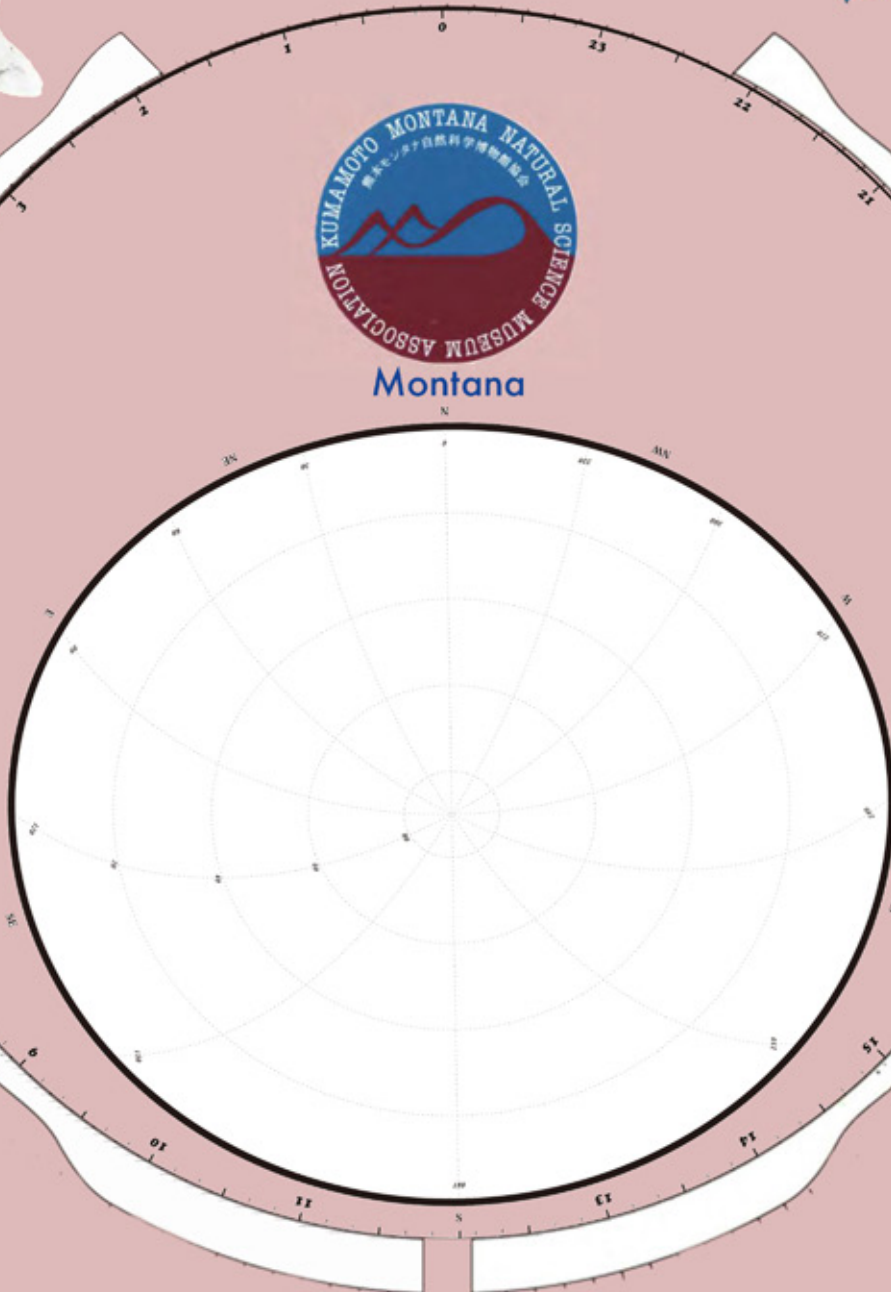


星座早見を使うときには、観察したい日付の目盛り(星図が描かれた円ばんのふちに書かれています)と観察したい時間の目盛り(枠に書かれています)を合わせます。星座早見の枠の窓から見えている部分が合わせた日時の星空で、窓のふちの部分は地平線を表しています。



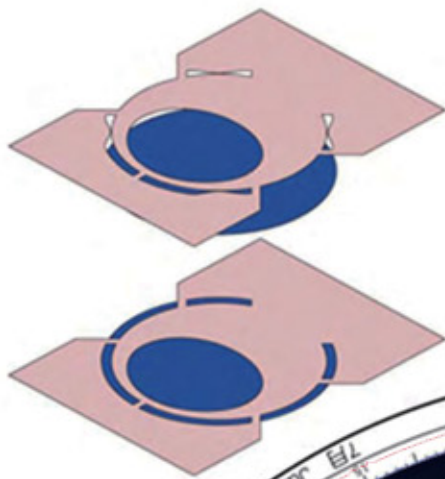
Our Home, Our World

私たちのふるさと、私たちの世界

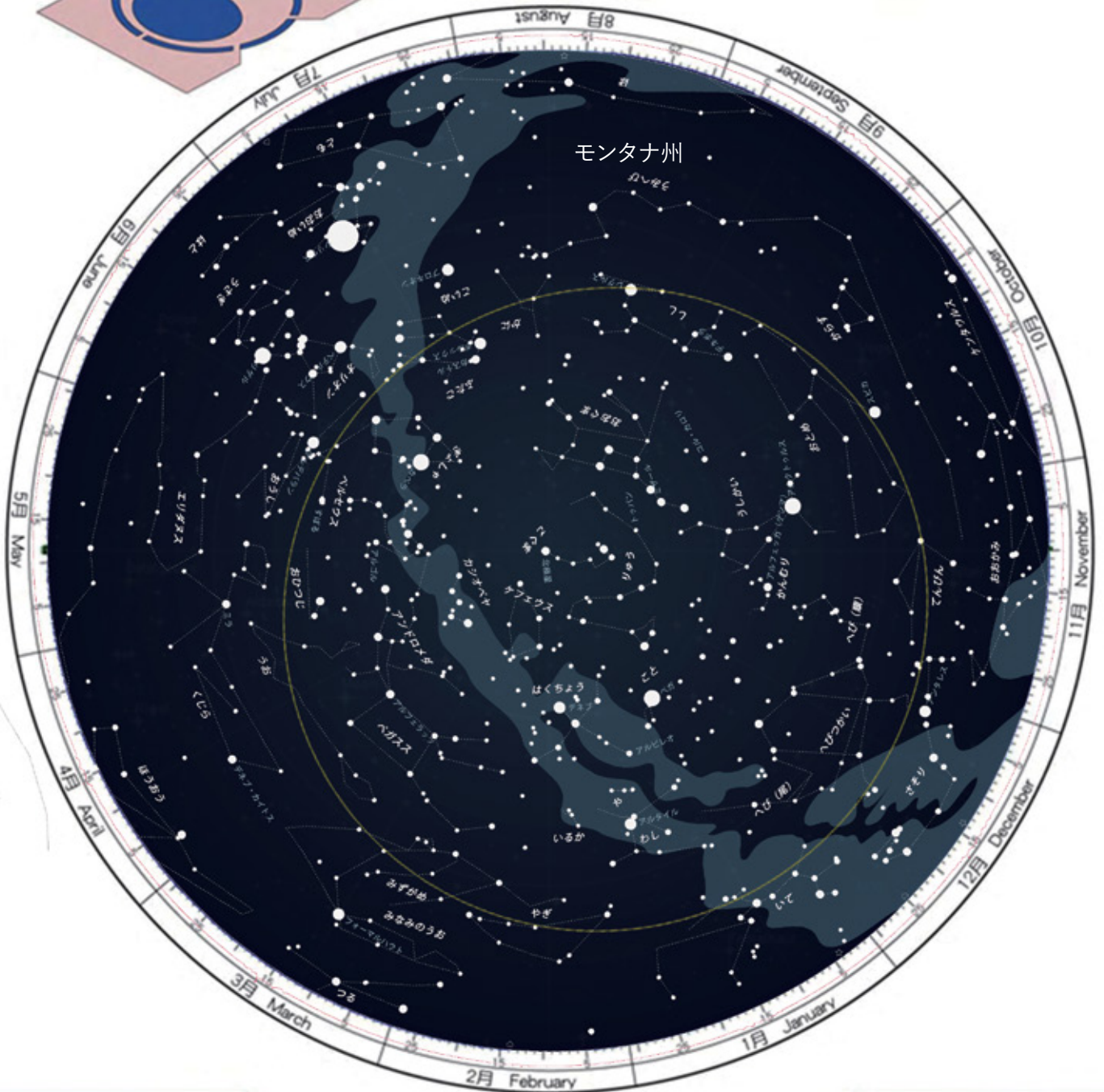


星座早見 (モンタナ版)
Personal Star Chart





1. 星座早見が印刷されたページを厚紙にコピーします。
2. 星座早見の枠になる部分を切り抜きます。内側の白い部分はカッター等を使用して切り抜いてください。円ばんのパーツも同様に切り抜きます。
3. 枠のみぞに円ばんのパーツをはめ込みます。



星座早見を使うときには、観察したい日付の目盛り(星図が描かれた円ばんのふちに書かれています)と観察したい時間の目盛り(枠に書かれています)を合わせます。星座早見の枠の窓から見えている部分が合わせた日時の星空で、窓のふちの部分は地平線を表しています。



3

天文分野の授業3
星の色と、星の分類

授業の手引き

天文分野の授業3:星の色と、星の分類

授業の目標

オリオン座に着目し、星の色・大きさ・明るさ・地球からの距離といった科学的な概念に関する学習を通して、星に関する理解や星の物語・伝承に関する学びを深める。

段階的目標

1. 星座の物語が文化の違いによってどのように異なるかを理解する。
2. なぜ様々な色の星があるのか理由を説明できる。
3. 星の明るさが、星の種類や地球からの距離にどのように関係しているかを話し合う。

評価

1. ワークシートを使用して、さまざまな星の物語の相違点や類似点を見つけられるか確認する。
2. オリオン座の7つの星について話し合う中で、星の色と種類についての理解を確認するために、それぞれの星に情報を書き込む。
3. オリオン座の星に情報を書き込む作業によって、オリオン座の星の大きさや明るさへの理解を評価する。

教材

- ワークシートのコピー（p.88 - 93, 人数分）
- 映像資料（インターネットよりダウンロード）

準備

- ワークシートを児童の人数分コピーする。
- 以下の映像を用意する。
 - 星の明るさや大きさについて <https://youtu.be/Zo-sKzMWYFA> ※英語
 - 星の大きさや温度、色について https://youtu.be/2PO_jMgmLvs ※英語
 - 星座と星までの距離 http://www2.nhk.or.jp/school/movie/clip.cgi?das_id=D0005400151_00000
 - 星の色 http://www2.nhk.or.jp/school/movie/clip.cgi?das_id=D0005400149_00000

授業の手引き

天文分野の授業3:星の色と、星の分類

授業の展開

学習活動	期待される児童の反応／ 教師による指示・応答	目標／評価方法
日本とクロウ族、それぞれに伝わるオリオン座の物語を学ぶ。2つの物語の相違点と類似点をワークシートにまとめる。	相違点と類似点を共有するように促す。	文化によって星の話がどのように異なるかを学ぶ。日本の物語はベテルギウスとリゲルに焦点を当てているのに対し、クロウ族の物語はオリオンのベルトにあたる3つの星を使っていることを示す。
星の明るさに関する映像を視聴する。H-R(ヘルツシュプリング-ラッセル)図を使用して、ベテルギウスを含む様々な星の性質を比較する。	なぜベテルギウスが赤色でリゲルが青色であるのかという質問から、日本のオリオン座の物語へと繋ぎ、2つの星の色の違いは温度によるものと伝える。	星の色、大きさ、明るさの間に必ず相関関係があるわけではないことを示す。
オリオン座の星の特徴をまとめた表を用いて、星の色と見かけの大きさ(または明るさ)を確認する。	児童が等級の説明を必要とすることが予想される。	オリオンの星の表を導入し、星の明るさと星までの距離の関係を議論する機会を与える。
星の性質に関する動画を見る。オリオン座の星の特徴の表をもう一度みて、それぞれの星の温度と大きさ/種類を確認する。	星の種類と大きさを結びつけるための説明が必要であることが予想される。	先の議論をふまえてオリオンの星を比較する機会を作る。
表を見ながら、「オリオン座の主な星たち」のワークシートにオリオン座の7つ星の名前を書き込み、色を塗る。	星の名前の意味、位置、大きさをヒントにするよう説明する。	星がどのように分類されるかという概念をより理解する機会を与える。
ベテルギウスがなぜ赤いのか、ワークシートの星がなぜ異なるサイズでかかれているのかを考える。	児童が自身の回答を周りと共有し、ベテルギウスはなぜ赤いのか、ワークシートの星がなぜ異なるサイズでかかれているのかを質問する。学習したことについて話し合うように促す。	授業の理解度をはかり、質問に対応する。

参考資料

天文分野の授業3:星の色と、星の分類

星の色と明るさ

星の色はその星の表面温度に依存し、表面温度は星の年齢や質量によって決定される。ヘルツシュプルング-ラッセル(H-R)図は星の表面温度(色)を横軸に、星の明るさ(絶対等級)を縦軸にプロットしたグラフである。グラフ上の星は主系列星(しゅけいれつせい:太陽のような星)、巨星と超巨星、白色矮星に分類される。

電磁波や音波などの波長や種類ごとの強度分布はスペクトルとよばれ、星の光のスペクトルを作成すると、星の色が温度によってどのように変化するかを知ることができる。

星の光のスペクトルを見ると、どのような種類の光が、どれくらい強く放射されているかを見ることができる。星の光は、放射体の温度だけでスペクトルの形状が変化する「黒体放射スペクトル」というものに近いられている。高温の星は青色光の成分を多く有し、低温の星はより多くの赤色光成分を有しているのだ。この性質のために星の色は温度によって決定されるのである。

オリオン座の左肩にあたる部分に、明るい赤い星ベテルギウスがある。ベテルギウスは赤色巨星と呼ばれる星の仲間で、太陽の1,000倍大きく、10万倍明るい星として知られている。

星の明るさを示す単位には「等級」というものがあり、値が小さくなるほど明るい天体であることを示す。ここでは2種類の「等級」を紹介する。

1つは地球から見た星の明るさである「見かけの等級」。私たちが通常使用する等級はこの見かけの等級であることがほとんどである。しかしこれは地球から見た星の明るさを示すので、実際の星の明るさとは異なっている。星座を作る星の中で最も見かけの等級が小さい(明るい)星はおおいぬ座のシリウス(-1.46等級)である。

もう一つは「絶対等級」である。これは天体が観測者から10pc(約3.26光年)の距離に位置していると仮定した場合の明るさを表すものである。距離による明るさの変化を考慮しなくてよいので、星の本来の明るさを反映した等級になる。例えば、太陽は地球に非常に近い天体であり見かけの等級は-26.75等級と非常に明るいですが、絶対等級で表すと4.83等級になる。

参考資料

天文分野の授業3:星の色と、星の分類

星座名	日本	ギリシャ	クロー族
オリオン座	平家星と源氏星	オリオン	切り落とされた手



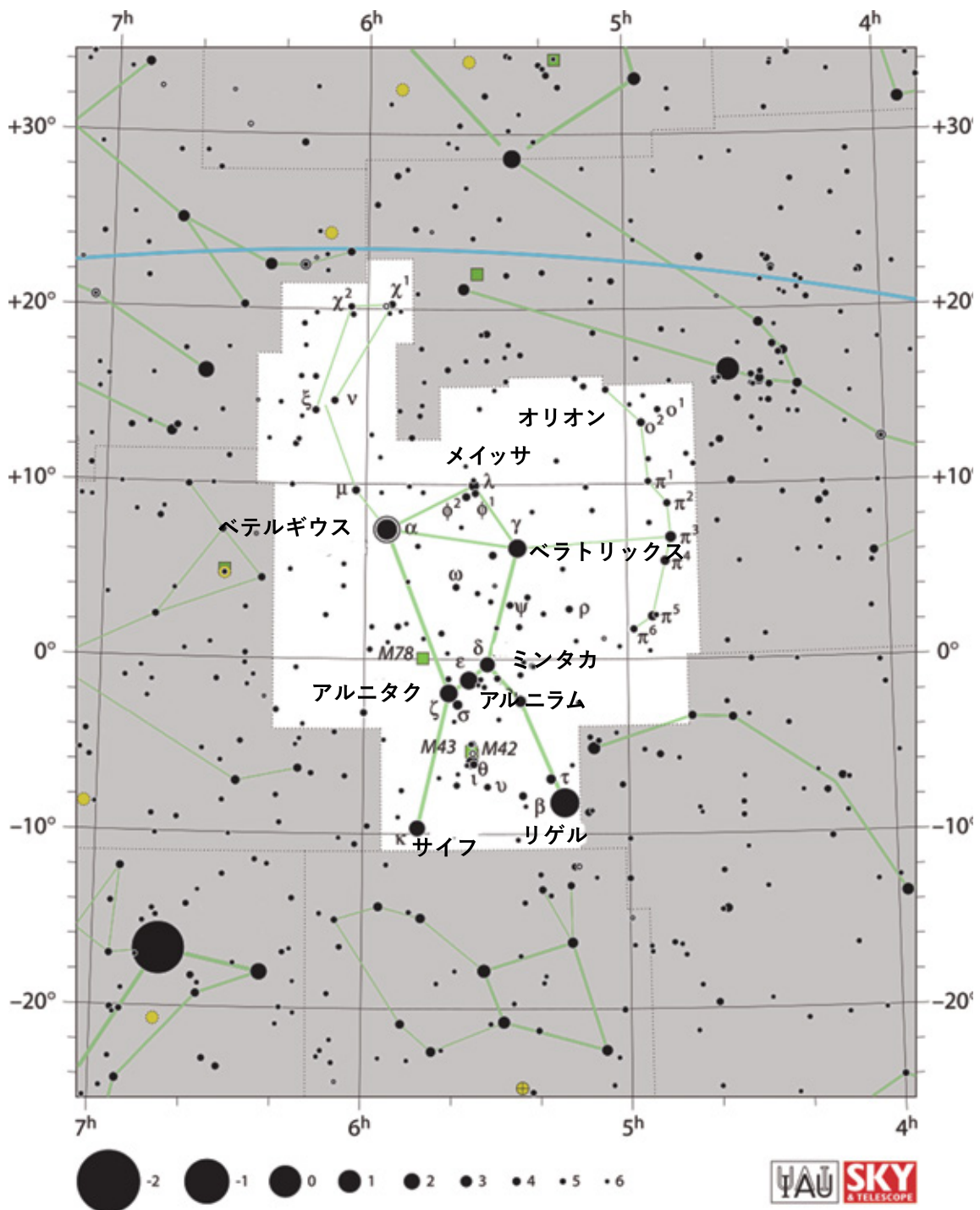
オリオン座など(画像はウィキハウより転載)



参考資料

天文分野の授業3:星の色と、星の分類

オリオン座と、オリオン座を構成する主な天体



参考資料

天文分野の授業3:星の色と、星の分類

用語集

星雲:

星ではなく、ダストやガスなどの星間物質が発光体(もしくは吸収体)となって観測される雲状の天体のこと。

原始星:

星雲を形成するガス雲の崩壊が始まった後、核反応が開始するために十分な収縮が起きるまでの、星の進化の初期段階の天体。

恒星:

核融合反応によってエネルギーを生成し、自ら輝いている天体。

赤色巨星:

星の進化の中間段階で、中心部の水素が枯渇し膨張し始めた、表面が低温で光度が高い星。

赤色矮星(せきしよくわいせい):

太陽よりも低い表面温度、光度、質量、および大きさを有する星。

白色矮星(はくしよくわいせい):

地球の同程度の大きさで、質量放出を経た質量の小さな星の進化の最終段階にあり、時間と共に冷たく暗くなっていく。

超新星:

星の核の重力崩壊によって引き起こされる大・中質量星の大爆発。星の光度が20倍ほど増加し、星の質量の大部分が高速で吹き飛ばされる。大きな質量の星が超新星爆発を起こすと中性子星やブラックホールなど非常に密度の高い天体が残る。

光年:

光が年間で真空中を進む距離。1光年=9.46×10¹²km

見かけの等級:

地球から見たときの天体(星など)の明るさを表したものの。

絶対等級:

天体が観測者から10pc(約3.26光年)の距離に位置していると仮定した場合の明るさを表したものの。

ブラックホール:

物質や放射線などどんなものでも一度入ってしまうと二度と外に出ることは出来ない、事象の地平線によって閉じられた時空の領域。

中性子星:

超新星爆発の後に残る高密度な天体。

パルサー:

周期的な電磁放射を行いながら回転する中性子星。

ワークシート

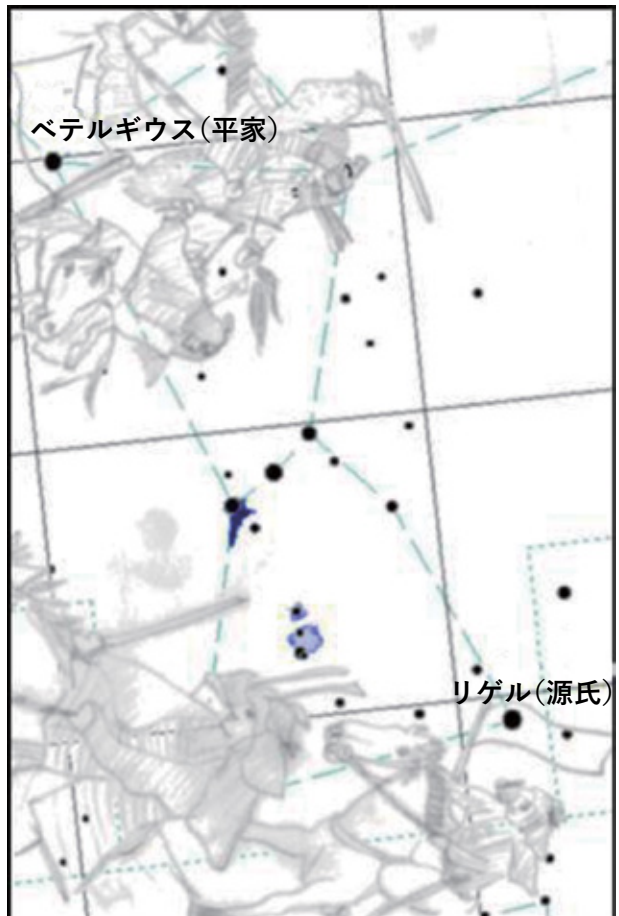
天文分野の授業3:星の色と、星の分類

【源氏と平家】日本(岐阜)

12世紀ごろの日本では源氏と平家という2つの勢力が争っていました。源氏と平家の大きな戦いが起こった岐阜県・奥美濃(おくみの)では、源氏の軍は白い旗、平家は赤い旗を掲げていたことからオリオン座の赤い星・ベテルギウスを「平家星」、同じくオリオン座の白い星・リゲルを「源氏星」と呼ぶようになりました。奥美濃の人々には三ツ星をはさんで源氏星と平家星がにらみあっているように見えていたのかもしれませんが。(ベテルギウスが源氏星、リゲルが平家星として伝わっているという説もあります。)

戦いの間に源氏と平家が示した勇かんさと忠誠心をたたえ、今でも紅白は日本で重要な意味をもった色とされています。

キーワード: 星の色、オリオン座



源氏と平家の戦いの様子(星空)
(画像はサオリ・イハラとスティーブ・レンジャウによる)

ワークシート

天文分野の授業3:星の色と、星の分類

【双子と切り落とされた手の星】クロウ族

出典: “Montana Skies: Crow Astronomy” by
Lynn Moroney, OPI (2011)

クロウ族の人々は夏に物語の伝承を行わないので、冬の最も深い、最も寒い時にだけこの物語が語られます。

これは、クロウ族のある夫婦とその子どものお話です。

ある日、じゃ悪なものにおそわれて、妻が子どもを身ごもったまま死んでしまいました。夫はそうぎ用のやぐらを建ててそこに妻の身体をねかせて、愛する妻と子どもを失ったことを悲しみました。

数年たったある日、夫が食事の準備をしているとティピ(クロウ族のテント)の裏から少年が現れて、「お父さん、何か食べ物をください」と言いました。夫は少年に食事を与え、それから二人はいっしょに暮らすようになりました。

しばらくしたある日、ティピの少年が外で遊んでいると泉からやってきたという少年と出会い、友達になりました。

泉の少年は、ティピの少年が夫からもらった手作りのおもちゃと同じものをいつも欲しがったので、夫は同じものを作っては泉の少年にプレゼントしました。夫は泉の少年が同じものを欲しがることに興味をわいて、その理由をティピの少年にたずねました。するとティピの少年は、実は自分は夫の本当の子どもで泉の少年は生き別れの双子の兄弟だと言いました。

それから夫とティピの少年に泉の少年を加えて3人で暮らすようになりました。さらに泉の少年の不思議な力で妻も生き返り、4人家族がそろったのです。

しかし母親は、自分たちを殺したじゃ悪なもののがまた自分たちを傷つけるのではないかと警戒していました。

あるとき双子が眠っていると、泉の少年が空の国にさらわれてしまいました。ティピの少年は兄弟を助けに行き、泉の少年を取り返して地球に逃げ帰りました。しかし空の国のリーダーであるロングアームが追いかけてきて泉の少年をつかもうとしました。そのとき、泉の少年は魔法のナイフでロングアームの手を切り落として空に放りなげました。

切り落とされた手の中指がリゲル、手首がベルトの三ツ星、親指がオリオン大星雲の中の小三ツ星になり、今でも空に輝いているのです。

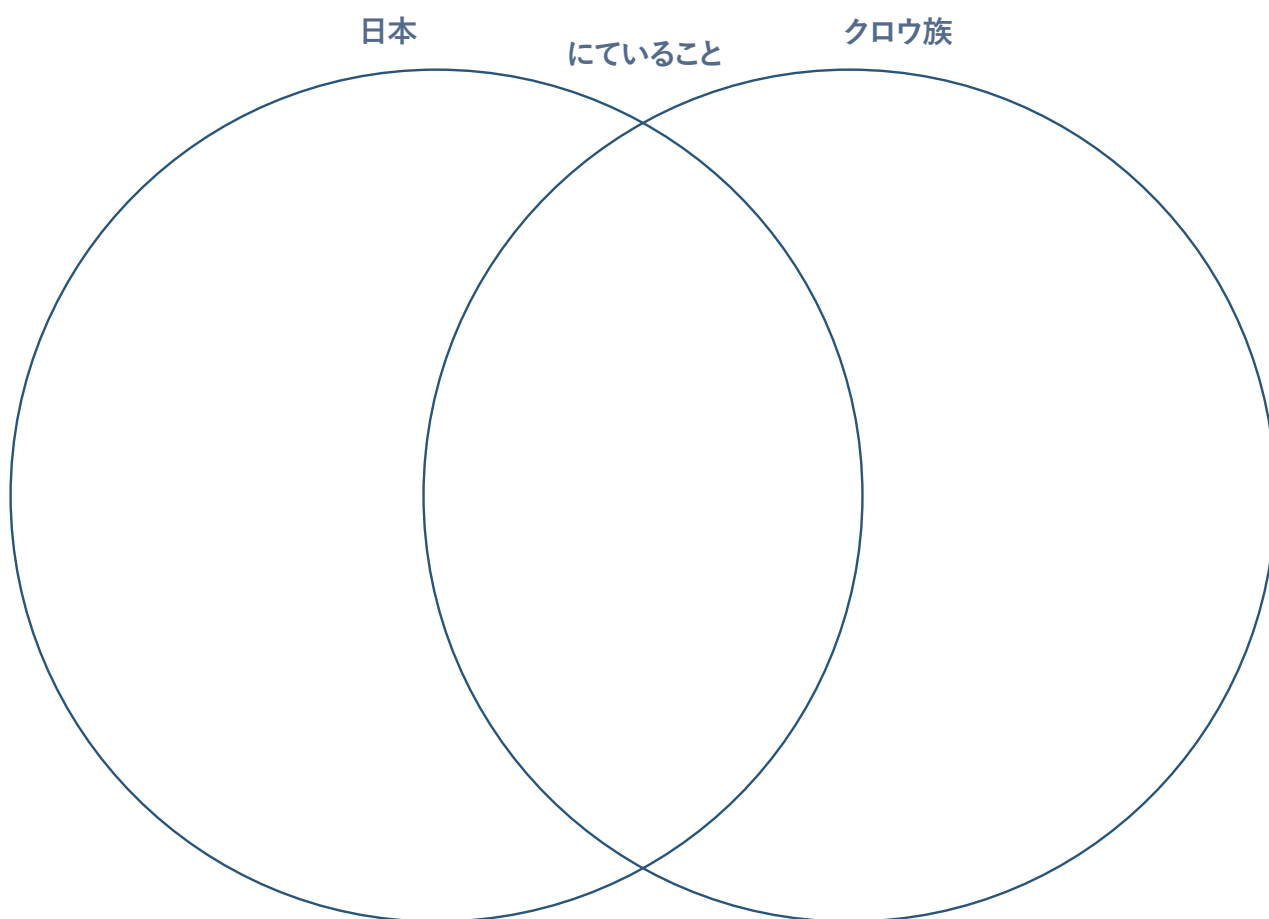
キーワード: オリオン座、オリオン大星雲

ワークシート

天文分野の授業3:星の色と、星の分類

比べてみよう

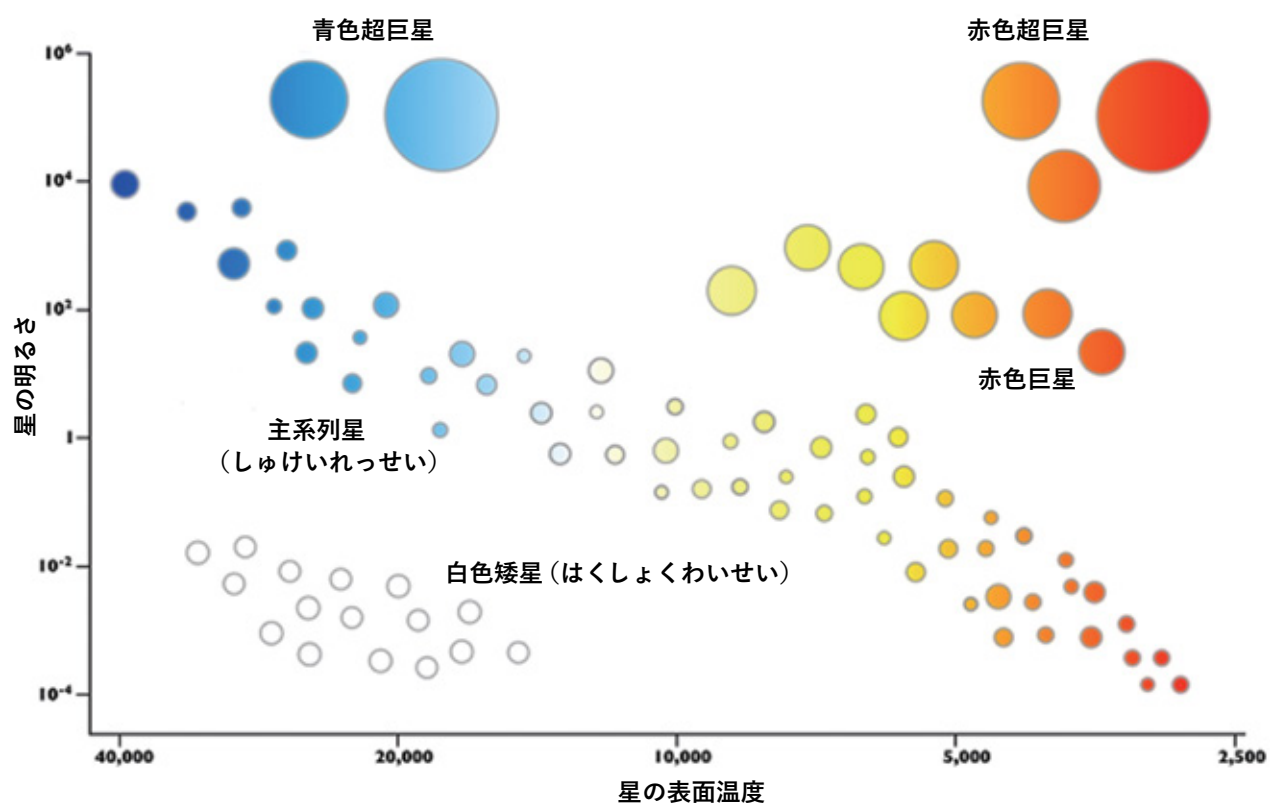
オリオン座にまつわる、日本とクロウの2つの物語を聞きましょう。
物語をきいてにていることがあれば円が重なっている部分に書き出しましょう。異なっていると思うことは、円の重なっていないところに書き込みましょう。



ワークシート

天文分野の授業3:星の色と、星の分類

ヘルツシュプリング-ラッセル図



(画像はクリエイティブコモンズより転載)

ワークシート

天文分野の授業3:星の色と、星の分類

オリオン座の星の色と明るさ

オリオン座のベルト部分にある3つ星は、世界中で様々なものに見立てられてきました。オーストラリアでは、ザウセパンのベルトとよばれ、南アフリカでは三人の王、スペインやラテンアメリカでは三人のメアリーとよばれていました。モンタナ州のクロウ族では、ベルトがロングアームの切り落とされた手の手首とされ、日本ではベテルゲウスとリゲルが歴史上の人物に見立てられました。

オリオン座には、目立つ星が7つあります。ベテルゲウスとリゲルはオリオン座の中で最も明るい星で、すべての星座を作る星の中でも8番目と6番目に明るい星です。

それぞれの星のくわしい情報は下の表にまとめられています。

オリオン座の主な恒星[※]

名前	色	分類	温度(度)	見かけの等級	距離(光年)	名前の意味	位置
ベテルゲウス	赤	超巨星	3,000	0.42	643	巨人のわきの下	右かた
リゲル	青	超巨星	10,000	0.18	860	左足	左足
ベラトリックス	青	巨星	21,000	1.659 - 1.64	250	女戦士	左かた
ミンタカ	青	巨星	33,000	2.23	1200	ベルト	ベルト(右)
アルニラム	青	超巨星	27,000	1.64 - 1.74	2000	真じゅのひも	ベルト(中)
アルニタク	青	三重星	33,000	1.77	1260	ベルト	ベルト(左)
サイフ	白	超巨星	26,000	2.09	650	剣(けん)	右足

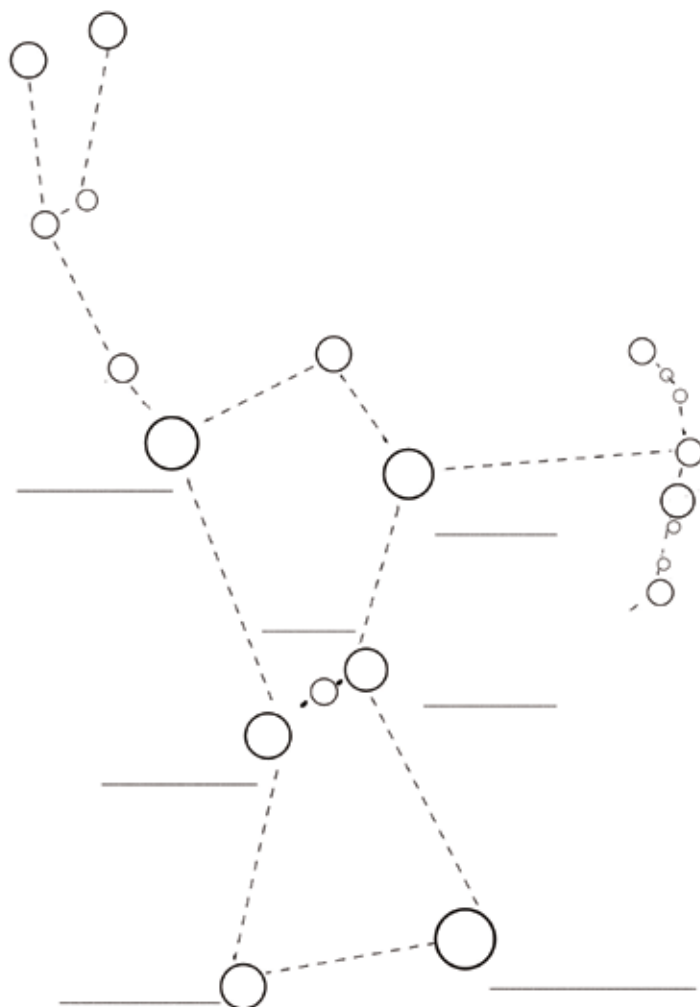
[※]恒星(こうせい)とは…自らがやいている天体のこと

ワークシート

天文分野の授業3:星の色と、星の分類

オリオン座の主な星たち

1. 「オリオン座の主な恒星」の表を用いて、オリオン座の7つの星の名前を確認しましょう。
2. 表の「見かけの等級」と「位置」を参考に、下の図の7つの星に名前を書きこみましょう。
3. 色鉛筆を使って星に色をぬりましょう。



1

地質分野の授業1
いろいろな火山



授業の手引き 地質分野の授業1:いろいろな火山

授業の目標

4種類の火山の噴火を学び、熊本県では阿蘇が、モンタナ州ではイエローストーンが、それぞれ地元においても世界においても重要な火山であることを理解することができる。

段階的目標

1. 4種類の噴火の仕方を図で表わすことができる。
2. 火山噴火の映像資料を視聴する。
3. 火山岩を観察し、それがどのタイプの噴火によってできたかを説明することができる。

評価

1. 火山の噴火タイプを識別する学習を通して、4種類の火山噴火についての理解度を評価する。
2. 映像資料を視聴中の学生の様子を観察し、理解度を判断する。
3. 各種学習活動における回答内容を評価する。

教材

- 映像資料(インターネットよりダウンロード)
- ワークシートの印刷 (p.103 - 106, 人数分)
- 5種類以上の火山岩のサンプル
- 虫眼鏡やルーペ(必要に応じて)
- ハワイ・イエローストーン・セントヘレンズ・阿蘇の噴火の様子の写真

準備

- ワークシートを児童の人数分印刷する。
- 以下の映像を用意する。
 - 間欠泉:<https://youtu.be/USCvVndukjA>
 - ハワイ式噴火:<https://www.youtube.com/watch?v=USCvVndukjA>
 - プリニー式噴火:<http://www.discovery.com/tv-shows/discovery-presents/videos/understanding-volcanoes-mt-sainthelens/>
 - カルデラ噴火:<https://youtu.be/BBGmXsZHlnw> ※英語
 - 「巨大噴火のできるカルデラとは」 <https://youtu.be/ENNjx3bb1P0>
 - 火砕流:<http://www.discovery.com/tv-shows/discovery-presents/videos/ultimate-guide-to-volcanoes-pyroclastic-flow/>
- 火山岩の標本を用意する。
- イエローストーン国立公園の地学に関する教育教材を見ておく。<https://www.nps.gov/yell/learn/nature/geology.htm>
- 阿蘇火山に関する教育教材を見ておく。<http://www.aso-geopark.jp/en/charm/index.html>

授業の手引き

地質分野の授業1:いろいろな火山

授業の展開

学習活動	期待される児童の反応／ 教師による指示・応答	目標／評価方法
火山について何を知っているか発表する。	授業の導入として、日本の場合は阿蘇火山の写真を、アメリカの場合はイエローストーンの写真を見せ、その重要性を説明する(ワークシート参照)。火山についてどんなことを知っているか質問する。	間違った認識を持っていた場合は、授業の中で正しい情報を与える。 注意:この授業は45分に設計されている。より長時間の授業や宿題の提出が必要な場合は、異なる種類の火山噴火についてあらかじめ調べさせるのもよい。
「火山岩を分類しよう」のページに記入させる。その後、これらの岩石がどのようなタイプの火山噴火に関連しているかを学習する。	火山岩を分類させる。生徒からの発問が期待される。岩石の質感や色を観察するよう指示する。必要に応じて虫眼鏡やルーペを用いて岩石を観察させる。	火山岩を観察中の生徒の様子や記載内容を評価する。その後、クラス内で共有する。2分間ほど議論を行った後、映像資料を視聴する。
各タイプの火山噴火に関する映像資料を見る。視聴後、噴火の様子をワークシートに記載する。	何に注目して映像を視聴すべきか説明が必要である。火山噴火の種類と放出した岩石とを結び付ける。	火山岩の観察と映像の視聴を結びつけ、簡単な議論を導く。これにより授業の理解度を評価する。
火山岩の写真を、対応すると思われる火山噴火のところに貼付し、岩石と一致すると思われる噴火について考える。	黒板などに、4種類の火山噴火の写真を掲示する。すべての岩石が同じ場所で産出するわけではないことを説明する。なぜ異なる場所で岩石ができるのかについて、簡単な論議をさせる。	火山岩と火山噴火との関係性を示し、クラス全体で理解を共有する。
学んだことについて議論する。	世界にはさまざまな種類の火山があること、そして自国には有名な火山があることを説明する。火山噴火の写真がどこのものか(阿蘇、イエローストーン、またはハワイ)を質問し、復習する。	児童が住んでいる場所や児童らの経験につながるだけでなく、他の場所へ知識を広げることができる。



授業の手引き 地質分野の授業1:いろいろな火山

発展学習(必要に応じて使用)

プレートテクトニクス

1. デジタル地図を用いて、プレートと火山の分布の関係について調べる。そして世界地図(白地図)に3つのプレートと3つの火山を記入する。(ヒント:多くの火山は2つのプレートが潜り込んだり、衝突したりする場所にある。)パソコンや地図、参考書などを用いて調べる。

参考URL:

<http://earthquakes.volcanodiscovery.com/> and <http://www.worldatlas.com/aatlas/infopage/tectonic.htm>

2. プレートと火山の分布について記録した自らのノートからその分布パターンを観察する。火山の近くでどのように生活するか?阿蘇火山とイエローストーン火山の近くに住む人々は、影響をおよぼすかもしれない火山の近くでどのように生活をするのかについて考える。活火山を伴うプレート上で生活するのは問題か?人々は毎日噴火におびえて生活をしているのか?児童のノートにその答えを記入させる。

3. 活火山の近くで生活することについて考え、意見を共有する。

4. 調べた結果や発見をもとに、次はイエローストーンと阿蘇に注目する。プレートテクトニクスはこれらの火山の何に関係しているのだろうか?

避難計画

学者はイエローストーンと阿蘇がいつ噴火するか予測することができるか?

これらの噴火から避難する方法を想定できるだろうか?どのようにしたらそれができるだろうか?

1. 小人数のグループに分け、科学者が将来おこる噴火をどのように予知するか調べさせる。

2. 阿蘇火山とイエローストーン火山の過去の噴火履歴を記録するワークシートを配布する。噴出物の流れの経路を分析させ、将来噴火がおこった時どのような流れ方をするか考えさせる。

3. 再び噴火がおこった場合、これらの地域の防災計画を考えさせる。また、避難に必要な手順を考えさせる。

4. イエローストーン及び阿蘇における適切な避難計画について議論する。アメリカや日本の政府は災害救援に対してどのような対策をしているのか?(国土安全保障に関する問題を処理する部署や、米連邦緊急事態管理局など。)また、大気汚染や溶岩流、植物や動物の生態系、影響が及ぶ周辺地域の人々にとって安全な場所などについても考慮する。

5. 調べ学習をもとに、地域や家族など小さなグループでの緊急供給物資、緊急家族間連絡計画、避難計画を立てる。

6. 避難計画を発表し、学んだことをまとめる。立てた避難計画が現実的かどうか話し合う。避難計画に道徳的な問題があるか、ないか?その避難計画は住民に受け入れられるものか?それは何故か?といったことを議論する。

参考資料 地質分野の授業1:いろいろな火山

火山の噴火の種類

火山が噴火すると、水蒸気、火山ガスや溶岩、火山灰、軽石、巨大な噴石など、多量の物質が噴出する。これらは全て、地球の地殻下部が溶けて上昇してきたマグマに由来している。

単純化されたモデルでは、火山の噴火は「穏やかな噴火」「中程度の穏やかな噴火」「激しい噴火」「非常に激しい噴火」の大きく4つに分類される。イエローストーン火山における3回の主な噴火は、大変有名である。なぜなら、その噴火によって世界最初の国立公園となった現在の地形と熱的な状況が創られたからだ。

阿蘇火山もまた世界で最も活動的な火山のひとつで、世界ユネスコジオパークとなっていることで有名である。

火山噴火に関する科学的な研究によって、火砕流や火山灰、溶岩流などの証拠を示す火山岩の地層から、噴火の状況に関する情報を得られる。地層に含まれる火山噴出物の種類やその分布範囲を調査することによって、地球科学者は1回1回の噴火を個別に分けることができるのである。

この情報から、噴火した時期(それにより噴火の頻度を決めることも可能)や、それぞれ違う時間間隔で起こった噴火の種類を解き明かすことができる。そしてそのことから、次の噴火がいつ起こるのか、どのくらいの規模(激しさ)で起こるのか、そしてその影響範囲などを予測することができるのだ。

穏やかな噴火	間欠泉	特徴: 熱水、間欠泉、温泉、泥火山 例: オールドフェイスフル間欠泉(イエローストーン国立公園) https://www.youtube.com/watch?v=USCvVndukjA
中程度の穏やかな噴火	ハワイ式噴火	特徴: 高熱のマグマによる爆発的な溶融溶岩 例: ハワイのキラウエア火山 https://youtu.be/_hyE2N07HnU
激しい噴火	プリニー式噴火	特徴: 火砕流、大量のガス、冷えたマグマ、大きな力によるガス爆発(爆発はマグマを粉砕し細粒物質や火山灰を作る)、山腹を流れ下る噴煙、軽石、灼熱の成長する火山灰の噴煙 例: 大規模な山体崩壊をおこしたセントヘレンズ山 http://www.discovery.com/tv-shows/discovery-presents/videos/understanding-volcanoes-mt-saint-helens/
非常に激しい噴火	カルデラ噴火	特徴: 火砕流、大量のガス、冷えたマグマ、大きな力によるガス爆発(爆発はマグマを粉砕し細粒物質や火山灰を作る)、灼熱の成長する火山灰の噴煙、山腹を流れ下る噴煙、軽石、巨大噴火、他のどのタイプより激しい噴火 例: 阿蘇火山のカルデラ https://youtu.be/BBGmXsZHlnw

参考資料
地質分野の授業1:いろいろな火山

火山岩の種類

岩石標本を観察しよう。各岩石標本の色と結晶の大きさを記述し、岩石を詳しくスケッチしよう。

答え:

	色	結晶の大きさ	噴火の種類
流紋岩	淡い色(ピンク~灰色)	非常に小さく、ルーペなしで観察するのは難しい。	非常に激しい噴火 カルデラ噴火
安山岩	青灰色または灰色	地下深くでゆっくりと冷えると大きな結晶を、表面近くで素早く冷えると小さな結晶を形成する。	激しい噴火 フリニー式噴火
玄武岩	灰色から黒色、茶色または錆びた赤色。	細粒	中程度の穏やかな噴火 ハワイ式
軽石	淡い色、白、クリーム、青、灰色。時には茶色。	細粒、結晶は含まない。	激しい噴火 フリニー式噴火
黒曜石	黒	結晶なし	非常に激しい噴火 カルデラ噴火



参考資料 地質分野の授業1:いろいろな火山

火山の真実

- 火山の種類(形)は主に6つに分けられる。洪水玄武岩による平らな台地、カルデラ、成層火山、盾状火山、噴石丘、溶岩ドームといったものである。
- 火成岩はその組成とでき方によって分類される。火山岩の主なものは流紋岩、安山岩、玄武岩である。これらそれぞれの岩石は、火山の種類と関係している。
- 阿蘇火山は、27万年前から9万年前にかけて4回の大きな爆発的噴火があった。これらの噴火は、九州を覆うような火砕流を噴出し、巨大なカルデラを形成した。カルデラ形成後のそれほど激しくない火山活動は最後の巨大噴火直後から続き、現在では少なくとも17の山体(中央火口丘)が認められる。最近の阿蘇火山の噴火活動は非常に頻度が高く、10～20年おきに起こっている。阿蘇火山は、世界でも最も活動的な火山のひとつである。
- イエローストーン火山は、210万年前、130万年前、64万年前の3回の大きなカルデラ噴火があった。これらの噴火によって噴出した火砕流は、イエローストーン周辺の広い範囲を埋め尽くし、そして火山灰の地層はアメリカ合衆国の西部の広い範囲に広がっている。カルデラ形成後の流紋岩や玄武岩の溶岩は、16万4千年前から7万2千年前にかけて、新しいカルデラの中を埋めた。イエローストーンの火山活動は、非常に希な出来事なのだ。

よくある誤解

多くの人が最初に思い浮かべる火山災害は、熱い溶けた岩石が流れる溶岩流であろう。しかしながら、溶岩流はすべての火山活動のプロセスのなかでは、それほど致命的なものではない。溶岩流はそれほど速く流動することはなく、1時間にわずか数km動く程度なのだ。溶岩流よりはるかに危険な火山噴火は、別のタイプの流れによるものである。それは、火砕流だ。火砕流は火山噴火による密度の高い火山碎屑物や火山ガスが一緒になったもので、火山の斜面を流れ下る。溶岩流は少しずつ動くので逃げる時間は十分ある一方で、火砕流は火山のすそ野を高速で駆け下るので、逃げる時間はない。火砕流が流れるスピードは時速100kmを超えることもあり、火山災害の中で最も危険なものである。そしてスピードが速いだけでなく、大変熱い(数百°C～1000°C)ということと、有毒ガスを含んでいるということも大変危険である。

[http://study.com/academy/lesson/volcanic-](http://study.com/academy/lesson/volcanic-hazards-definitiontypes-prevention.html#)

[hazards-definitiontypes-prevention.html#](http://study.com/academy/lesson/volcanic-hazards-definitiontypes-prevention.html#) ※英語

<https://www.youtube.com/watch?v=r0gFFJUslrE>

https://www.youtube.com/watch?v=3RPsA_vYBxk



参考資料 地質分野の授業1: いろいろな火山

用語集

軽石:

非常に軽い多孔質の火山岩。

火砕流:

高温ガス、火山岩片、軽石、大きな岩塊などが高速で噴出して、まとまって巨大な雲状になり、高速で流れ出るもの。

流紋岩:

二酸化ケイ素の含有率が非常に高い火山岩。通常ピンクか灰色で、粒子は細かくてルーペなしでは観察できない。

安山岩:

流紋岩と玄武岩の中間の二酸化ケイ素含有率をもつ火山岩。安山岩溶岩は中程度の粘性で、厚みのある溶岩流や溶岩ドームを形成する。アンデサイトの名前は、南米のアンデス山脈に由来する。

玄武岩:

マグネシウムと鉄分に富む火山岩で、火成岩の中では最も広範囲に存在し、全火山岩のうち90%以上を占める。二酸化ケイ素の含有率が比較的低いため、粘性はかなり低い。薄く遠距離まで流れる。また、岩脈、岩床としても観察される。アポロの乗組員によってもたらされた月の石の多くは玄武岩質のものだった。

火山:

一般的に円錐状の山または丘で、その火口または噴気孔から溶岩、岩石片、熱い蒸気を噴出しているところ。燃える山というのは、ローマの神様ブルカンに由来する。その神は火の神であり、神の国の鍛冶屋である。

苦鉄質(くてつしつ):

輝石やからん石のような、主として鉄やマグネシウムを含む濃い色の鉱物を示す。

珪長質

長石、準長石、水晶、白雲母を含む白っぽい色のグループを示す。

溶岩:

1. 火山または割れ目から地球の表面に到達した溶けた岩。
2. 溶けた岩が冷却し、固結して形成されたもの

マグマ:

通常は地球の地下深く、マントル内にある溶けた岩石。時折マントルの割れ目や火山の噴火により地上に現れる。

ワークシート

地質分野の授業1:いろいろな火山

火山のふん火の種類



オールドフェイスフル間欠泉
(イエローストーン国立公園)
(画像提供:アメリカ地質学会)

おだやかな ふん火/間欠泉

特ちょう: 熱水・間欠泉・温泉・泥
(でい)火山



ハワイのキラウエア火山
(画像はウィキペディアより転載)

中程度のおだやかな ふん火/ ハワイ式ふん火

特ちょう: 高熱のマグマによる、ばく
発的などけたよう岩



セントヘレンズ山
(写真はアメリカ地質学会、オーフキン・
ポストによる1980年5月18日撮影)

激しい ふん火/プリニー式ふん火

特ちょう: 火砕流(かさいりゅう)・大量
のガス・冷えたマグマ・大きな力による
ガスばく発(ばく発はマグマをくだいて、
細かい物質や火山灰を作ります)・
山腹を流れ下るけむり・軽石・とても熱
くて、成長する火山灰のけむり

ワークシート 地質分野の授業1:いろいろな火山

火山のふん火の種類(続き)



阿蘇火山のカルデラ
(画像はクリエイティブコモンズより転載)

カルデラ式ふん火

現在の阿蘇ジオパークのカルデラは、約9万年前の巨大なふん火によってつくられました。このふん火による火砕流(かさいりゅう)は、有明海をこえて山口県や島原、天草など、広い地域をおおいました。阿蘇火山は世界で最も活発な火山の一つです。



マザマ山のふん火
(画像提供:アメリカ合衆国国立公園局)

非常に激しいふん火／カルデラ式ふん火

特ちょう:火砕流(かさいりゅう)・大量のガス・冷えたマグマ・大きな力によるガスばく発(ばく発はマグマをくだき、細かい物質や火山灰を作ります)・とても熱くて、成長する火山灰のけむり・山腹を流れ下るけむり・軽石・巨大ふん火・他のどのタイプより激しいふん火



ワークシート

地質分野の授業1:いろいろな火山

火山岩を分類しよう

実際に火山岩を観察して、その色や結晶の大きさを記録しよう。記録ができれば、その火山岩をスケッチしよう。

	色	結晶の大きさ	スケッチ
1			
2			
3			
4			
5			

ワークシート

地質分野の授業1:いろいろな火山

火山のふん火を分類しよう

4種類の火山のふん火について映像を見て、その火山の名前と場所を「例」のところに書きましょう。ふん火の特ちょうについて、気がついたことを書きましょう(よう岩があったか、なかったかなど)。最後に、ふん火の様子を絵にかいてください。

ふん火の様子	ふん火の名前	例	ふん火の特ちょう (よう岩はありましたか?)	ふん火の様子(絵)
穏やかなふん火	間欠泉			
中程度の穏やかなふん火	ハワイ式ふん火			
激しいふん火	プリニー式ふん火			
非常に激しいふん火	カルデラふん火			

2

地質分野の授業2
自然災害－変わる景色



授業の手引き

地質分野の授業2: 自然災害－変わる景色

授業の目標

自然災害を引き起こすしくみに関する理解の向上や自然現象の観察に基づく研究が、自然災害のリスクに対する理解と軽減に役立つということを理解する。

段階的目標

1. プレートテクトニクスの活動は地震を引き起こす要因だが、その動きによっていかに地球の地形が変わったかについて議論することができる。
2. 簡単な材料から建物を作り、学んだことを実地に応用できる。
3. 建物を耐震性にするための要素をいえる。

評価

1. 児童の議論やワークシートへの書き込みなどから、プレートテクトニクスに対する理解度を評価する。
2. 活動に全員が参加しているかを観察する。
3. 耐震構造を設計する学習活動を評価する。

教材

- 映像資料(インターネットよりダウンロード)
- ワークシートの印刷 (p.118 - 123, 人数分)
- 各グループまたは各児童に30本の爪楊枝と30個の小さめのマシュマロ
- 約20cm四方の使い捨てパン焼き皿を児童4人に対して1個、展示用の平なべを1個
- ゼラチン(各焼き皿ごとに1個)

準備

- ワークシートを児童の人数分印刷する。
- 以下の映像を用意する。
「地球内部の動きと地震発生のしくみ(1分37秒)」 http://www2.nhk.or.jp/school/movie/clip.cgi?das_id=D0005320302_00000
- 児童が直ちに取られるようにレッスン前夜に使い捨ての焼き皿の中にゼラチンを用意しておく。
- 見本として爪楊枝の建造物を作っておく。

授業の手引き

地質分野の授業2:自然災害-変わる景色

授業の展開

学習活動	期待される児童の反応／ 教師による指示・応答	目標／評価方法
地震を中心に自然の危険性と災害について学ぶことを知る。自然の危険性と自然災害の違いについて話し合う。	児童には例が必要である。教師は背景となる情報に言及しなければならない。	モンタナ州と熊本県における地震の危険性と災害について議論させるきっかけとする。
映像資料を見て、地震について学習する。	地震の例をいくつかあげるように尋ねる。熊本県では2016年の熊本地震について、モンタナ州ではカリフォルニアとイエローストーンについてなど。	地層や、プレートテクトニクスや地震波について議論させるきっかけとなる。
ワークシートを使用して2016年熊本地震の例とイエローストーンにおける地震活動例を知る。阿蘇や熊本とイエローストーンの地震活動の類似点を考える。	写真が必要である。地震の頻度や、その地域におこりうる影響についても考えるように指導する。	地震の表面波と実体波が建物に対していかなる影響を与えるかを考える機会をもつ。
児童に地震について学んだことを基に建物を設計し、その実証実験をする。	それぞれの児童に対して爪楊枝とマシュマロを渡し、彼らを4人のグループに分ける。そしてそれぞれのグループにゼラチンの入った焼き皿を配る。どのように建物を作るかについては指導が必要である。彼らに例を示しそれぞれの建物が少なくとも2階建て以上で1個以上の三角形と四角形があるように伝える。	児童に対して焼き皿を揺らすことによりビルがどうなるかを試させる。もし時間が許せばもう一度建て直させる。
ワークシートに建築デザインを記録し何がうまくいったかが議論する。いかにして我々が自然のリスクと共に暮らし大災害を防ごうとしているかについて話し合う。	建物を評価することで、議論と実践と結びつける。なぜ高さが低い建物ほど丈夫なのか。なぜ三角形(クロスブレイシング)が多いほど丈夫であるかを考えさせる。	地震が頻発する地域での建築実践及び減災についての議論もできる。減災とは避難計画ハザードマップ作りや地震の監視などである。

参考資料 地質分野の授業2：自然災害－変わる景色

天変地異(危機的な自然現象) (natural hazard)と自然災害 (natural disaster)の違い

毎年アメリカと日本においては自然災害により生命及び財産がおびやかされている。そしてそれにより命が奪われ何十億ドルもの損害が生じている。自然災害による損害額と影響ははかり知れない。そして毎年何人もの人とインフラが危険にさらされている。

天変地異(危機的な自然現象)とは何か？

危機的な自然現象というのは人間の生活や財産に危険を与える可能性を持つあらゆる自然におこる出来事をさす。火山噴火、地震、津波などの他にも、なだれ、洪水、森林火災、ハリケーン/台風/大暴風、地すべり、雷雨/ブリザード/暴風雪、竜巻などである。

自然災害とは何か？

自然災害は、自然現象が人間の生活や財産に影響を与えた事象のことである。海底で発生した誰も気がつかないような地震などは自然災害とはみなされないが、2005年にパキスタンで発生した、約10万人が死亡し多くの家屋や道路が破壊された地震災害は、恐ろしい自然災害である。



天変地異の例(地すべり)
(写真は阿蘇火山博物館提供)

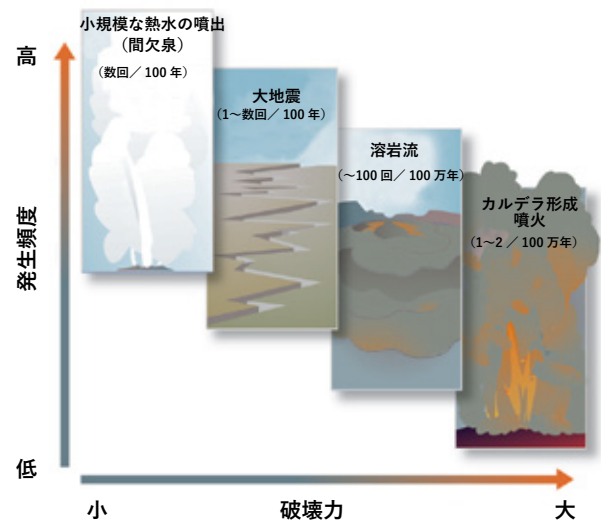
参考資料 地質分野の授業2：自然災害－変わる景色

モンタナ州における天変地異と自然災害

モンタナ州は広大で美しい景観の広がる州である。西部は山岳地帯で、東部は高原である。地震や火山噴火によって山や谷がつくられたり、氷河によって山の斜面が削られたり、あるいは川によって侵食や洪水などが起こった結果、何百万年も長い時間をかけて険しい地形がもたらされたのである。さまざまな地形や大陸の位置関係は、激しい暴風雨や洪水、干ばつ、火事などの原因となる。このような自然現象は、人の生活に影響がある場合には「自然災害」となる一方、人の生活に影響を及ぼす可能性がない場合には単なる「天変地異」となる。

人々がモンタナ州の大地にたどりついたのは約1万2,500年前である。したがって、1万2,500年の間に発生した自然現象のみが、自然災害として考慮される。自然現象の中には、火災や嵐、洪水、地震が含まれる。この中でも、特に歴史的な資料が残っているものについて、より多くの情報が得られるのだ。火災や嵐、洪水は最も頻繁に発生している。しかしながら、モンタナ州は山間の地震帯に位置することから、まれに破滅的な地震が発生し、将来的にも起こる可能性がある。最近発生した主な2つの地震は、1935年のヘレナ地震と1959年のヘブゲン(Hebgen)湖地震であり、どちらも社会の基盤(インフラ)に甚大な損害を与え、人命も失われた。

モンタナ州は、現在その活動はおだやかではあるが未だ活動が続いている、イエローストーン巨大火山の境界に位置している。イエローストーン火山はモンタナ州に人が生活するようになった後に噴火してはいるが、将来的には噴火する可能性を秘めている。そしてその噴火は必ず人間に影響を及ぼす。そのためイエローストーン火山は、地質学上は危険と分類されている。イエローストーン火山は210万年前、130万年前、64万年前に噴火した。この時の噴火は信じられないほど非常に激しいものだったが、めったに起こらないことでもある。そのため将来における噴火の可能性は非常に低い。



(画像提供:アメリカ地質学会)

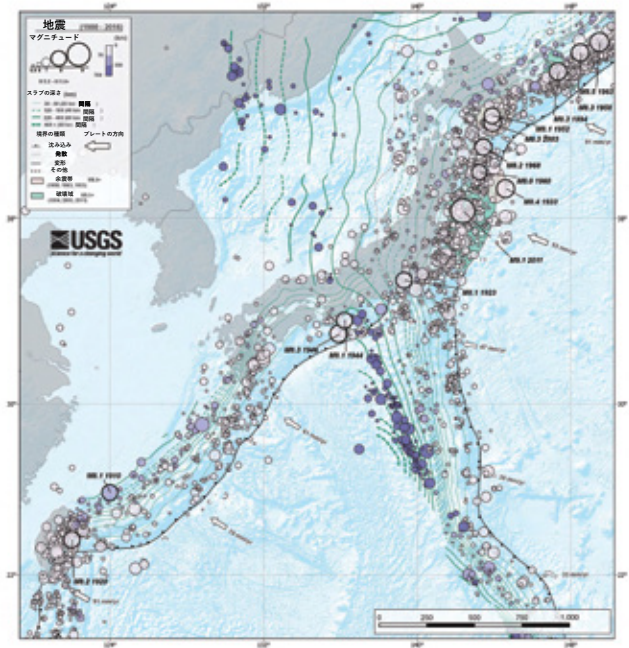
参考資料 地質分野の授業2：自然災害－変わる景色

熊本における危機的な天変地異 と自然災害

カルデラ噴火による災害

地形と地質の今後

多くの人が火山の美しさとその恵みにひかれて阿蘇に住んでいる。しかしながら、この地域は噴火だけでなくその特異な地形、つまりカルデラや火山灰土壌や高地であることなどにより災害を受けやすい。2012年7月には豪雨によってカルデラ壁の崩壊が発生し、カルデラ内で25人の人命が失われた。同じような規模の災害は20～30年に一度は起こり、この地域に重大な損害をもたらす。阿蘇地区における他の自然災害は以下のようなものである。



(画像提供:アメリカ地質学会)

降水量の多さと頻繁におこる豪雨

阿蘇は九州の中央に位置している。最高地点は高岳で標高1,592m、カルデラ底は500～600m、カルデラ壁はほぼ700～900mである。その高度により年間降水量は3,000mmを越える。

カルデラ底での洪水

阿蘇谷はカルデラの北にあり平坦な地形である。そのために豪雨で黒川があふれた場合、容易に洪水におそわれる。

カルデラ壁の崩壊

カルデラ壁が険しくその表面が火山灰堆積物でおおわれているため、比較的少ない雨でも容易に崩壊する。

草原における表層地すべり

草原は通常、火山灰質である。固くかためられた火山灰層と軟らかい土の層が交互に堆積していることで、浸食と地すべりが容易に起こりやすい。

断層活動で引き起こされる地震

カルデラは大分-熊本構造線によって分断されている。それは九州の北東から南西にのびている。他の断層はカルデラを囲むような場所、特に南西方向にのびている。これら断層の動きが、地震を発生させる。最近では1975年におこった阿蘇北部地震では、深刻な建物被害があった。

参考資料

地質分野の授業2：自然災害－変わる景色

2016年に熊本で発生した地震における影響試算

項目	被害額	死者・負傷者数(人)			
		県	死者	重傷者	軽傷者
建築物(住宅関係)	2兆377億円	福岡	0	1	16
水道施設	119億円	佐賀	0	4	9
電気・ガス施設	280億円	熊本	246	1,165	1,553
医療・福祉関係施設	758億円	大分	3	11	23
公共土木施設	2,685億円	宮崎	0	3	3
高速道路	342億円	計	249	1,184	1,606
文教施設(文化財除く)	944億円				
その他の公共施設	736億円				
公共交通関係	86億円				
農林水産関係	1,487億円				
商工関係	8,200億円				
文化財	936億円				
廃棄物処理	900億円				
計	3,785億円				

建物の損害

県	全壊	半壊	一部損壊	公共施設	その他	火事
山口	0	0	3	0	0	0
福岡	0	4	251	0	0	0
佐賀	0	0	1	0	2	0
長崎	0	0	1	0	0	0
熊本	8,664	34,335	153,907	439	11,062	15
大分	10	222	8,110	0	59	0
宮崎	0	2	39	0	0	0
計	8,674	34,563	162,312	439	11,123	15

災害の写真



(画像提供:公益財団法人阿蘇火山博物館)

参考資料 地質分野の授業2：自然災害－変わる景色

耐震構造の建築物

日本が環太平洋火山帯付近に位置していることで、日本は様々な規模の地震を経験している。このため日本では、長い間高層建築や公共の建物に対して厳しい建築基準が定められてきた。衝撃吸収性の製品開発などが近代工業技術と相まって、日本は世界で最も地震からの立ち直りが早い国となった。熊本城のような古い建物でさえも、将来の地震に備えて耐震性が向上された建物に改装されている。

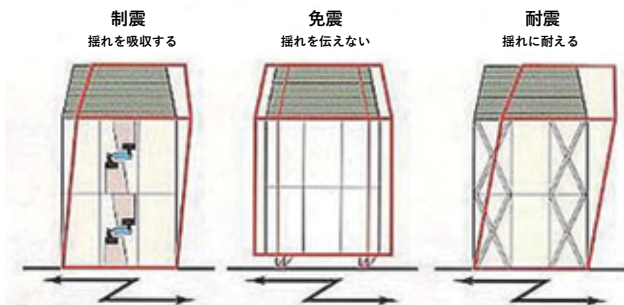
耐震技術が施された高層建築は、重力の法則を利用している。建物の静荷重^{※1}が下にかかる時、地面は押し戻され、側方から小さな空気が押し出される。建

物の基盤も含めて周囲の地面に荷重が分散されるため、横方向のバランスをとるのに役立つ。地盤の強さは、建物の基礎の大きさに影響する。例えば基盤が岩に設置された場合、砂や泥に設置された場合よりも基盤を小さくすることができる。

建物の耐震構造に関するより詳しい内容は、以下の映像にあり。

「ビルを築く、チームをつくろう」：https://youtu.be/H0_yKBitO8M ※英語(日本語字幕あり)

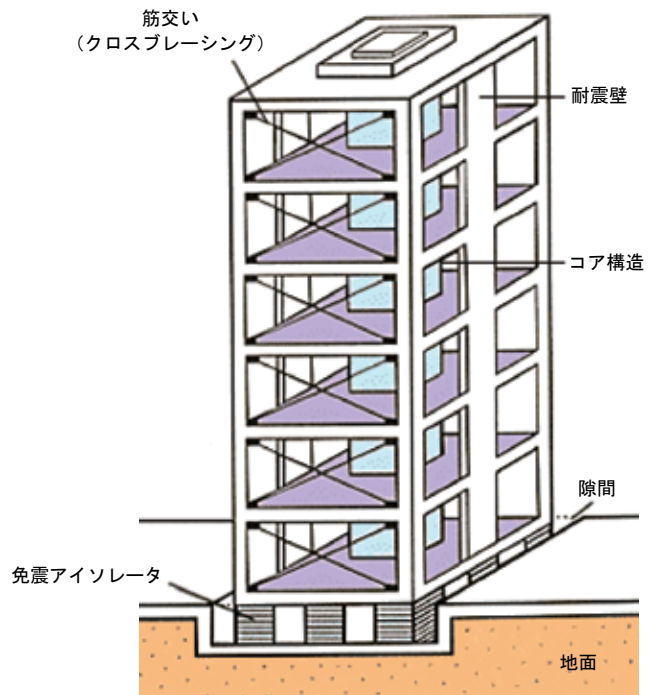
※1 静荷重(せいかにじゅう)とは…死荷重ともいう。構造物に加わる荷重のうち、時間的に変化しない一定の荷重のこと。



日本家屋の地震対策の方法
(画像はクリエイティブコモンズより転載)



熊本城の修復(画像はmuza-chan.netより転載)



耐震設計(画像はクリエイティブコモンズより転載)



参考資料

地質分野の授業2：自然災害－変わる景色

用語集

なだれ：

大量の雪、氷、土、岩のかたまりが重力によって非常に早いスピードで流れ落ちること。速度は時に時速500kmを越えることもある。

地震：

ゆっくりと蓄積された歪みの突然の放出によって引き起こされた、地球の突然の動きまたは揺れ。

洪水：

自然または人工的な境界を超えて、通常水のない土地を覆う上昇した水(川、湖、海、またはダムの後方)。

森林火災

森林地帯の無秩序な火災。

ハリケーン：

熱帯低気圧、特に北大西洋および東北部太平洋の流域で、最大風速が64ノット(約33 m/s)以上のもの。

地すべり

重力の影響下で、大量の土壌や岩石の重力移動を含む、広範囲の大量移動による地形やプロセスをカバーする一般的な用語。地すべりの種類を示す用語は、一般に、地形とそれに関与するプロセスを指す。雪崩、泥流、液状化スライドなどが含まれるが、これらに限定されない。

自然災害：

自然現象によって引き起こされた人間に影響を与える災害。

天変地異：

災害を引き起こす可能性のある自然現象。

雷雨：

対流圏内の緯度の高い地点に強い対流が吹きつくことにより生成されるメソスケールの気象システム。雷と雷雨を伴う雲と、しばしば地域の豪雨(または降雪)と吹き抜けの風による雲で構成される。

竜巻：

一般に直径が500m以下で、非常に強い風が吹く。低緯度の累積雲から吹き下ろされた漏斗状の風として一般的に発生する。

津波：

主に浅い海底地震による大規模で急激な擾乱で発生するが、それだけでなく、潜水艦の崩壊、地盤沈下、または火山噴火などによっても発生する海水の波動。

台風：

西太平洋の海域で発生する熱帯の暴風雨。最大風速が34ノット(約17m/s)以上のもの。

火山

(a) マグマとそれに関連するガスや灰が噴火する地球表面の噴出口。また、その形態または構造体は、通常円錐形、噴出物によって構成される。

(b) マグマなどの物質が任意に噴出すること。例えば泥なども含む。

参考文献: Glossary of Geology, 2017, Edited by Klaus K.E. Neuendorf, James P. Mehl, Jr., and Julia A. Jackson, American Geosciences Institute

ワークシート

地質分野の授業2: 自然災害- 変わる景色

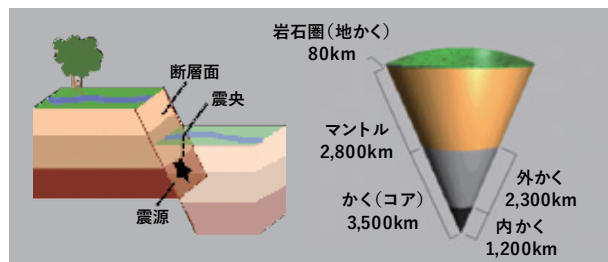
危険な自然現象としての地しん

Video link (2:57): <https://youtu.be/cavq2HFBa-U>
Citation: <https://earthquake.usgs.gov/learn/kids/eqscience.php>

地しんは地球上で最も被害を与える危険な自然現象です。地しんは突然発生し、かいめつ的なひ害を引き起こすからです。そして、人口が集中している地域ほど地しんが活発であることが多く、そのために地しん災害の起こる可能性がとて高くなっています。地しんによって地しん波というものが発生し、ビルや道路、橋がほうかいし、かいめつ的な地すべりや、土砂くずれを起こします。

地しんは2つの地ばんがお互いにすべった時に起こります。その上にある地面は断層、地中で地しんが起きた始めた場所をしん源、そのすぐ上の地表のことをしん央とよびます。

地球は主に4つの層からできています。内かく、外かく、マントル、地かくです。地かくとマントルの上部で地球の表面のうすい層を形づくっていますが、この



(画像はクリエイティブコモンズより転載)

表面をおおっている部分是一个ではありません。ジグソーパズルのピースのようにたくさんのピースが地球をおおっているのです。ピースは常に動いています。つまりその下にある地球の一部は液体状に動いています。この液体状の物質の上にあるプレートはその流れにそって動いていて、とても長い時間をかけてプレートが引きはなされていたり(東アフリカなど)、押し合っていたり(ヒマラヤなど)、横にすれちがっていたり(南カリフォルニア)します。プレートの境はプレート境界とよびます。プレート境界は多くの断層があり、ほとんどの地しんはこれらの断層の上で起こります。プレートのふちはザラザラしているため、動けなくなります。一方、他のプレートは動き続けます。そしてプレートがたくさん動いたとき、そのふちはとき放たれて動き、地しんが起こるのです。

つな引きをしていることを想像してみてください。両方で必死につなを引いています。ところがとつ然片方が人がつなを放したとしましょう。あなたは地面にたおれてしまいます。地しんのエネルギー放出はこの現象にとてにしています。

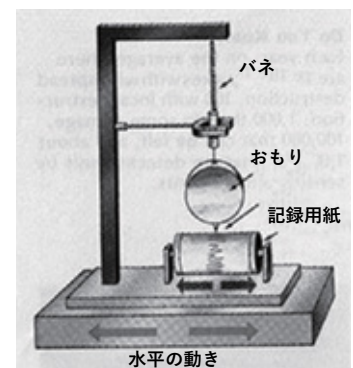


<https://earthquake.usgs.gov/learn/kids/eqscience.php>
(画像はウィキペディアより転載)

ワークシート 地質分野の授業2：自然災害－変わる景色

どうやって地しんを記録するのか？

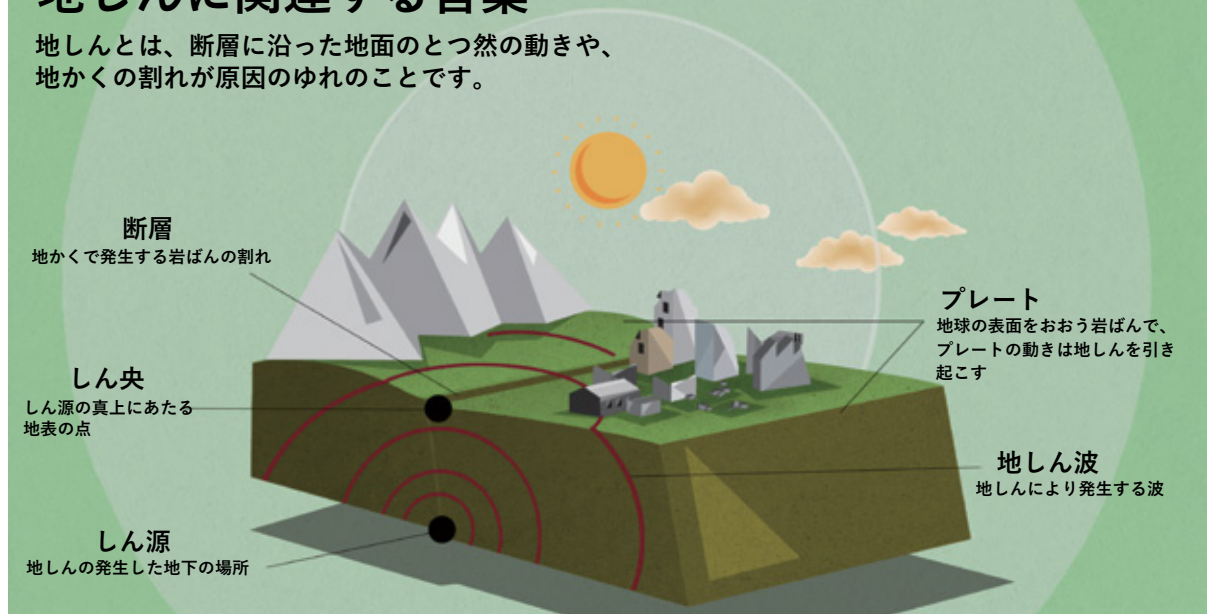
地しんは地しん計で記録されます。記録されたものはしん動図とよばれます。地しん計は地面にしっかりセットされた底面と、固定されずにつり下げられた重いおもりでできています。地しんで地面がゆれると、地しん計の底面もゆれます。しかし、ぶら下がったおもりはゆれません(おもりがつるされたばねは動きます)。このようにして、ゆれないおもりとゆれる底面のちがいが記録されるのです。
(<https://earthquake.usgs.gov/learn/kids/eqscience.php>)



(画像はクリエイティブコモンズより転載)

地しんに関連する言葉

地しんとは、断層に沿った地面のとつ然の動きや、地かくの割れが原因のゆれのことです。



いかにして科学者は地しんの大きさを測るのか？

地しんの大きさは、断層の大きさと断層がどれだけ動いたかによって決まります。しかし、それは科学者がものさしをもって測るわけにはいきません。なぜなら、断層は地下深くにあるからです。それでは彼らはどのようにして地しんの大きさを測るのでしょうか？地しん計の記録を使って、その大きさを判断するのです。小さな波が記録されたら小さな地しん、大きな波が記録されたら、それは多くの場合、ギンギンゆれるような大きな地しんを意味します。

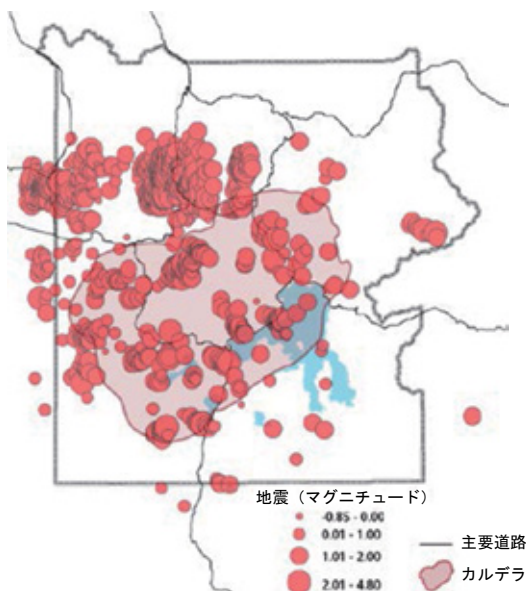
地しんの大きさはマグニチュードとよばれ、それぞれの地しんごとに1つの大きさがあります。地しんの揺れの強さは、地しんが起こったときに居る場所によって異なります。

ワークシート 地質分野の授業2: 自然災害- 変わる景色

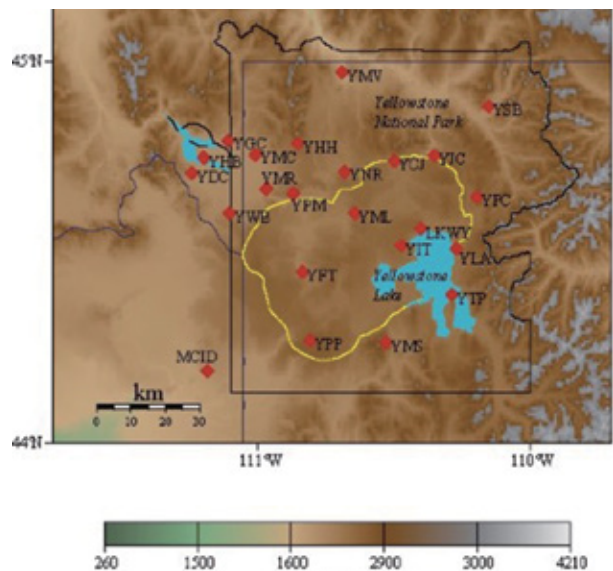
イエローストーン国立公園における 地しんのモニタリング

イエローストーンは、アメリカで最も地しんの活動が活発な場所のひとつです。イエローストーン地域では毎年約1,000~3,000回もの地しんが発生します。しかしほとんどが体に感じることのない小さな地しんです。この地しんは、火山の活動に関連したたくさんの数の断層によって発生します。

科学者は、イエローストーン火山をよりよく理解するために、イエローストーン地域の地しんを細かくかん視(モニタリング)しています。彼らはイエローストーン地しんネットワーク(YSN)を通じてこれを行います(YSNは、ユタ大学、米国地質調査所の火山ハザードプログラム、および国立公園サービスによって共同で運営されています)。ネットワークは、地しんや火山が活発なイエローストーン国立公園とその周辺の地域をかん視しています。火山に関する地しんの活動をかん視することで、イエローストーンの地下について研究ができるのです。



2014年には約2,000回の地しんがイエローストーンでおきている。赤い点は地しんを示す(地しんのデータはユタ大学 <https://www.nps.gov/yell/learn/nature/earthquakes.htm>より)



イエローストーンのモニタリング地点地図(http://www.uusatrg.utah.edu/RBSMITH/public_html/IMAGES/ys-seisnet.jpgより)

ワークシート

地質分野の授業2：自然災害－変わる景色

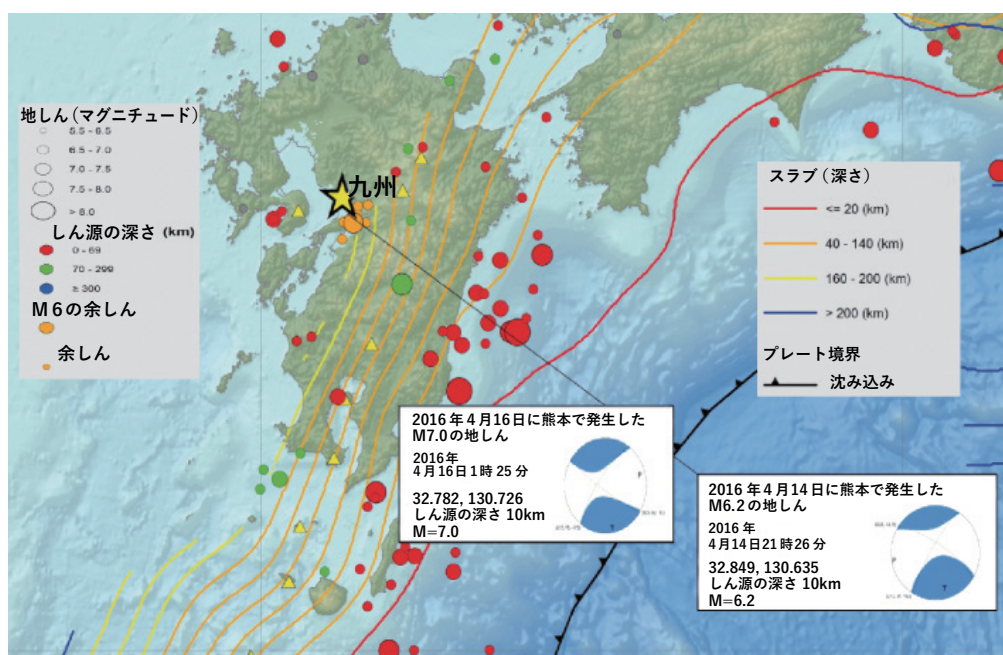
阿蘇における地しん活動

阿蘇のカルデラでは、マグマが動くといった火山に関する活動で地しんが起ることがあります。それらは、1日に数十回、場合によっては数百回発生します。しかし、阿蘇でただひとつ活動している火山である中岳では、火山に関する大きな地しんはほとんど起こりません。阿蘇地域では、1975年1月22日の13時40分に、マグニチュード5.5の前しんが発生しました。マグニチュード6.1の本しんは翌日の23:19に発生し、その後数回の余しんが発生しました。この地しんでは10人が負傷し、道路が12カ所でこわれ、15カ所の土砂くずれがありました。その他にも、16の建物が完全に破かい、17の建物が部分的に破かい、181の建物がわずかに破かいされました。これらの地しんは火山活動ではなく断層によって引き起こされたと考えられています。

熊本の地震

熊本にはたくさんの断層があるので、地しんがたくさん起こります。

熊本地域では、2016年4月14日21時26分に熊本県と大分県の間で「2016年熊本地しん」とよばれる地しんが発生しました。これらの地しんのうち最大のものは、しん度7が2回、2016年4月14日の夜と2016年4月16日の夜中に発生しました。地しんは、建物が全部こわれてしまった8,000軒の家を含む、19万軒以上の家をこわしました。2017年までに、ひなんによって病気が悪くなり亡くなった方もふくめて、約225人が亡くなりました。これらの地しんの後には、余しんもたくさん発生しました。



(画像提供:アメリカ地質学会)

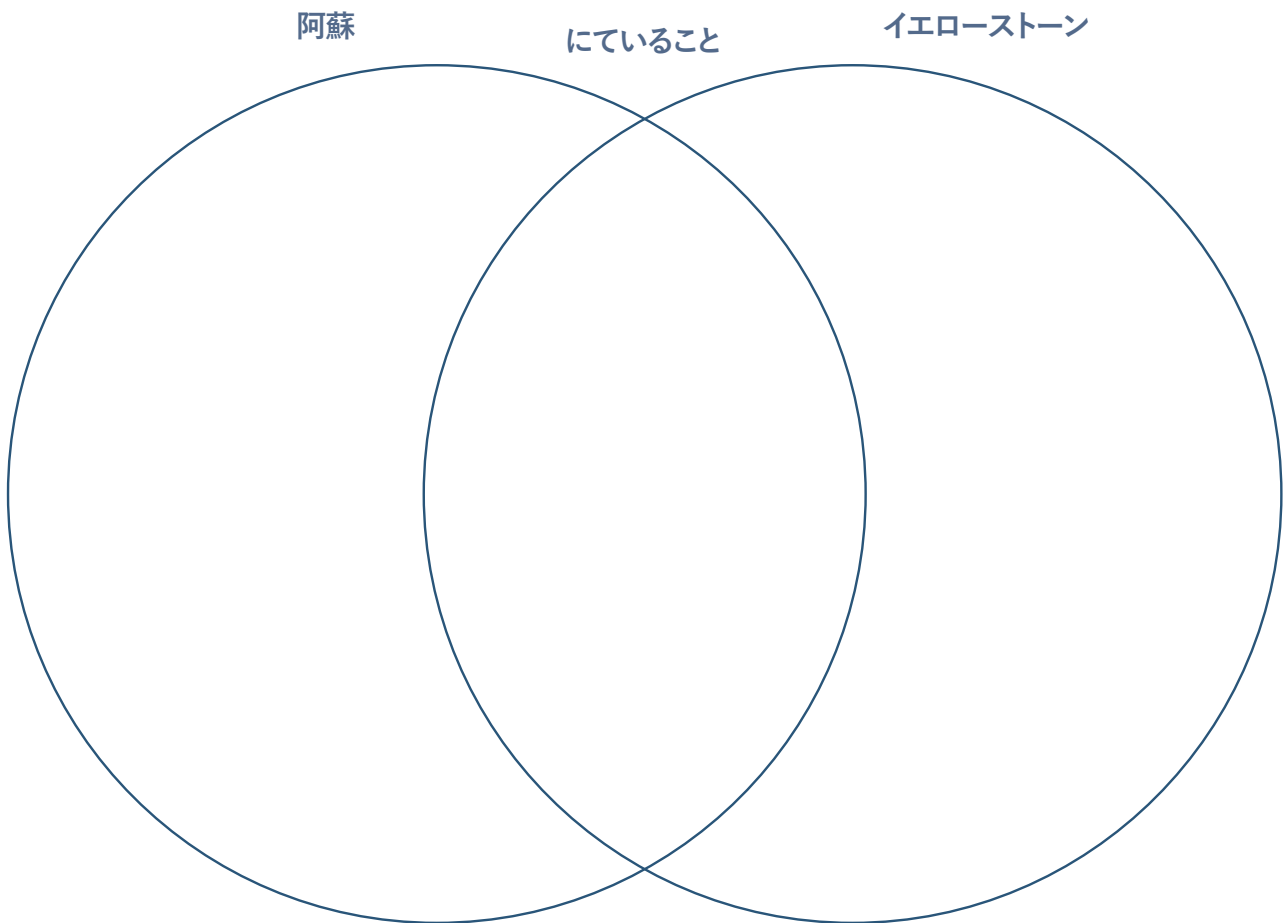
ワークシート

地質分野の授業2:自然災害-変わる景色

比べてみよう

阿蘇と熊本の地しんとイエローストーン国立公園付近の地しんについて学びましょう。この2つの地域の地しんについて、それぞれにしていることを円が重なっているところに、ちがうことは円が重なっていないところに書きましょう。

答え:





ワークシート

地質分野の授業2：自然災害－変わる景色

学習活動1

マシュマロとつまようじの建物のデザインの絵をかきましょう。

学習活動2

建物のたいしん^{*}性を向上させるための特ちょうを説明してください。

学習活動3

次回は、たいしん^{*}性を高めるためにデザインをどのように変えますか？

※たいしん(耐震)とは…建物を強い造りにして、地しんのゆれで建物がこわれないようにすること

3

地質分野の授業3
土地の成り立ちと地層の作り方



授業の手引き

地質分野の授業3: 土地の成り立ちと地層のでき方

授業の目標

児童は、砂やシルトや粘土のような現在の堆積物とそれらの地層に結果的に記録される、運搬、堆積、そして堆積物を堆積岩に変える堆積後の変化の過程である堆積学について探究する。

段階的目標

1. 堆積岩は他の種類の岩石とどのように違うかを説明できる。
2. 堆積岩がどのようにしてできるか述べるができる。
3. 主要な3つの種類の岩石をノートに描くことができる。

評価

1. 異なる岩石の種類の理解度を評価するために発問に対する児童の反応を確認する。或いはワークシートを使い要点に下線を引かせる。
2. ワークシートの児童の回答を評価する。
3. ワークシートにおける児童の活動を評価する。

教材

- ワークシートの印刷 (p.130 - 135, 人数分)
- 透明な蓋付きのペットボトル (人数分)
- ペットボトルに入れる土、砂、小石、葉っぱ、根、小さな木ぎれ、腐食植物片 (授業の前に宿題として集めさせることを考慮する)

準備

- ワークシートを児童の人数分印刷する。
- 児童数分の堆積物の材料を集める。それらを配付しやすいように適切な容器に分けておく。

授業の手引き

地質分野の授業3：土地の成り立ちと地層のでき方

授業の展開

学習活動	期待される児童の反応／ 教師による指示・応答	目標／評価方法
「堆積岩とそのでき方」の部分を読む。堆積岩層の主要な考え方を理解するために話し合う。	主な考え方を探すようにワークシートを見るように促す。堆積岩をつくる過程を示す活動を行うことを伝える。	体験活動の前に基礎的な堆積学の考え方を理解することを支援する機会を教師に与える。
ペットボトルに小石・砂・泥・植物をこの順序で積層する。	ペットボトルと小石・砂・泥・植物を配布する。ペットボトルはどのようなところが堆積環境と似ているか、どのようなところが似ていないかを発問し、ペットボトルの内部の様子をスケッチするよう指示する。	児童が批判的に考え、彼らの素材の知識を確認することを推奨する機会を教師に提供する。
ペットボトルに水を注ぎ、これらを振った後どのようになるかを予測してワークシートに記入する。	予想させた後ペットボトルを振らせ、テーブルの上に置くよう指示する。	児童のこの授業の理解度を確認する機会を教師に提供する。
5分後、ペットボトルの内部の様子を記録する。	予想を評価するためにいくつかの助言を必要とすることが想定される。児童に最初のスケッチを参考にしよう促す。	児童の予想について話し合いをする機会を教師に提供する。
「堆積岩」の部分を読み、ワークシートに堆積岩の種類のをかく。	堆積岩の種類をかく際に悩む児童がいると予想されるので、堆積岩の例を示す。	「岩石の種類を決める方法」の画像(p.133)を通して児童に解説し、他の種類の岩石について紹介する機会を教師に与える。
別のペットボトルをスケッチし、学級全体で何が違いどのように堆積物が沈降したかを話し合う。	話し合いにおいていくつかの助言が必要となることが想定される。そして話し合いを始めるために「どのように層が形成されるかということについて何か気がつきましたか?」「そのような方法で形成されると考えたのはなぜですか?」と発問する。	この授業に対する児童の理解度を確認し、この授業と活動がどのように関係しているのか児童によく考えさせる機会を教師に提供する。



参考資料 地質分野の授業3：土地の成り立ちと地層のでき方

岩石の種類

岩石は私たちの天体又は他の天体を構成する一部として自然に産す固体の集まりである。地質学者は岩石を基本的に**火成岩**、**堆積岩**、**変成岩**の3つに区分した。

堆積岩

地球の地殻の主要な部分は火成岩で占められるが、それらはしばしば堆積岩の層によって覆われている。堆積岩はその岩石の記録の中に地球表面の継続的な侵食とその形成過程、そして流れが静止する場への運搬過程を記録している。堆積岩はその名前が示すように、液体の水、氷、又は風によって運ばれた堆積物や岩屑によって形成されて、圧縮され固結している。堆積岩はその親とも言うべき先に露出していた岩石の小さな欠片が堆積することによって形成された2次的な岩石である。堆積物の起源によって3つの主要な堆積岩が知られている。

砕屑性堆積岩は先に露出している岩石の破片からなる。露出している岩石が風化と侵食によって堆積物とよばれる砕屑性の粒子を形成し、砕屑性の堆積岩は堆積物の蓄積物である。例えば、古い岩石から侵食された小石の欠片は礫岩を形成し、古い岩石から侵食された砂粒は砂岩を形成し、そして、古い岩石から侵食された泥(シルトと粘土)は泥岩や頁岩を形成する。

化学的堆積岩は、湖や海洋中にもたらされた溶解した物質に由来する。状態が良好な場合、溶液から沈殿し、堆積物として水底に堆積する。沈殿は蒸発や生物による生物活動など物理的過程によって生じることもある。例えば、石灰岩は最も豊富な化学的堆積岩である。それは、海水中から方解石が沈殿するか、生きている生物によって形成された貝殻など他の炭酸塩の骨格の材料から典型的に湖や海洋の底に堆積岩として堆積することも度々ある。ほとんどの石灰岩は生物起源である。

有機的堆積岩は生きている生物の炭素由来の有機物が生物の死骸の上に堆積して形成される。これらの有機物豊富な堆積物はすべてのサイズにおける様々な生物によってもたらされる；顕微鏡サイズの微生物、藻類、葉、根、それに動物の軟体部などである。石炭(ほとんど湿地の細胞植物から形成される)は有機的堆積岩の例である。

参考資料

地質分野の授業3：土地の成り立ちと地層のでき方

火成岩

火成岩はマグマが冷えることによって直接形成される結晶質な固体である。マグマは、地球内部の高温高圧の環境下で部分的に岩石が融解することによってつくられた溶けた岩石である。岩石が溶けると密度が低下し、地表へ上昇する。地表へ到達したマグマは溶岩と呼ばれる。多くの溶岩流はハワイでの噴火のように静かであるが、1980年のセントヘレンズ火山の噴火のように暴力的になることもある。地球の表面を形成する火成岩は噴出岩または火山岩（volcanic rock）と呼ばれる。これらはローマの火の神ブルカン（Vulcan）に由来して名づけられた。玄武岩は噴出火成岩の良い例である。

マグマが地表に達する前に冷却して固結し火成岩になったものは貫入岩又は、ローマの黄泉の国の神のブルートに由来して深成岩と呼ばれる。これらの岩石は長い時間をかけて冷却し、花崗岩に見られるような大きな結晶構造を発達させる。貫入岩はしばしば、しかし、地球の表面の隆起や侵食の結果として、後で地表に露出するか、そうでなければ、地下に埋没したままである。

変成岩

変成作用とはひとつの岩石が別のタイプの岩石に変化することである。変成岩は、元々存在していた火成岩、堆積岩、又は他の変成岩が地球深部の非常に高温且つ（又は）高圧の状況下で形成される。

地球深部に埋没した岩石は温度と圧力が上昇した状態にさらされる。この熱と圧力は元々存在した岩石の鉱物が、温度と圧力が上昇する環境下でより安定状態に変化する原因となる。結晶は生じるが、それらが生じる圧力の方向を反映した方向に長くなる。ありふれた変成岩としては、片麻岩、結晶片岩、粘板岩、大理石などがある。

まとめ

まとめると、岩石は地球の一部として自然に産する固形物である。岩石は基本的に火成岩、堆積岩、変成岩という3つの異なるタイプに分けられる。

火成岩は、地球内部の岩石が部分的に融解したマグマが冷えることによって直接形成される結晶体の固まりである。溶岩はマグマが地表に到達したものである。噴出岩や火山岩は地球の表面で形成される火成岩であり、一方、貫入岩や深成岩は地下で形成される火成岩である。

堆積岩は水中で積もり互にくっつき合った堆積物や岩屑でできている。碎屑性堆積岩は浸食された岩石の固形物でつくられる。化学的堆積岩は湖や海洋の溶液中の物質からつくられる。有機的堆積岩は炭素が豊富な有機物が生物の死骸の上に重なることによってつくられる。

変成岩は、元々存在した岩石からつくられる。堆積岩や変成岩は、他の岩石から二次的につくられる岩石である。

ワークシート

地質分野の授業3：土地の成り立ちと地層のでき方

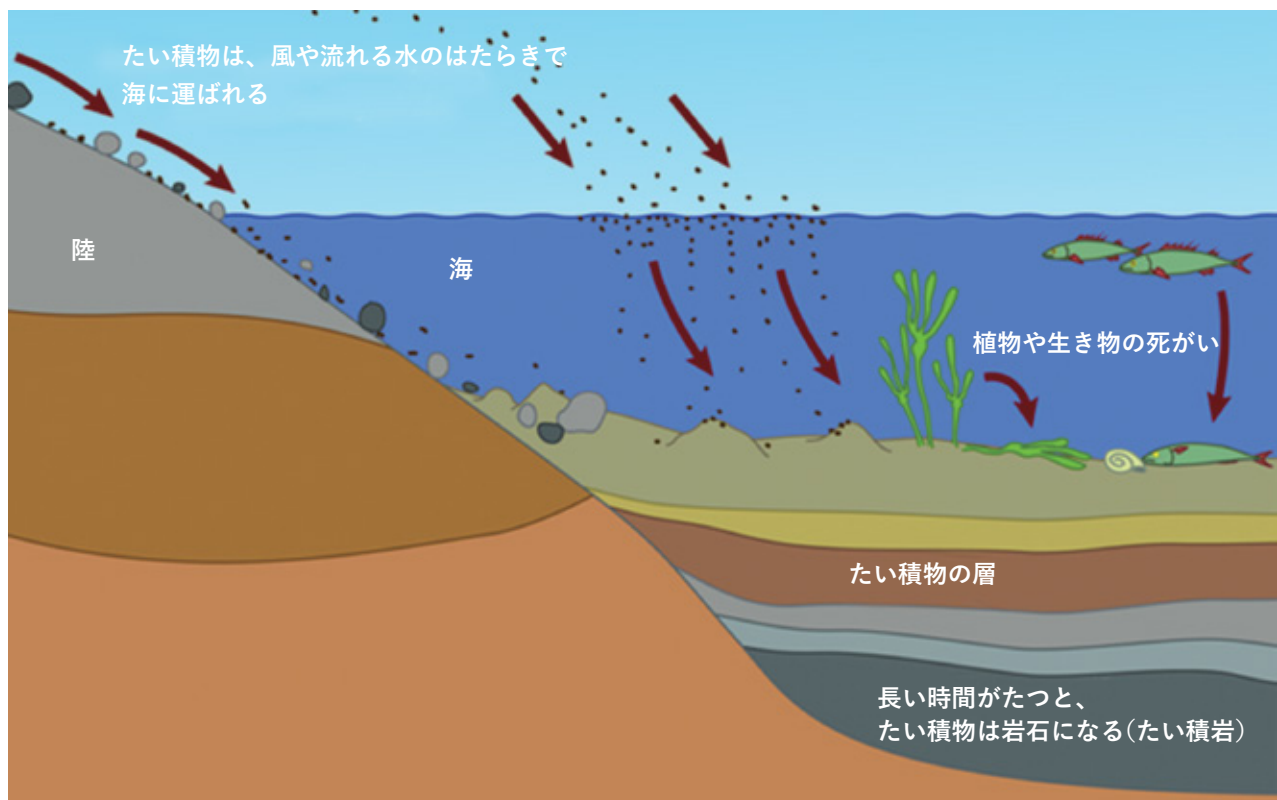
サンドイッチがどんな風にできているか考えてみましょう：

一番下の層の食パン、ハムとチーズの層、そして一番上のもう一枚の食パンの層。同じような形でたい積岩もちょうどサンドイッチのような層でできています。層はもともと水平にでき(原地層水平たい積の法則)下の層は上の層より古くなっています(地層累重(るいじゅう)の法則)。

たい積岩は周囲の土地がこわされたり、しん食されたりしたときにできます。小さく割れた岩石の欠片はたい積物とよばれます。たい積物は砂・泥・小石・鉱物・生物の死がい・植物の粒子などです。

元々あった岩石が地球表面で風化(ふうか)し、たい積粒子になるためしん食されて、水や氷や風によって運ばれます。

たい積物は、その粒子を動かすのに十分なエネルギーが失われるまで動き、その後ゆっくりと積ります。粒子が積まる場所のことをたい積場といいます。たい積場には例えば河川ぼん地、湖、海岸しっ地、海洋などがあります。これらの環境に生息している生物は死ぬとその環境のたい積物と一緒に積もり、化石として保存されます。時間の経過とともに、層の上に層が重なり、やがて層はかたい岩石になります。



(画像はクリエイティブコモンズより転載)

ワークシート 地質分野の授業3:土地の成り立ちと地層の作り方

岩石の種類

岩石は私たちのわく星の一部か他のわく星の一部として自然に産出する固形物です。地質学者は岩石を大きく3つの種類（火成岩、たい積岩、変成岩）に分けています。

たい積岩

火成岩は地球の地かくの大部分をしめますが、それらはしばしばたい積岩の層におおわれています。たい積岩は元々そこにあった岩石(原岩)の小さい粒が積もることによってできる二次的な岩石です。たい積物の由来に基づいて、たい積岩には主に3つのタイプがあります。

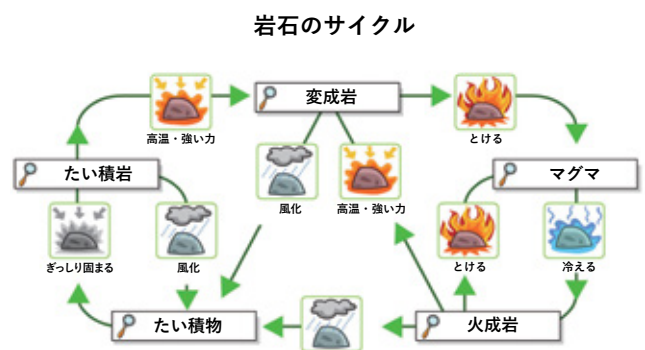
砕屑(さいせつ)性たい積岩は、原岩の破片で形成されます。もともとあった岩石の風化としん食は岩屑(がんせつ)とよばれる砕屑(さいせつ)粒子を形成します。砕屑性たい積岩は岩屑が積もって固まった岩石です。例えば、古い岩石が風化してできた小石による岩石はれき岩、古い岩石が風化してできた砂の粒による岩石は砂岩、古い岩石が風化してできたどろの粒子(シルト・ねん土)による岩石はでい岩です。

化学的たい積岩は湖や海洋に流れ込むよう液にとけている物質に由来します。状態が適していれば、物質がよう液からちんでんし、たい積物として水底にちん降します。ちんでんは、蒸発や生物活動のような物理的作用によっても生じます。例えば石灰岩は、もっともありふれた化学的たい積岩です。それは海水中で方解石(ほうかいせき)の粒子がしょう出することによってできたり、貝がらや炭酸塩のからをもつ生物の死がい湖や海洋の底にたい積し、たい積岩になることによってできたりすることもあります。ほとんどの石灰岩は生物からできているのです。

有機的たい積岩は生物由来の物質(生きている生物からの炭素を含む有機物質)が生物の死がいの上に重なってできます。有機物に富んでいるたい積物は、けんび鏡で見るような小さな細きん類、も類、葉、根、動物のやわらかい組織など様々な大きさの様々なタイプの生きものに由来します。石炭(ほとんどがしつ地の植物からなる)は有機的たい積岩の一例です。



(画像はクリエイティブコモンズより転載)



風化とは…気温の変化や太陽の光、雨などによって岩石が細かくくだかれること

ワークシート

地質分野の授業3:土地の成り立ちと地層のでき方

豆知識

・たい積岩の層は地層とよばれます。科学者が地球の過去を調べるときに役立ちます。

・たい積物がしずむと圧縮され、おたがいにくっつき合いかたい岩石となります。この作用は石化作用とよばれます。

・たい積岩の中からときどき何百万年も前の植物片や化石が見つかります。

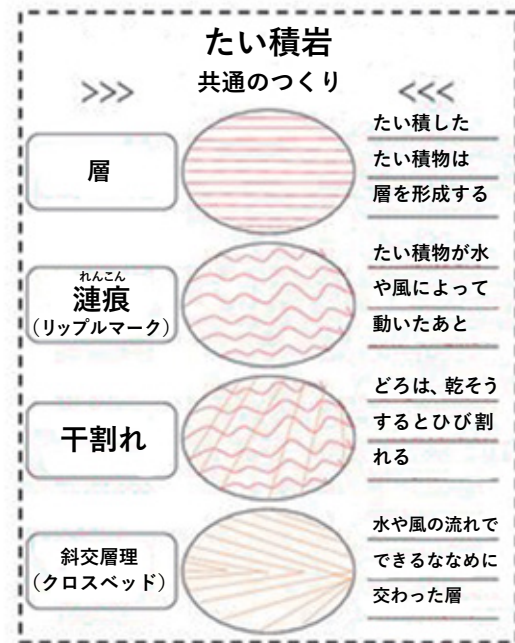
・たい積岩は地球の過去を調べるのに役立ちます。

・食事にかける食たく塩は岩塩とよばれる化学的たい積岩でできているかもしれません。

・黒板のチョークは石灰岩の一種です。

・たい積岩は地球の表面で毎日つくられています。それらはたい積物が重なり合ってそれが圧縮されてついにかたい岩石となっていきます。

・たい積岩の3つのタイプに砕屑(さいせつ)性(岩石がくだかれてたい積物をつくり、そのたい積物が運ばれてたまってできる)と化学的(水中にとけている物質がちんでんしてできる)、有機性(動物や植物の死がいからできる)があります。

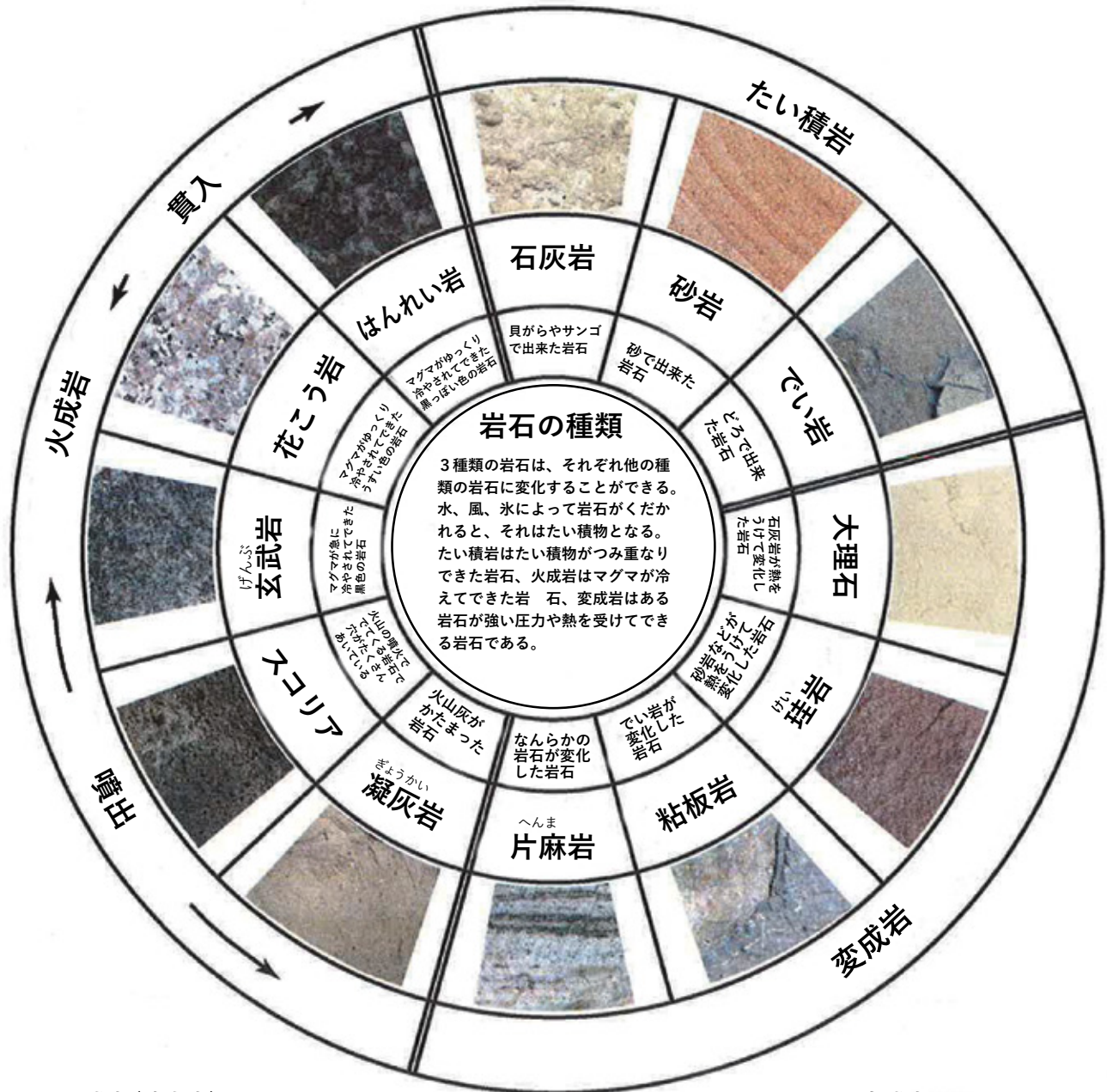


(画像はクリエイティブコモンズより転載)

岩石の見わけ方

火成岩(貫入岩)
 マグマが地下でゆっくりと冷えて固まってできる。

堆積岩
 水によって運ばれたどろや砂が堆積したり、化学的な働きなどによってできる。



火成岩(噴出岩)
 溶岩が地表を流れたり空中に飛び出したりすることによって急速に冷えて固まってできる。

変成岩
 古い岩石が溶けることなく圧縮されたり熱せられたりすることによってできる。岩石の種類はどのような岩石がどのような熱や圧力を受けるかによって決まる。

(図版はアメリカ地質学会ビル・ランガーを改変)



ワークシート 地質分野の授業3：景色の作られかた～たい積～

たい積岩をつくろう

それぞれの段階でペットボトルの様子をスケッチしましょう。スケッチした各層には、次のことばを当てはめてください。

：植物、小石、砂、どろ

水を加える前	水を加えふった後	水の動きがおさまった後

ペットボトルをふった後どのようになるか、予想を書きましょう。



ワークシート

地質分野の授業3：景色の作られかた～たい積～

たい積岩には3つの種類があります。ワークシートを読んでその3つの種類の岩石を見つけましょう。

岩石の種類：_____	岩石の種類：_____	岩石の種類：_____

ペットボトルを観察し、それがたい積岩の層をどのように再現しているか説明しましょう。

1

古生物分野の授業1
化石発くつの進め方



授業の手引き 古生物分野の授業1:化石発くつの進め方

授業の目標

化石を発掘するための許可の取得や、化石発見後の博物館における研究や展示などについて学び、化石発掘に要する多くのステップや技術を探求し、古生物学に対する興味関心を向上できる。

段階的目標

1. 古生物学の基礎的な実践ステップを説明できる。
2. モンタナ州と熊本県における古生物学の実践状況を比較・対比することができる。

評価

1. ワークシートの事例紹介を使用して、モンタナ州と熊本県における古生物学の実践に関する理解度を評価する。
2. モンタナ州と熊本県の古生物学の実践状況を比較する学習について、議論や相違点・類似点の識別を通して、両者を比較する能力を評価する。

教材

- プレゼンテーション資料(プロジェクトHPよりダウンロード)
- ワークシートの印刷(p.142 - 156, 人数分)
- ワークシートの単語リストより、古生物学者が使う道具の実物例(必要に応じて)

準備

- ワークシートを児童の人数分印刷する。
- ワークシートの単語リストに記載されている、古生物学者が使う道具(必要に応じて)

授業の手引き

古生物分野の授業1：化石発くつの進め方

授業の展開

学習活動	期待される児童の反応／ 教師による指示・応答	目標／評価方法
古生物学のプロセスを聞く。	追加で説明が必要な場合は、プレゼンテーション資料を使用することが可能。	化石発掘の実践について紹介し、発掘の許可・化石の発見・発掘・輸送・展示の各ステップについて説明をすることが出来る。また、事例紹介を読む準備が整う。
担当する国の事例紹介のページを読み、また、各グループが担当する地域の「化石発掘方法(p.142、143)」を読む。	4グループ以上に分ける。1つのグループが4つのうち1つの事例紹介を担当する。事例紹介のうち2つはモンタナ州のもの、2つは熊本県のものであることを説明する。知らない単語については、追加で説明を求められることが予想される。	教師が地理について教える機会を得る。
それぞれが担当する事例紹介のページを読み、グループごとに質問に答える。	知らない単語については、追加で説明を求められることが予想される。可能であれば、古生物学者が使用する道具の例を示す。	教師に単語の説明をする機会を提供する。児童は、化石の発見・発掘・輸送・展示のそれぞれのステップと使用する道具を関連付けて理解出来る。
各グループ代表者は、事例紹介から学んだことについて各質問に対する回答をあげ、グループ内で共有する。	モンタナ州と熊本県において、双方の化石発掘現場に持ち込まれている道具には違いがあることを発見することが期待される。	解説を行うために児童が学習したことや違いを発見したことについて共有する機会となる。
モンタナ州と熊本県における化石発掘の方法や野外調査の時期について、どんな違いがあるのか議論を行う。議論の結果出てきた類似点と相違点を記録する。	モンタナ州と熊本県で、同じ道具を使用している場合と異なる道具を使用している場合があることを不思議に思うことが予想される。議論が停滞している場合は教師により誘導する。	モンタナ州と熊本県における化石発掘方法の違いについて議論をすることができる。(例)熊本の離島で発見された化石の場合…船による輸送の必要性や、潮見表を使い潮の高さをあらかじめ確認しておく必要がある等。



参考資料

古生物分野の授業1:化石発くつの進め方

化石発掘の実際

化石を見つける時にまず重要なことは、「どの場所を探すか」ということである。たとえばティラノサウルスの化石を発見したい場合、ティラノサウルスが生きていた時代の地層を探さなければならない。そこで地質学者たちは「地質図」とよばれる、その土地がどのような地層・岩石でできているかを表した地図を作成する。地質図を用いれば、ティラノサウルスの化石が見つかる可能性のある場所を特定することができる。ただし、その場所から恐竜を掘り起こす前には、発掘を行う許可を得る必要がある。許可を取得後、実際に野外にいった化石を探す。これは、探査や調査とよばれる。古生物学者は、ときに地層から見える化石のかけらを探すことに多くの時間を費やす。雨風によって侵食された丘の表面から骨化石のかけらが見つければ、その周辺には重要な化石が眠っている可能性があるからだ。しかし、かけらをみつけた時点では、「何が丘の中に眠っているのか」を正確に判断することは難しい。肋骨などの部分的な化石かもしれないし、全身骨格の一部かもしれない。それが何かを探るたったひとつの道は、その骨化石のかけらを発見した場所を掘り、化石発掘を開始することだ。

化石は大変壊れやすいため、発掘は非常に慎重に行う必要がある。大きな岩石を取り除くためには、シャベルやハンマー、ピックなどを使用することができるが、化石のすぐ近くで作業をする場合はより小さなブラシやたがねを使用する。化石が地面の中から出てきたら、その化石が壊れてしまうことを防ぐため、保護剤や硬化剤を使用して化石を保護しながら発掘を進める。化石を地面から取り出す前には、どのような状態で化石が発見されたかについて詳細に記録することが非常に重要である。これは、化石がどのように保存され、その生物がどのように死亡したかを解明する手がかりになるのだ。古生物学者は、写真撮影や奥行きと向き測定、そして化石が地面にどのように配置されているか地図を詳細に記録することで、これらの手がかりを逃さないようにしている。

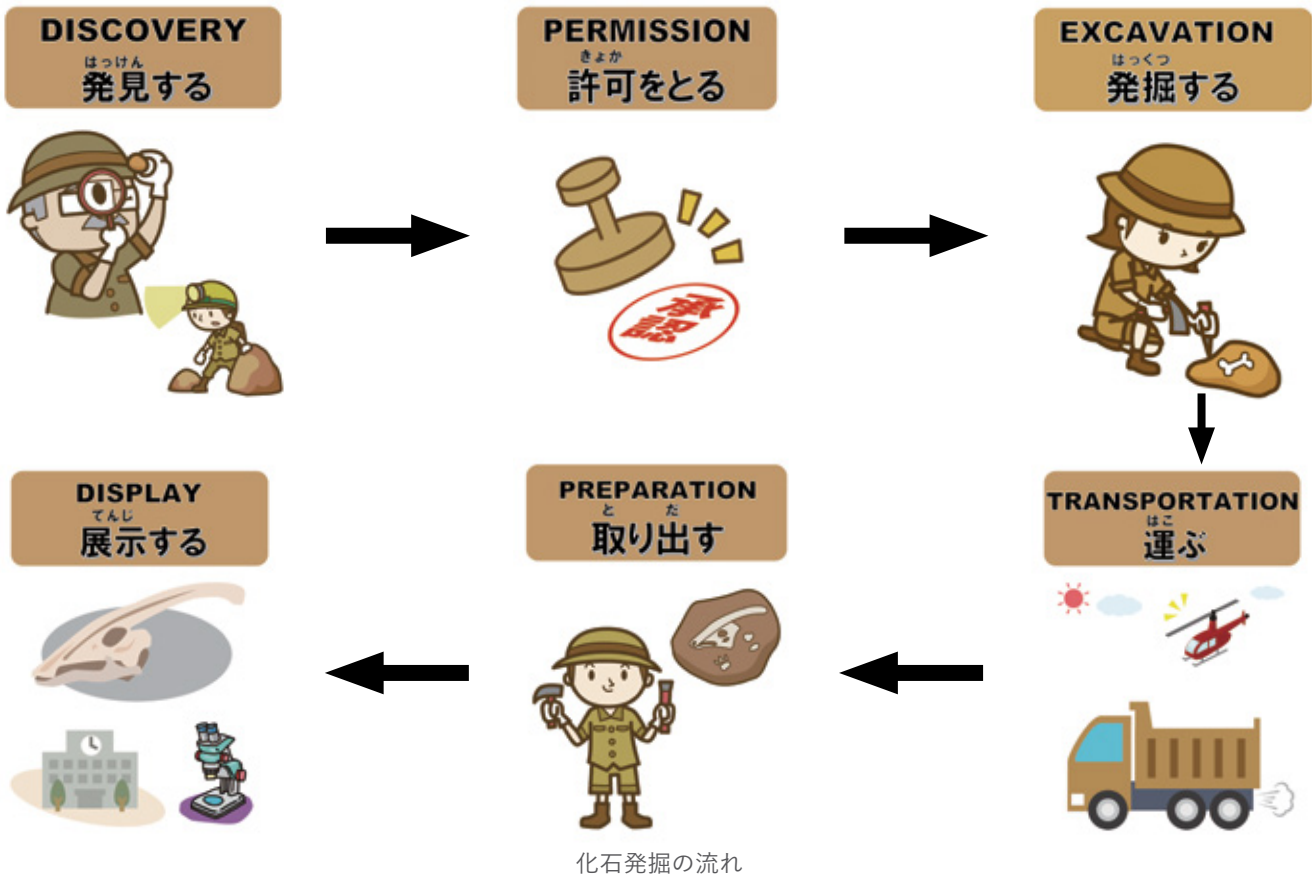
すべての情報を記録した後、ようやく化石を地面から取り出す。通常は、麻布に石膏を染み込ませたフィールドジャケットとよばれるもので周りの岩石ごと化石を覆う。これは、骨を折った際に巻かれるギブスによく似ている。フィールドジャケットの大きさは、化石の大きさによって異なる。小掌に収まるくらいの大きさで簡単に持ち運ぶことができる小さなものもあれば、トラックに積み込むためにヘリコプターが必要になるくらい大きく重いこともある。

化石を博物館に運んだ後は、フィールドジャケットを開いて化石の周りの岩石を慎重に取り除く作業(クリーニング作業、プレパレーションともよぶ)を行う。何千・何億万年の間化石をつつんでいた岩石を慎重に取り除くには、ピックやブラシを使用する。岩石が非常に硬い場合は、エアスクライバーや小さなジャックハンマーなど、より強力な道具を使用する場合もある。この作業を行うプレパレーターは、どんなに小さな化石の破片でもなくさずに接着作業を行うため、研究者はその化石の研究を行うことができるのだ。化石のプレパレーションに必要な時間は化石の状態や岩石の硬さに左右され、数週間～数か月、もしくは数年以上かかることもある。

化石のプレパレーションが終了すると、その化石は博物館の標本として収蔵される。収蔵庫は図書館のようでもあるが、本の代わりに化石がおさめられている。各標本には番号が割り当てられ、コンピュータ内のデータベースに登録される。これにより、博物館は化石標本についての情報を管理することができる。以上のようにして発掘された化石が博物館の標本として登録され、ようやく博物館での展示や研究、教育などに利用することができるのである。

参考資料

古生物分野の授業1：化石発くつの進め方



日本での化石発掘：許可取得に関する注意

化石は、進化と大昔の環境を理解する重要な証拠である。日本では、通常、土地の所有者が禁止しない限り、土地の所有者から許可を得ずに地表にある化石を探ることが出来る。しかし、化石を掘り出すためには、まず許可を得なければならない。古生物学者は、地元の教育委員会や化石が発見された周辺の博物館を通じて土地の所有者にまず連絡をする。土地の所有者から許可を得ることが出来た後、地中の化石の発掘を進めていくことができる。

日本では表面の土壌と植生が豊富で、中生代の岩の地層が見られる場所(露頭)はまれである。地質学的なデータに基づいて化石のある場所を予測することは可能だが、化石が地表に現れていなければ、実際にどこで化石を掘り出す必要があるか一つまり、どの場所で許可を得る必要があるのかを具体的に決めることは難しい。

考古学的な資源や歴史的な資源を保護する法律はあるが、現在のところ古生物学的な資源(化石など)を保護する法律は不十分なものだ。天然資源としてその地域に指定された化石は、土地の所有者との契約によって保護することができるが、時には土地の所有者が複数存在することがあり、そのすべてから許可を得るのが難しい場合もある。

ワークシート

古生物分野の授業1:化石発くつの進め方

モンタナ州での化石発くつ方法



モンタナ州の化石発くつ風景(写真提供:モンタナ州立大学附属ロッキー博物館)

モンタナ州の古生物学者(化石を研究する人)は、夏に作業を行います。モンタナ州の冬は雪が多く作業ができないためです。夏の気候は乾そうして暑いので、古生物学者はぼうしや日焼け止めを必ず野外に持って行きます。そして水もたくさん飲む必要があります。

モンタナ州では、恐竜時代の終わりは「ヘルクリーク層」という地層に保存されています。まず古生物学者は地質図^{※1}を使用してこの地層がどこに分布しているかを調べます。ヘルクリーク層が分布している場所を見つけられたら、その土地の所有者もしくは管理者がわかります。その場所が公有地の場合、化石を発くつするために公的な許可を得る必要があります。

野外調査チームが地層表面の化石を発見し、化石を発くつする許可を所有者もしくは管理者から得ることができたら、彼らは化石を発くつするための道具をそろえます。これには、岩石ハンマー、スコップ、たがねなどがあります。また、小さな化石を保管するためのビニール袋や、化石発くつに関する情報を記録するノートも必要です。古生物学者は化石がどのように地層の中に入っていたかについて、方角などの詳細を記録するために特別なコンパスを使用します。これは、恐竜がどのように化石として保存されたかを知るための手がかりになります。測量ポールは、地層のどこで化石が見つかったかを測定するために使用され、恐竜がいつ生息していたかを理解するのに役立ちます。恐竜

の化石はかたい岩石でおおわれていることが多々あるので、さく岩機が必要になることがあります。

化石の表面がでてきたら、化石を保護するために、古生物学者たちはあさ布と石こうを使いフィールドジャケットを作ります。まず、化石をペーパータオルやアルミホイルでおおいます。これは、フィールドジャケットから化石を取り出すときに役に立ちます。(野外で石こうを混ぜ合わせるには、浅いバケツに水を入れます。そのバケツの中で石こうの粉と水を混ぜ合わせ、麻布をひたします。)

フィールドジャケットで化石をおおった後は、トラックやトレーラーを使って博物館に運びます。フィールドジャケットが非常に大きい場合には、トラックにのせるためにヘリコプターが必要な場合もあります。化石をトラックにのせたら、博物館に運び、そこでプリパレーター^{※2}が化石のクリーニング^{※3}を行い、研究者によって研究されます。あるいは博物館で展示されることもあります。

※1 地質図とは…その土地がどのような地層・岩石でできているかを表した地図

※2 プリパレーターとは…岩石から化石をとりだす技術者

※3 化石のクリーニングとは…岩石から化石を取り出すこと

ワークシート 古生物分野の授業1：化石発くつの進め方

熊本県での化石発くつ方法



熊本県の化石発くつ現場(写真提供:天草市立御所浦白亜紀資料館、御船町恐竜博物館)

熊本県は温暖な気候のため、古生物学者(化石を研究する人)は1年を通して野外調査をすることが出来ます。しかし、モンタナ州とちがって、熊本県の古生物学者は化石層にたどり着く前にたくさんの木や植物を取り除かなければならないことがよくあります。また、天草市の御所浦島のように、化石が見つかる場所まで船を使用して行かなければならないこともあります。

熊本県内では、例えば御所浦層群や御船層群とよばれる地層から恐竜化石が見つかります。古生物学者たちは熊本県の地質図^{※1}を使い、地層がどこにあるのかを調べます。御所浦島のように、その地域をより詳しく示す独自の地質図がある場所もあります。化石を発見したら、古生物学者は化石を発くつするためにその土地の所有者または管理者の許可を得る必要があります。日本では、土地の所有者は、地元の教育委員会や博物館を通じて連絡を受けることもあります。

野外調査チームが化石を発くつする許可を得たら、化石を発くつするための道具を集める必要があります。化石がある場所によっては、植物を取り除くための草刈り機が必要になるかもしれません。海や、海に近い場所に調査地がある場合、化石を安全に発くつするために潮見表^{※2}を持参し潮の満ち引きを確認する必要があります。ビニール袋は小さな化石を入れるために、岩石ハンマーはかたい岩石を割るために使います。

高圧洗じょう機は岩石に付着したどろなどを取り除くために使われ、古生物学者が岩石の表面に見える化石を見つけられるようにします。さく岩機と高圧洗じょう機を使う際には、エアーコンプレッサー^{※3}が必要です。化石が発見されると、化石を保護する薬品をつけ、石こうにひたしたあさ布で作られたフィールドジャケットでおおい保護するか、発泡シートとこん包用テープで包みます。

化石が発くつされたら、トラックまたは水辺であれば船を使用して、博物館まで運びます。プリパレーター^{※4}によって化石のクリーニング^{※5}作業が進められ、研究者によって研究され、そして博物館で展示されることもあります。

※1 地質図とは…その土地がどのような地層・岩石でできているかを表した地図

※2 潮見表とは…満潮や干潮の時間がのっている表

※3 エアーコンプレッサーとは…圧縮した空気を機械に送り込み、動力を伝える装置

※4 プリパレーターとは…岩石から化石をとりだす技術者

※5 化石のクリーニングとは…岩石から化石を取り出すこと

豆知識:日本で恐竜化石が初めて発見されたのは1978年、岩手県でのこと。外国ではさらに以前から発見されています(「恐竜」という名前は1842年に付けられました)。つまり、日本の古生物学者は新種の恐竜を発見することがあり、新しい名前を付けることが出来る場合もあるのです。

ワークシート 実際の例(モンタナ) 古生物分野の授業1:化石発くつの進め方



～ カーター郡立博物館の場合 ～ CCM V-1938.8 エドモントサウルス・アネクテンス

名前の意味

エドモントン(地名)のトカゲ

発見地

ウインクレイ牧場(モンタナ州カーター郡)

発見された地層

ヘルクリーク層

発見した年

1933年

初めて展示された年

1954年

許可をとる

当時のカーター郡立博物館館長(ウォルター・ベック)は、牧場主から化石発くつの許可をとりました。



発見する

1938年7月13日、オービル・キャロルは館長に、「牧場主が骨化石を発見した」と報告しました。化石発くつチームは地質図を使い、骨の出たところがヘルクリーク層だとつきとめました。



発くつする

1938年8月1日、化石発くつチームの3人は現場へと向かいました。ここでは、メンバーの1人がタガネと岩石ハンマーを使って骨化石を発くつしました。見つかった骨化石のかけらはアルミホイールの上に置きました。彼はつよい日差しから身を守るために、ぼうしをかぶっていました。



ワークシート 実際の例(モンタナ) 古生物分野の授業1:化石発くつの進め方

骨の化石が地層の中から出てきたとき、ウォルター・ペックはそれらをハドロサウルス科の恐竜か、その他のカモノハシ恐竜の仲間の化石と考えました。右の写真は、太ももの骨化石が見つかったところです。大きさがわかるように岩石ハンマーが置かれています。



1週間かけてこれらの骨化石を発くつしました。化石を保護する薬品をぬった後、ペーパータオルと石こうを染み込ませたあさ布を順に重ねて化石をおおいました(右の写真)。すべての骨化石の発くつが終わったのは、1939年10月のことでした。



運ぶ

1938年10月2日、骨化石を包んだフィールドジャケットをトラックとトレーラーにつんで、イカラカに建てられた倉庫に運びました。



取り出す

岩石から化石を取り出す作業が終わったのは、1946年のことでした。取り出すときは、ブラシやタガネを使います。右の写真は、小さなブラシを使って頭の骨をきれいにしていくところです。



展示する

このエドモントサウルスの化石は、1954年に旧カーター郡立高校の地下室で初めて展示されました。化石を展示するために、多くの人たちが協力をしました(展示会の開会式は、1954年の雑誌の「骨化石を探す町」という記事で取り上げられました)。1976年には、たくさんの人たちの協力のもと、新しい博物館の建物の中で再度組み立てられ展示されました(現在のカーター郡立博物館)。この化石は、今でもカーター郡立博物館で見ることができます。



(写真提供:カーター郡立博物館)

ワークシート 実際の例(モンタナ) 古生物分野の授業1:化石発くつの進め方



～ モンタナ州立大学付属ロッキー博物館の場合 ～

MOR555
ワンゲル T.レックス
(アメリカ合衆国のT.レックス)
ティラノサウルス・レックス

名前の意味

暴君トカゲの王

発見地

フォートベック湖ネルソンクリーク地域
(モンタナ州マコーン郡)

発見された地層

ヘルクリーク層

発見した年

1988年

初めて展示された年

1990年

許可をとる

国立の野生動物保護区の中にあるアメリカ陸軍が管理する土地から発見されたため、ロッキー博物館は発くつ調査に行くときに、この2つの機関の許可をとる必要がありました。発くつを行う1989年と1990年に許可を取りました。許可を取るまでには両方とも3週間かかりました。



発見する

1988年にキャシー・ワンゲルがうでの骨の断片を発見しました。(後にワンゲルがその骨の化石をロッキー博物館に持ちこんで、うでの骨だとわかりました。)



発くつする

博物館のスタッフが発くつを始めたのは1989年9月9日でした。冬のあいだは、地表に出ていた骨を石こうを染みこ込ませたあさ布で作られたフィールドジャケットでおおい、翌年にふたたび現地に行くまで骨を保護しました。

この発くつの最初の段階で14日間かかりました。



ワークシート 実際の例(モンタナ) 古生物分野の授業1:化石発くつの進め方

1990年6月4日に発くつを再開しました。骨化石の上の岩を取り除くのに10日間、骨格のすべてをほり出すのにもう1週間かかりました。夏だったので、暑い日差しから身を守るためにぼうし、飲料水、日焼け止めが必要でした。骨格のほとんどは関節がつながった状態だったので、大きなフィールドジャケットをいくつか作りました。一番大きなフィールドジャケットの重さは約4トンにもなりました。発くつが終わったのは7月1日でした。どのように発くつを進めたのかは、全てノートに記録が残っています。



運ぶ

7月2日、化石を包んだフィールドジャケットをブルドーザーを使って持ち上げ、小さなトラックにのせました。全部を大きな道路まで運ぶのに4往復しました。7月3日、7時間かけてロッキー博物館まで運びました。



取り出す

うでの骨を取り出すのに約2週間、頭の骨には約2年かかりました。取り出すときは、タガネやブラシを使用しました。岩石がとてめかたい場合は、エアースクライバーを使用しました。



展示する

最初は、仮設の「プレパレーションラボ」で1990年から1992年まで展示されました。この部屋は岩石から化石を取り出す作業が見学できるようになっていたため、取り出される様子を見学することもできました。2001年9月には、博物館の前にブロンズ製の骨格レプリカが設置されました。実際の化石は、2005年から2014年にかけて、博物館の「角と歯の展示室」において発見当初の死んだ時の姿勢で展示されました。

今日では、25点以上のワンケル T.レックスの骨格や頭の骨のレプリカ(複製)が世界中の博物館で展示されています。ロッキー博物館でも、ティラノサウルス・レックスの成長過程の1つとして頭骨のレプリカが展示されています。2014年4月、ワンケル T.レックスの実物化石標本は、スミソニアン自然史博物館に運ばれました。

(写真提供:モンタナ州立大学付属ロッキー博物館)



ワークシート(モンタナ) 古生物分野の授業1:化石発くつの進め方

モンタナ州における実際の化石発くつの例を読んだあと、あなたが実際に「モンタナ州で」化石を発くつする場合を想像してください。


下の単語をつかって、質問に答えましょう。もし時間があれば、その道具をどのように使うのかも考えてみましょう。

道具一覧

- ・あさ布
- ・アルミホイル
- ・飲料水
- ・エアースクライバー
- ・岩石ハンマー
- ・化石を保護する薬品
- ・さく岩機
- ・サングラスやぼうし
- ・スコップ
- ・石こう
- ・測量ポール
- ・タガネ
- ・地質図
- ・トラック
- ・ノート
- ・ビニール袋
- ・日焼け止め
- ・船
- ・ブラシ
- ・ブルドーザー
- ・ペーパータオル
- ・リュックサック

1. モンタナ州で化石を発くつするとしたら、どの季節に発くつをしますか？

2. 化石がある場所を見つけるためには、何を使ったら良いでしょうか？



ワークシート(モンタナ) 古生物分野の授業1:化石発くつの進め方

3. 化石が見つかったら発くつ開始です。でもその前にやらなければいけないことがあります。何でしょうか。

4. 化石を発くつするためにはどんな道具が必要ですか？

5. 輸送中に化石が壊れないよう保護するためにはどんな道具が必要ですか？

6. 化石を運ぶにはどんな道具が必要ですか？

7. 博物館で岩石から化石を取り出すときには、どんな道具が必要ですか？

ワークシート 実際の例(熊本) 古生物分野の授業1:化石発くつの進め方



～ 御船町恐竜博物館の場合 ～

MDM 1942

テリジノサウルス科

名前の意味

大鎌トカゲ

発見地

熊本県上益城郡御船町天君ダム発掘現場

発見された地層

御船層群上部層

発見された年

1998年3月

初めて展示された年

2004年

許可をとる

天君ダムの化石発くつ現場へ立ち入るために、土地の持ち主から許可をとりました。契約書を作るのに1週間くらいかかりました。



発見する

この恐竜の脳かんの化石は天君ダム発くつ現場での発くつ調査のときに発見されました。発くつチームのメンバーの1人が岩石の中の骨(一部)に気づきました。



発くつする

まず、草刈り機などを使って草をかり、地層が見えるようにする必要があります。岩石を取り除くためにはショベルカーを使いました。そしてさく岩機やタガネ、ハンマーを使って表面の岩石を取り除き、砂岩の中にある化石の場所を明らかにしました。



ワークシート 実際の例(熊本) 古生物分野の授業1:化石発くつの進め方

高圧洗じょう機で岩石についたどろをおとし、化石を見つけやすいようにしました。岩石にうまっている化石が見えてきたら、化石を保護する薬品で化石を固めた後、石こうを染み込ませたあさ布で作られたフィールドジャケットでおおいました。発くつチームのメンバーは年に7~10日間の作業を5年間以上続けました。この間、テリジノサウルス類の歯やうでなどの化石も発見されました。

運ぶ

大きなプラスチック製のコンテナに入れて、トラックにのせて博物館に運びました。



取り出す

取り出す作業は約3年かかりました。かたい岩石から化石を取り出すときはエアースクライバーを使いました。2003年にすべての作業が終わりました。



展示する

御船町恐竜博物館の常設展示「恐竜時代の御船」に展示されています。



(写真提供:御船町恐竜博物館)



ワークシート(熊本)
古生物分野の授業1:化石発くつの進め方



～天草市立御所浦白亜紀資料館の場合～

GCM-VP66

日本最大級の肉食恐竜の歯化石

発見地

熊本県天草市御所浦島の採石場(「白亜紀の壁」と呼ばれる白亜紀の地層で出来ている崖のある場所)

発見された地層

御所浦層群烏帽子層

発見された年

1997年3月

初めて展示された年

1997年7月

(御所浦白亜紀資料館の開館に合わせて公開)

許可をとる

高知大学の研究グループは、採石場に行く前に、その採石場の会社から調査を行う許可を得ました。



発見する

御所浦町は、高知大学の研究グループに御所浦島で1週間の化石の調査をお願いしました。調査を行った研究グループのメンバーは7人です。調査をした採石場は車では行けない場所だったので、船を利用しました。調査しているとすぐに、メンバーの1人が岩石の表面にある真っ黒い色をした化石に気づきました。この化石は肉食恐竜の大きな歯の化石でした。その化石のふちには、肉食恐竜の歯の証しであるギザギザ(鋸歯:きょし)がありました。



ワークシート(熊本) 古生物分野の授業1:化石発くつの進め方

発くつする

その歯の化石は運ぶことのできないくらい大きな岩石に入っていたので、採石場のショベルカーで岩石を小さく割ってもらいました。研究グループのメンバーは岩石ハンマーやタガネを使い、化石のまわりに石を残した状態のまま、運べる大きさまで小さくしました。



運ぶ

周りの岩石を残した状態のまま船に積みこみ、運びました。その後、車で高知大学の研究室まで運びました。



取り出す

岩石がとてもかたかったので、取り出す作業はとても難しいものでした。小さな岩石ハンマーやタガネを使い、歯化石の片側が見える状態にするまで1か月かかりました。数年間はその状態で展示をしていましたが、その後、エアースクライバーやエアチゼルを使って、岩石から完全に化石を取り出しました。



展示する

現在、この歯化石は御所浦白亜紀資料館の第1展示室に展示されています。福井県勝山市にある福井県立恐竜博物館ではこの化石のレプリカ(複製)を見ることができます。



(写真提供:天草市立御所浦白亜紀資料館)



ワークシート(熊本) 古生物分野の授業1:化石発くつの進め方

熊本県における実際の化石発くつの例を読んだあと、あなたが実際に「熊本県で」化石を発くつする場合を想像してください。


下の単語をつかって、質問に答えましょう。もし時間があれば、その道具をどのように使うのかも考えてみましょう。

道具一覧

- | | | |
|------------|---------|--------------|
| ・あさ布 | ・ショベルカー | ・日焼け止め |
| ・飲料水 | ・スコップ | ・船 |
| ・エアースクライバー | ・石ころ | ・ブルドーザー |
| ・化石を保護する薬品 | ・タガネ | ・帽子 |
| ・岩石ハンマー | ・地質図 | ・ブラシ |
| ・草かり機 | ・トラック | ・プラスチック製コンテナ |
| ・高圧洗じょう機 | ・ノート | ・ペーパータオル |
| ・さく岩機 | ・ビニール袋 | ・リュックサック |

1. 熊本県で化石を発くつするとしたら、どの季節に発くつをしますか？

2. 化石がある場所を見つけるためには、何を使ったら良いでしょうか？



ワークシート(熊本) 古生物分野の授業1:化石発くつの進め方

3. 化石が見つかったら発くつ開始です。でもその前にやらなければいけないことがあります。何でしょうか。

4. 化石を発くつするためにはどんな道具が必要ですか？

5. 輸送中に化石が壊れないよう保護するためにはどんな道具が必要ですか？

6. 化石を運ぶにはどんな道具が必要ですか？

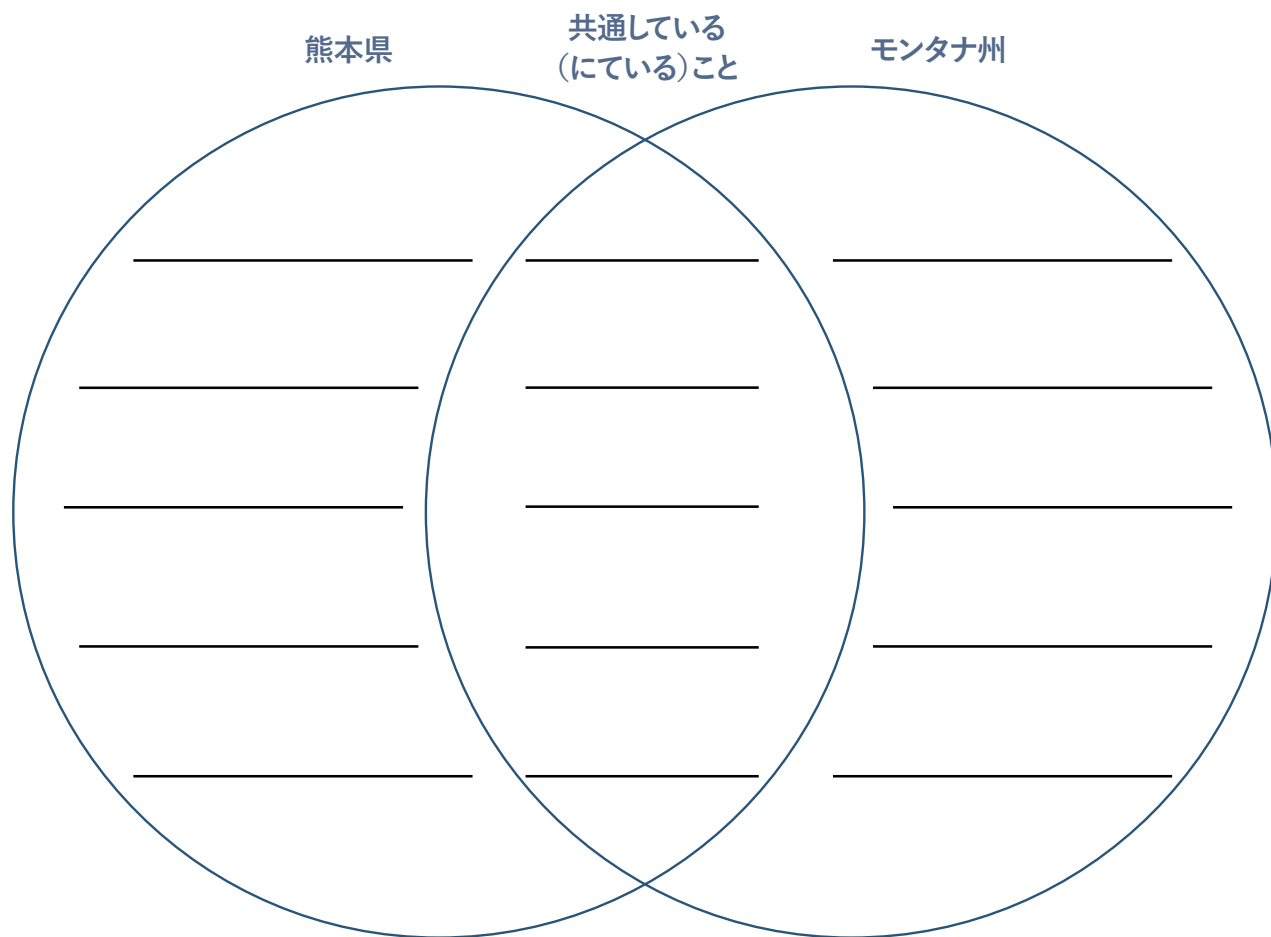
7. 博物館で岩石から化石を取り出すときには、どんな道具が必要ですか？



ワークシート(熊本) 古生物分野の授業1:化石発くつの進め方

比べてみよう

モンタナ州と熊本県におけるそれぞれの化石発くつ方法について、2つの国で違うことを円が重なっていないところに書き込みましょう。円が重なっているところには、共通している(にている)ことを書き込みましょう。



2

古生物分野の授業2
いろいろな時代の、いろいろな化石



授業の手引き

古生物分野の授業2:いろいろな時代の、いろいろな化石

授業の目標

異なる地域から発掘される化石を時代ごとに分類し対比する学習を通して、古生物が生きていた時代(地質時代)について調査する際には、離れた場所に関する情報も欠かせないことを学び、地層の広がりなどについて理解を深めることができる。

段階的目標

1. 太古の生き物(古生物)とその化石が産出した地域を一致させることができる。
2. モンタナ州と熊本県の化石記録と地層の重なっている順序について比較できる。

評価

1. ワークシート「地層の重なっている順序」のページで、正しい位置に古生物を配置できているかをチェックする。
2. ワークシート「モンタナ州と熊本県の地層の重なっている順序の比較」のページで、議論や相違点・類似点の識別を通して、両者を比較する能力を評価する。

教材

- ワークシートの印刷(p.166 - 181, 人数分)
- 映像資料(必要に応じてインターネットよりダウンロード)

準備

- 人数分のはさみ、のり(またはテープ)
- ワークシートを児童の人数分印刷する。
- 以下の映像を用意する(必要に応じて)。
「PBS Eons:簡単な地質時代の歴史(“PBS Eons: A Brief History of Geologic Time)」
<https://youtu.be/rWp5ZpJAIAE> ※英語
「生物の進化の歴史」
http://www2.nhk.or.jp/school/movie/clip.cgi?das_id=D0005301465_00000

授業の手引き

古生物分野の授業2: いろいろな時代の、いろいろな化石

授業の展開

学習活動	期待される児童の反応／ 教師による指示・応答	目標／評価方法
古生物分野 授業1「化石発くつの進め方」を振り返り、活動内容を知る。研究者が地質図を使ってどのように恐竜を発見するか、ということについて学ぶことを理解する。	視覚的資料を必要とすると予想される。モンタナ州と熊本県の地質図を参考資料として地層についての学習を行う。	地質図とは、地表にどのような岩石があるか、岩石の年代や岩石の種類(形成される岩石)によって分類し、色や模様で表したものであることを説明する。
地質時代の区分について理解する。	視覚的資料を必要とすると予想される。「授業の手引き」で示したリンク先の映像資料を使用することができる。	時代経過と共に風景がどのように変化し、そこに生息していた生物にどのような影響を与えたかについて説明する。堆積岩の種類は堆積環境によって決まることを説明してもよい。
化石になるまでの過程について知り、ワークシートに記載されている、モンタナ州と熊本県とそれぞれの地層から産出する化石の例を理解する。	化石になるまでの過程を理解するために、視覚的資料を必要とする場合は、P.166に記載されている化石になるまでの過程に関する図を示す。	地層の形成を学ぶことを通して、化石になるまでの過程と堆積学を関連づける機会とする。
恐竜がどんな時代(中生代の三畳紀、ジュラ紀、白亜紀)に生息していたかを確認し、モンタナ州と熊本県のどこにこの時期の岩石が露出しているのかを学び、ワークシートとこの授業を関連づけて地層と化石について理解する。	ワークシートに記載されているような、モンタナ州、御船町、天草市から発見されている恐竜について調べてみるのも良い。	化石を並べるために、地質図がどのように役に立つのかを話し合う。
古生物カードを切り抜き、層序のページの適切な場所に貼り付ける。	化石を並べるため、ワークシートの解答を参照して子ども達の手助けをする必要がある。	子ども達にグループ作業をさせ、この作業を完成させる。
疑問を出し合いながら、ワークシートを完成させる。これらの疑問をもとにクラス内で話し合う。	ワークシートを完成するために指導や助言を必要とすると予想される。	授業への理解度を確認し、誤解があればそれを解決する。

参考資料

古生物分野の授業2:いろいろな時代の、いろいろな化石

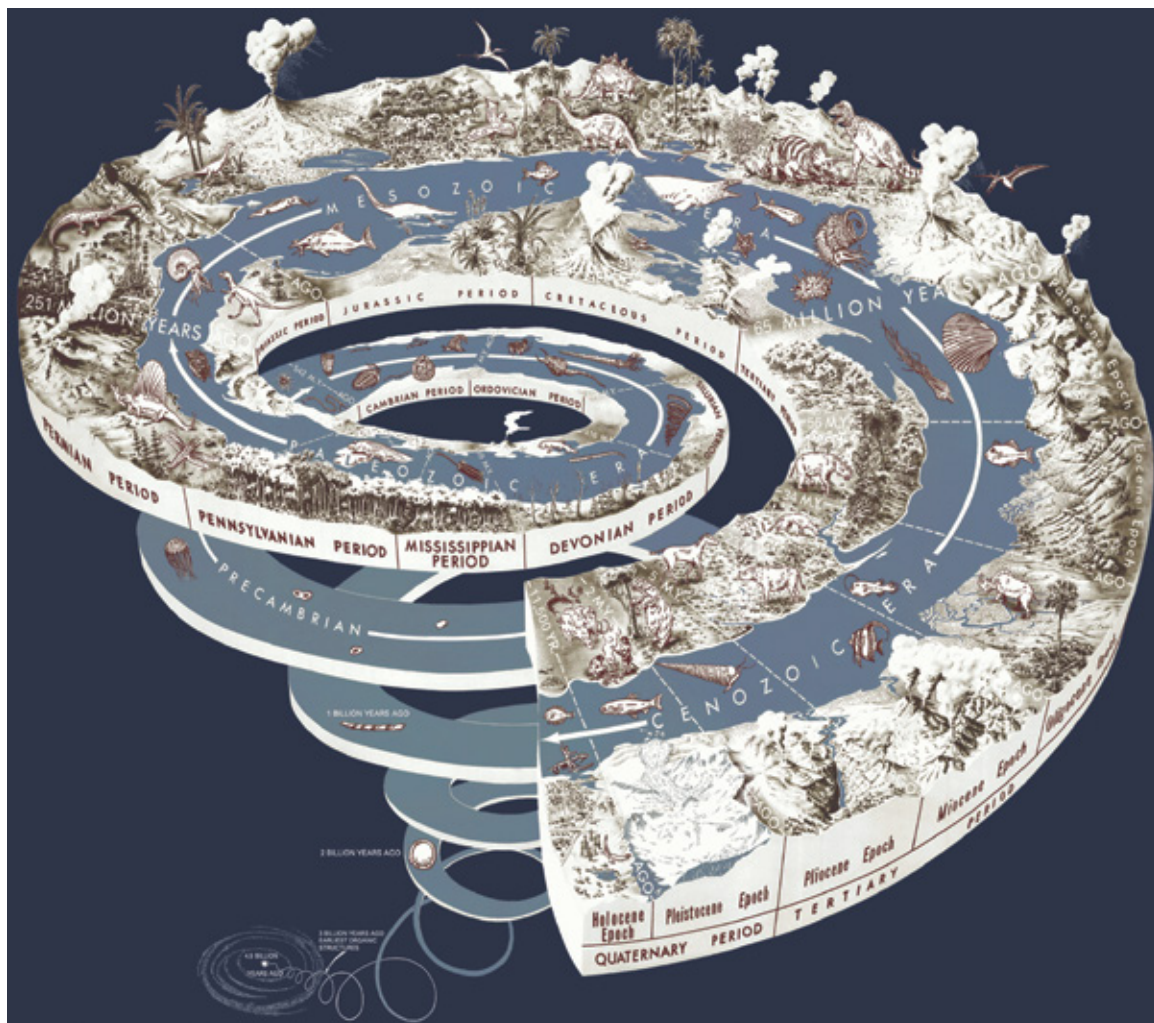
地質時代

時間について考えるとき、あなたは時計を思い浮かべ、秒、分、時間と、時計が刻む時間を考えるかもしれない。または、カレンダーを思い浮かべ、日、週、月、年と考えるかもしれない。しかし、岩石の中に残された時間の証拠は、時計や普通のカレンダーで表示されている時間よりはるかに長いことを示している。

恐竜時代や地球の年齢のような疑問を探るためには、地質年代を考慮しなければならない。地質学者(地

球を作っている岩石や地層を研究する科学者)は、地球上の地質の違いと年代を関係づけ、地球の歴史を地質時代という尺度で分けている。岩石の研究によって、何億年にも渡って、岩石や地層の多くが形成されたことが明らかになっており、地球の年齢はおおよそ46億歳であることがわかっている。

この途方もない時間は、年が週や月に分けられるのと同じように、時代によって分けられている。



(ウィキペディアより転載)

参考資料

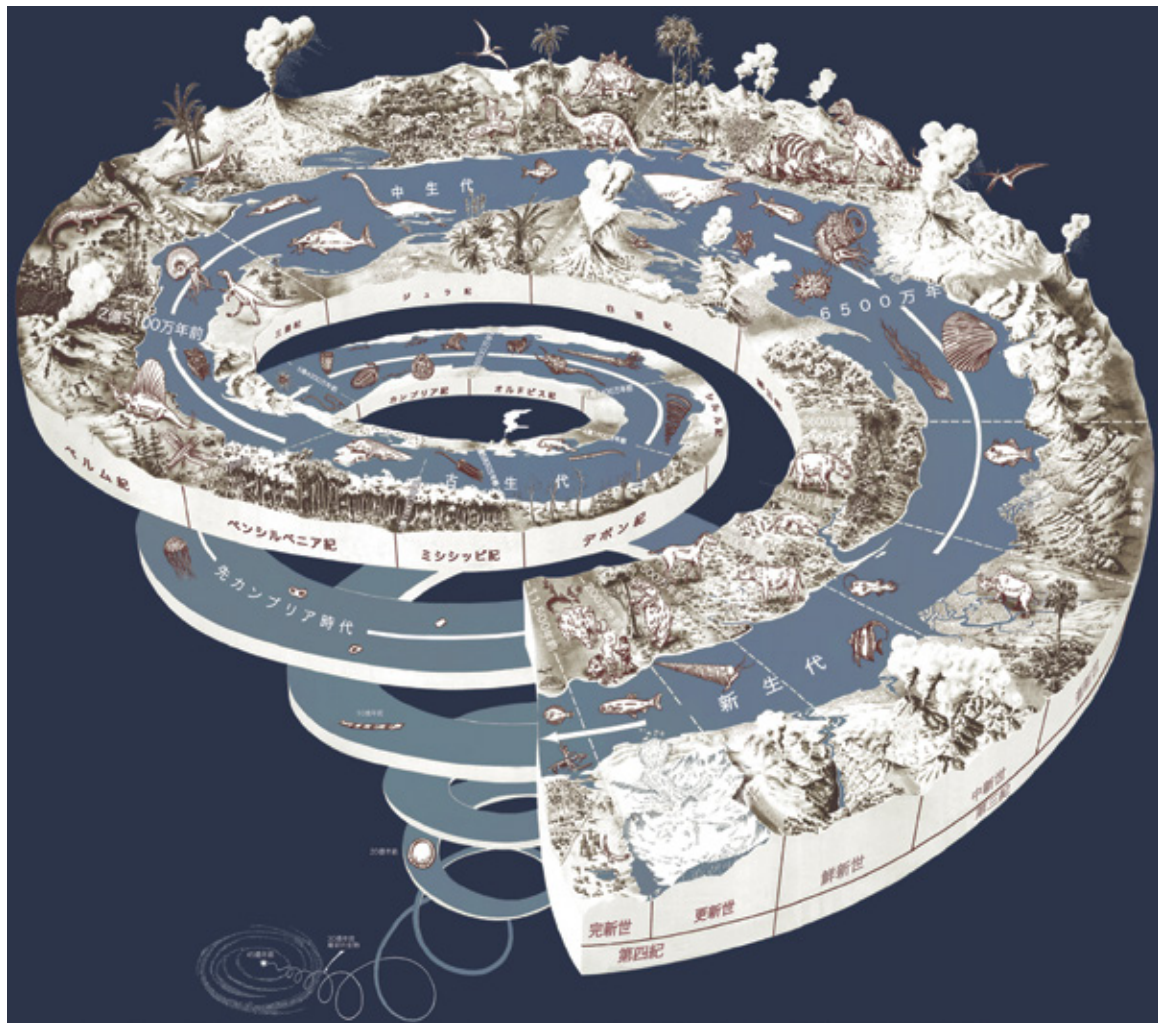
古生物分野の授業2:いろいろな時代の、いろいろな化石

例えば、恐竜時代は中生代とよばれ、約2億5,200万年前から6,600万年前まで続いた。さらに中生代は、三畳紀(約2億5,200万年前～約2億100万年前)、ジュラ紀(約2億100万年前～約1億4,500万年前)、白亜紀(1億4,500万年前～約6,600万年前)に分かれる。

中生代の後の時代は新生代で、それは哺乳類の時代とよばれることがある。私たちが今日、新生代に生

きている。この時代は、古第三紀(約6,600万年前～約2,300万年前)、新第三紀(約2,300万年前～約260万年前)、第四紀(約260万年前～現在)に分かれる。

何億、何十億年と続く地球の歴史の中で、文字として記録されている人間の歴史は最後の数千年でしかなく、地球の過去はほぼ地質時代で表される。

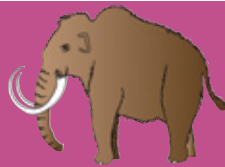


(ウィキペディアより転載)

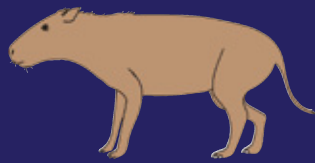
ワークシートの解答

古生物分野の授業2:いろいろな時代の、いろいろな化石

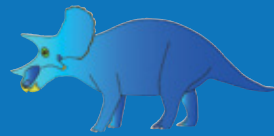
モンタナ州の地層が重なっている順序



新第三紀・第四紀
(約1万8000年前)



古第三紀
(約3200万年前)



白亜紀後期
(約6600万年前)



白亜紀前期
(約1億900万年前)



ジュラ紀後期
(約1億5000万年前)



石炭紀
(約3億1800万年前)



カンブリア紀
(約5億年前)



先カンブリア紀
(約7億年前)

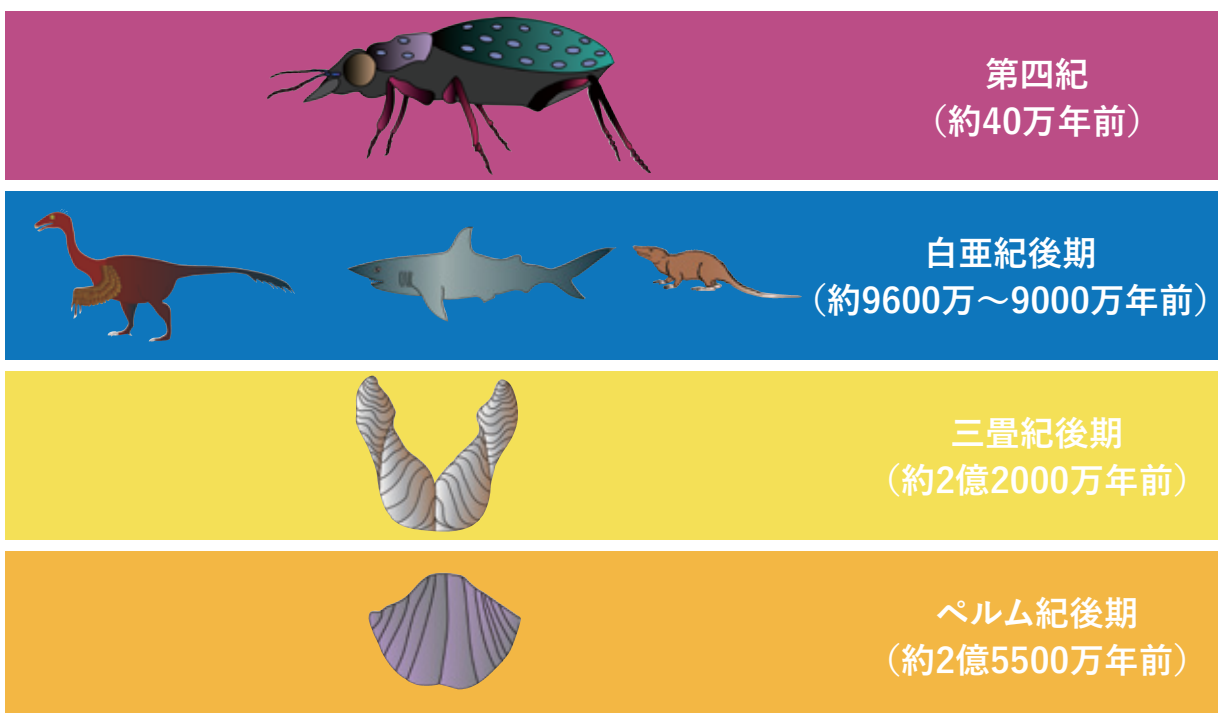
ワークシートの解答
古生物分野の授業2: いろいろな時代の、いろいろな化石

熊本県の地層が重なっている順序

天草地方



御船～八代・球磨地方



ワークシート

古生物分野の授業2:いろいろな時代の、いろいろな化石

化石になるまでの過程(恐竜)

ステップ1 死

水や風のえいきょうを受ける場所で死んだ恐竜は、水と風によって砂やどろが運ばれて恐竜がうまるため、化石になる可能性が高まります。

ステップ2 埋まる

川の流れによって恐竜の体は砂やどろと共に押し流され、完全にうまります。うまることによって、恐竜の死体はスカベンジャー(生き物の死体を食べる動物)に食べられる心配がなくなります。つまりうまるということは、化石になるためにとても大切なことです。恐竜化石が見つかる場合は、不完全な場合がほとんどです。恐竜の骨は、うまる前にスカベンジャーやほ食動物、または水の流れによってバラバラになることがあるからです。

ステップ3 石化

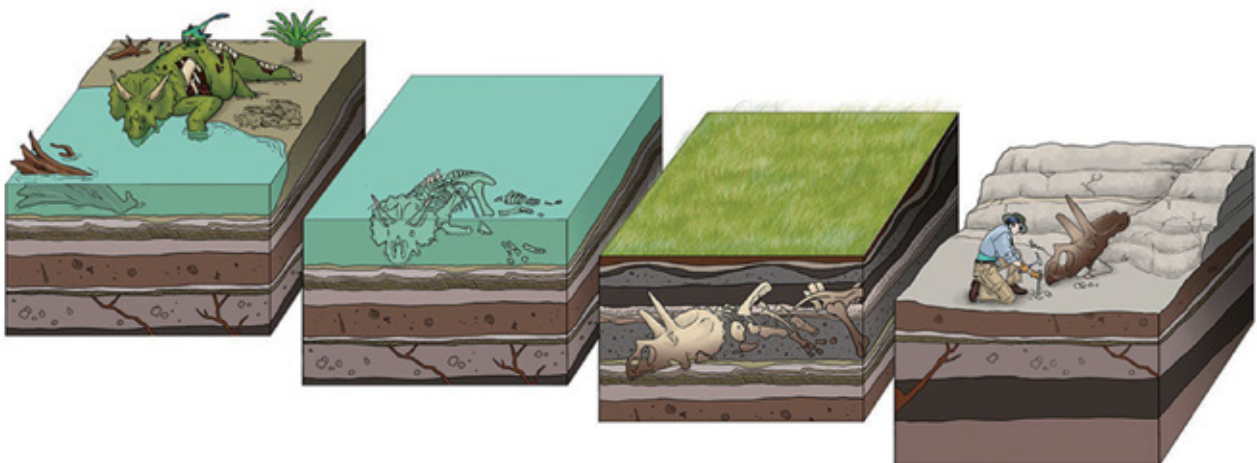
鉱物(岩石の成分)が恐竜の骨に染み込むことがあります。人間も同じですが、動物が活着ている時、骨の中にある小さな穴には血管がとおっていて、血管により骨に栄養が運ばれ、骨は強く、そして大きく成長していきます。動物が死ぬと血管は失われ、穴だけが残されることがよくあります。この穴があるおかげで、周囲の鉱物が骨の中に吸収されるのです。このようにして、骨は鉱物に置きかえられます。しかし、元の成分を残していることもあります。例えば、毛がついたままのマンモスの氷づけの死体が発見されたり、ほとんど無傷の太古の昆虫がコハク(化石となった樹液)に閉じ込められていたりすることがあります。

ステップ4 時の経過

化石が何百万年、何億年と残されるためには、完全に地層中にうまった状態であればなりません。時間の経過と日光や風雨にさらされることによって、化石はしん食されこわれてしまう可能性があります。

ステップ5 りゅう起やしん食

地球上の地層は、常に動いています。化石が発見されるには、化石がうもれている地層が地表近くにならないとけませんし、化石の上をおおう地層もしん食されなければなりません。



化石のでき方(提供:ノースダコタ地質調査所アーティスト ベッキー・バーンズ)

ワークシート

古生物分野の授業2:いろいろな時代の、いろいろな化石

化石を産出する地層の重なり

岩石には時間が記録されています。丘やがけ、山の中の岩の層を見ると、そこに過去へと続く時間を見ることができます。なぜなら、異なる時代の岩石の地層が長い時間をかけてたい積して(積み重なって)、その岩石が丘やがけ、山の姿を形作っているからです。もし、ある特定の生き物の化石を発見したい場合、まず、その生き物がこの地球に生息していた期間にたい積してできた岩石を見つける必要があります。ティラノサウルス・レックスの化石を見つけるためには、ティラノサウルスが生息していた白亜紀の時代にたい積した岩石を発見しなければなりません。もしヴェロキラプトルの化石を見つけない場合は、もっと古い時代の岩石を探す必

要があります。これらの恐竜は、異なる時代に生息していただけでなく、異なる場所に生息していました。たとえば、ティラノサウルス・レックスは北アメリカに、ヴェロキラプトルはアジアにそれぞれ生息していたと考えられています。どの場所においても、全ての期間の岩石が残されているわけではありません。ある岩は古代の海を示し、ある岩は古代の陸地を示します。異なる岩石にはまったくちがう生き物の化石が含まれているかもしれませんが、すべての時代の岩石を通して見つかった化石を比べて考えるだけで、地球が時間と共にどのように変化し、地球全体でどのような種類の生き物が発見されたかを知ることができます。



アメリカ グランドキャニオン国立公園における地層の様子(画像はクリエイティブコモンズより転載)

ワークシート

古生物分野の授業2: いろいろな時代の、いろいろな化石

モンタナ州の化石

先カンブリア時代のたい積物とその化石

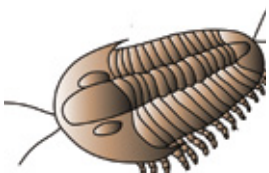
先カンブリア時代の地層はモンタナ州西部では一般的なものであり、地球上で知られている最も初期の生命体の証こを含んでいます。ストロマトライト (Stromatolite) は、群れで生きるバクテリアの仲間で、丸く盛り上がった独特の形をしています。彼らの化石は、モンタナ州の先カンブリア時代の岩石から見つかり、生きたストロマトライトは今日も地球上に生息しています。



ストロマトライト

古生代のたい積物とその化石

古生代の化石は、モンタナ州全土で見ることができます。古生代のもっとも初期の化石のいくつかは、カンブリア紀(約5億年前)の三葉虫です。三葉虫(エルラシエラ (*Elrathia*) など)は、現代のカニやクモなどと同じ仲間です。古生代後期の石炭紀(3億1,800万年前)のモンタナ州には浅いサンゴしょうの海が広がり、きみょうな形をしたサメや魚たちが生息していました。今日、これらの場所でたい積した物はベアガルチ石灰岩とよばれ、ここからはエキノキマエラ・メルトーニ (*Echinochimaera meltoni*) という現代のギンザメ類につながる種類の魚の化石が発見されています。



エルラシエラ



エキノキマエラ・メルトーニ

ジュラ紀のたい積物とその化石

モンタナ州は、ジュラ紀後期(約1億5,000万年前)の化石がよく発見されます。ジュラ紀の地層からなるモリソン層は、モンタナ州の一部に露出しています。ここからは、ディプロドクス・カーネギー (*Diplodocus carnegii*) のような、長い首をもつ竜脚類の恐竜の化石が多く発見されています。また、モリソン層ではアロサウルス・フラギリス (*Allosaurus fragilis*) のような肉食の獣脚類 (じゅうぎゃくろい) の恐竜の化石も発見されています。



アロサウルス・フラギリス



ディプロドクス・カーネギー

白亜紀のたい積物とその化石

モンタナ州には白亜紀の地層が多く存在します。古生物学者は、恐竜がはん栄した最後の時代である白亜紀に、その地域がどのような風景だったのかを知ることができます。白亜紀の地層であるクローバリー層とヘルクリーク層からは、多くの化石が発見されています。特に白亜紀前期(1億900万年前)のクローバリー層では重要な化石が多く発見されています。1960年代、モンタナ州においてデイノニクス・アンティロプス (*Deinonychus antirrhopus*) が発見された際には、鳥に似た特ちょうがたくさんあることがわかり、これにより古生物学者たちは、恐竜は冷血動物であるは虫類とは大きく異なっていたことに気がつきました。クローバリー層では植物食恐竜のテノントサウルス・ティレットティ (*Tenontosaurus tilletti*) もよく発見されます。テノントサウルスとデイノニクスの化石は一緒に発見されたので、テノントサウルスはもしかしたらデイノニクスに食べられていたのかもしれない。



テノントサウルス・ティレットティ



デイノニクス・アンティロプス

いろいろな時代の、いろいろな化石

ワークシート

古生物分野の授業2: いろいろな時代の、いろいろな化石

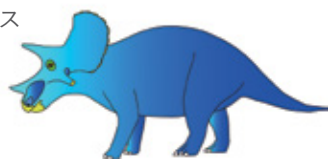
ヘルクリーク層

ヘルクリーク層は、モンタナ州とその周辺地域において中生代の終わり(約6,600万年前)を現す白亜紀の地層で、ティラノサウルス・レックス(*Tyrannosaurus rex*)やトリケラトプス(*Triceratops*)といった恐竜の化石が発見された場所です。ヘルクリーク層はたくさんの種類の岩石から出来ています。底部の地層は最初にたい積したもっとも古い地層であり、最上部の地層は最後にたい積したもっとも新しい地層です。そのため、地層を上から下に見ていくことで時間をさかのぼることが出来るのです。

ヘルクリーク層の底部には基底砂岩とよばれる大きな砂岩層があり、最上部には、石炭を含む非常に黒い層があります。これは、ズイー石炭層(Z-coal)とよばれ、ヘルクリーク層とその上に位置するフォートユニオン層の境界を示しています。



ティラノサウルス・レックス

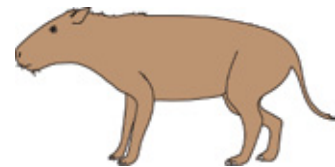


トリケラトプス・プロルス

古第三紀のたい積物とその化石

ほ乳類と恐竜は、ほぼ同じ時期、中生代三畳紀(約2億3,000万年前)に登場しました。恐竜は中生代のあいだ地上に広くはん栄していましたが、恐竜の時代が終わった後は、ほ乳類が恐竜に代わり陸上で繁栄しました。新生代(約6,600万年前～今日に至るまで)はほ乳類の時代ともよばれ、この時代の岩石はモンタナ州で多く見られます。新生代で最も古い古第三紀は、約2,300万年前まで続きました。古第三紀には、すでに様々な種類のほ乳類たちが生息していました。もっとも一般的なほ乳類化石の1つは、オレオドン類とよばれるものです。この仲間としては巨大なメゴレオドン・グラ

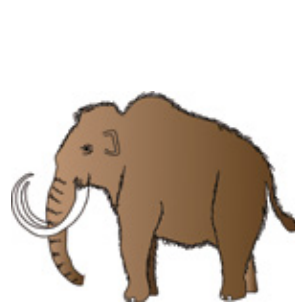
ンデイス(*Megoreodon grandis*)を含む沢山の種類のオレオドン類が知られています。これらの動物は、現代のブタや羊、ラクダを組み合わせたような姿をしています。



メゴレオドン・グランデイス

第四紀のたい積物とその化石

私たちは今日、新生代という時代に生きています。新生代で最も新しい時代(第四紀)にたい積した岩石も、モンタナ州全域で見られます。約1万8,000年前の化石は、現在の生き物と非常によく似た姿をしています。バイソン・アンティクウス(*Bison antiquus*)は、現在のバイソンの古代の仲間であり、マムーサス・プリミゲニウス(*Mammuthus primigenius*: ケナガマンモス)は現在のゾウの仲間ですが、モンタナ州には現在ゾウは生息していません。



マムーサス・プリミゲニウス



バイソン・アンティクウス

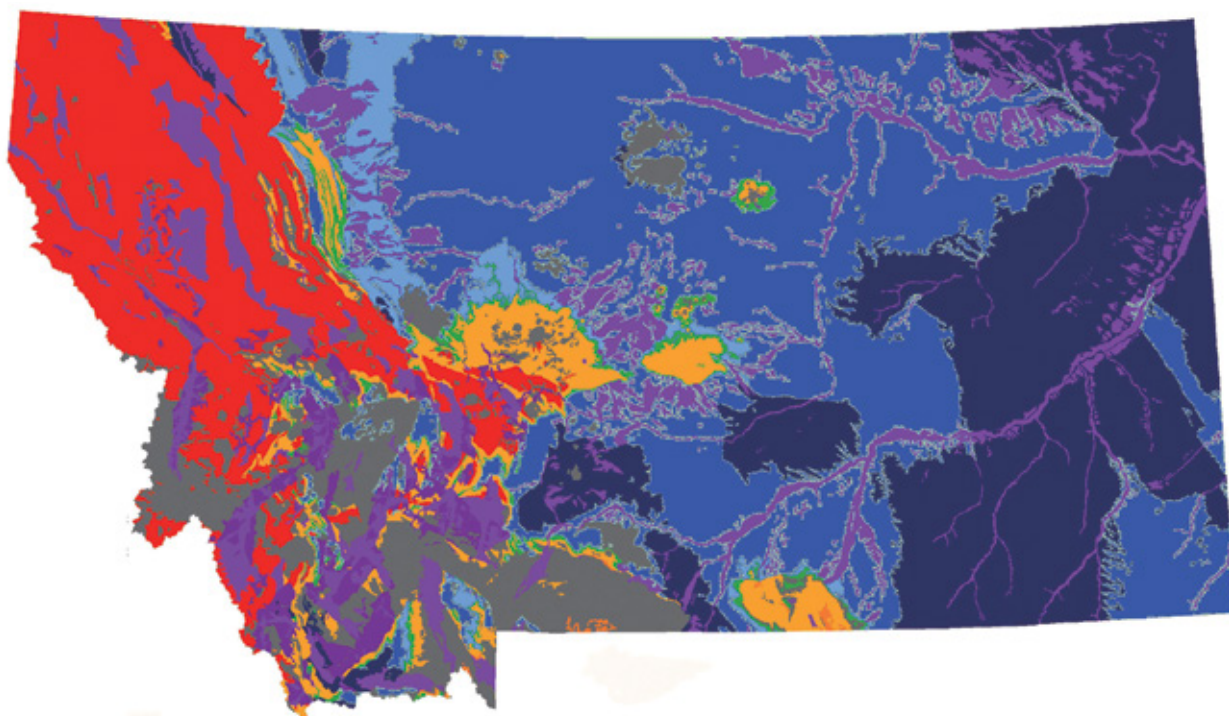
(復元画はすべてケアリー・スカネラによる)












ワークシート

古生物分野の授業2:いろいろな時代の、いろいろな化石

モンタナ州の地質図



モンタナ州の地質図(モンタナ鉱山地質局発行の地質図を改変)

- | | |
|---|---|
|  新第三紀／第四紀のたい積石 |  古生代後期のたい積岩 |
|  古第三紀のたい積岩 |  古生代前期のたい積岩 |
|  白亜紀後期のたい積岩 |  先カンブリア時代のたい積岩 |
|  白亜紀前期のたい積岩 |  たい積岩以外の岩石 |
|  ジュラ紀のたい積岩 | |

ワークシート

古生物分野の授業2: いろいろな時代の、いろいろな化石

御船～八代・球磨地方の化石

古生代のたい積物とその化石

御船町にある水越(みずこし)層は、ペルム紀末期(約2億5,500万年前)にたい積した地層です。この地層からは、腕足類*アリスピリフェレラ・リタ(*Alispiriferella lita*)が見つかります。



アリスピリフェレラ・リタ

三畳紀のたい積物とその化石

恐竜が栄えた中生代の最初の時代である三畳紀の化石は、熊本県南部にある神瀬(こうのせ)層群で見つかります。ディセロカーディウム・クワガタフォルメ(*Dicerocardium kuwagataforme*)という名前の古い貝は約2億2,000万年前に生息しており、この神瀬層群でも発見されています。



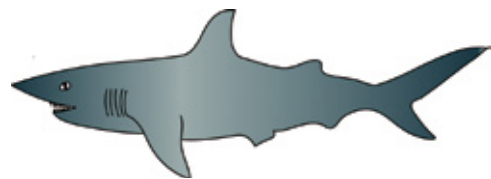
ディセロカーディウム・クワガタフォルメ

白亜紀のたい積物とその化石

白亜紀後期の御船層群からは、恐竜化石が発見されています。御船層群は、基底層・下部層・上部層の3つから成ります。

基底層(約9,600万年前から9,500万年前)からは淡水生の二枚貝トリゴニオイデス・ミフネンシス(*Trigonioides mifunensis*)などのなん体動物化石が多く産出します。

下部層(約9,500万年前から9,300万年前)は、主に浅い海にたい積した砂岩とでい岩から成り、豊富な貝類や腕足類*を含んでいます。汽水生の二枚貝・イタボガキ科のクラスオストレア(*Crassostrea*)や、シジミ科のテトリア(*Corbiculidae*)なども見られます。またスクアリコラックス(*Squalicorax*)などのサメの化石も見つかっています。セノマニアン中頃のアンモナイトであるユーキャライコセラス(*Eucalycoceras sp. cf. E. spathi*)が、この地層から発見されています。御船層群からは52種類の二枚貝の化石が発見されています。



スクアリコラックス(下部層)

上部層(約9,300万年前から9,000万年前)からは、主にたくさんのせき椎動物の化石、川や湖にいた貝、植物の化石などが見つかります。

*腕足類(わんそくるい)とは…からを持っているが、体の構造が貝とは大きく異なる生き物。



ソルレステス・ミフネンシス(上部層)

テリジノサウルス類(上部層)

第四紀のたい積物とその化石

非常に現代に近い化石(約40万年前)は、御船町の北側にある益城町の津森(つもり)層から見つかります。昆虫のオオハンミョウモドキ(*Elaphrus japonicas*)の化石はこの地層でよく見られます。



オオハンミョウモドキ

(復元画はすべてケアリー・スカネラによる)

ワークシート

古生物分野の授業2:いろいろな時代の、いろいろな化石

天草地方の化石

天草市に位置する御所浦地域のたい積物は、白亜紀の御所浦層群と姫浦(ひめのうら)層群の下部層、古第三紀の弥勒(みろく)層群と本渡(ほんど)層群、そして第四紀の竹島層から成ります。

白亜紀のたい積物とその化石

白亜紀中頃(約1億年前)にたい積した御所浦層群は多くの化石を含み、陸上や浅い海でたい積した地層です。御所浦層群の特ちょう的な岩石は、川がはんらんした時にたい積した赤い岩石と、ひがたでたい積した化石をよく含む黒っぽい岩石、浅い海にすんでいたさまざまな貝などの化石を含むトリゴニア砂岩です。これらの岩石は、海岸や沢によく見られます。獣脚類(じゅうきゃくるい)(カルノサウルス類)や鳥脚類(ちようきゃくるい)(イグアノドン類)の化石もこの御所浦層群から発見されています。御所浦島の近くにある獅子(しし)島の御所浦層群からは、エラスモサウルスの仲間の化石も発見されています。



カルノサウルス類

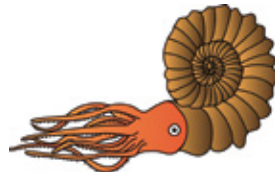


プレトロトリゴニア・サカクライ

白亜紀後期(約8,500万年前)の姫浦層群は、沖合や深い海のたい積物からなる地層です。沖合の砂やどろが深い海に流れ込みたい積した泥岩と砂岩が、交互に積み重なっているのが特ちょうです。この地層から見つかる化石には、アンモナイト、イノセラムス、サメの歯、コプロライト(フン化石)、魚などがあります。天草上島地域のこの地層からは、肉食恐竜の指先の骨とみられる化石や、モササウルス類の歯の化石が発見されています。



竜脚類



ユーパキディスカス

アンモナイトやイノセラムス、トリゴニア、恐竜の化石は示準化石^{※1}であり、トリゴニアは浅い海を示す示相化石^{※2}です。

古第三紀のたい積物とその化石

古第三紀の弥勒層群(約4,900万年前)は、陸域や浅い海のたい積物からなる地層です。この地層では陸域でたい積した赤色の泥岩や海でたい積した白い砂岩が特ちょう的です。弥勒層群からは、日本最古の大型ほ乳類コリフォドン、大型のトロゴサスといったほ乳類や、植物の根、生こん化石などが発見されています。砂質の浅い海のたい積物に見られる貨幣石(かへいせき)^{※3}は、始新世の暖かい気候を示す示相化石^{※2}です。

古第三紀の本渡層群(約4,600万年前)は深海のたい積物からなる地層です。砂岩とでい岩が交互にたい積した様子を見ることができます。これらのたい積物中からは、なん体動物や放散虫^{※4}などの化石が発見されています。また、御所浦地域外のこの地層から、なん体動物の化石やサンゴの化石も発見されています。



コリフォドン

第四紀のたい積物とその化石

第四紀の竹島層(約5,000年前)は、竹島の小さな地域に見られるしつ地のたい積物からなる地層です。竹島の海岸からは、樹木、葉、種子、花粉、化石などの植物の化石が見つかっています。また、天草の沖合からは数十万年前のナウマンゾウの化石が引きあげられたこともあります。

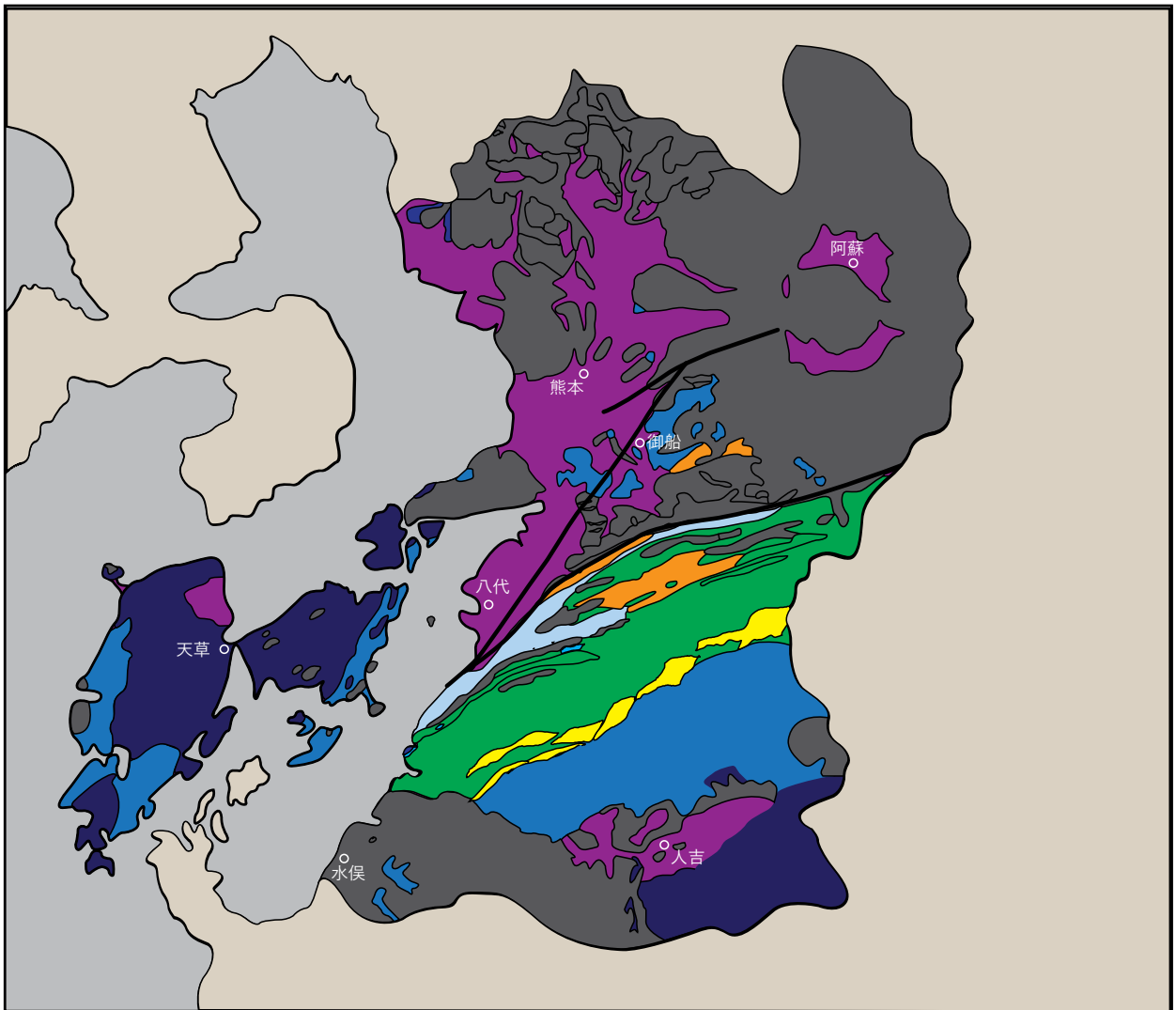
- ※1 示準化石とは…その化石が発見された場所の地層が、いつの時代にたい積した地層であるかを示す化石のこと。
- ※2 示相化石とは…その化石が発見された場所の地層が、当時どのような環境でたい積したのかを示す化石のこと。
- ※3 貨幣石とは…有孔虫(からをもった原生生物)で、世界各地の古第三紀の地層から見つかった化石。
- ※4 放散虫とは…とても小さな原生生物で、人間の目では観察できないくらい小さな生き物。

(復元画はすべてケアリー・スカネラによる)

ワークシート

古生物分野の授業2:いろいろな時代の、いろいろな化石

熊本県の地質図



■ 新第三紀・第四紀のたい積岩

■ 古第三紀のたい積岩

■ 白亜紀後期のたい積岩

■ 白亜紀前期のたい積岩

■ ジュラ紀のたい積岩

■ 三畳紀のたい積岩

■ 古生代後期のたい積岩

■ 古生代前期のたい積岩

■ 先カンブリア紀のたい積岩

■ たい積岩以外の岩石



ワークシート

古生物分野の授業2:いろいろな時代の、いろいろな化石

比べてみよう ～モンタナ州と熊本県の、地層の重なっている順序～

地層の重なっている順序に関する活動が終わったら、モンタナ州と熊本県の地層と化石を比べて、下の質問に答えましょう。

活動で学んだ3つの地域について、各地域で見られる地層の時代に「○」をつけましょう。

	先カンブリア紀	カンブリア紀	石炭紀	三畳紀	ジュラ紀後期	白亜紀前期	白亜紀後期	古第三紀	新第三紀	第四紀
モンタナ										
御船～ 八代・球磨										
天草										

御船～八代・球磨地方や天草地方では化石が発見される(地層がある)けれど、モンタナ州では化石が発見されない(地層がない)時代があります。何という時代でしょうか？

逆に、モンタナ州では化石が発見される(地層がある)けれど、御船～八代・球磨地方や天草では化石が発見されない(地層がない)時代があります。何という時代でしょうか？

3つの地域全てで化石が発見される時代はいつですか？

3つの地域全てに見られる地層について

- ① モンタナ州、御船～八代・球磨地方、天草地方で見つかった化石は同じですか？ _____
- ② 地域が異なれば、生き物も違うと思いますか？ _____
- ③ 化石はそれぞれの地域や地球全体の様子についてどんなことを教えてくださいか？ _____

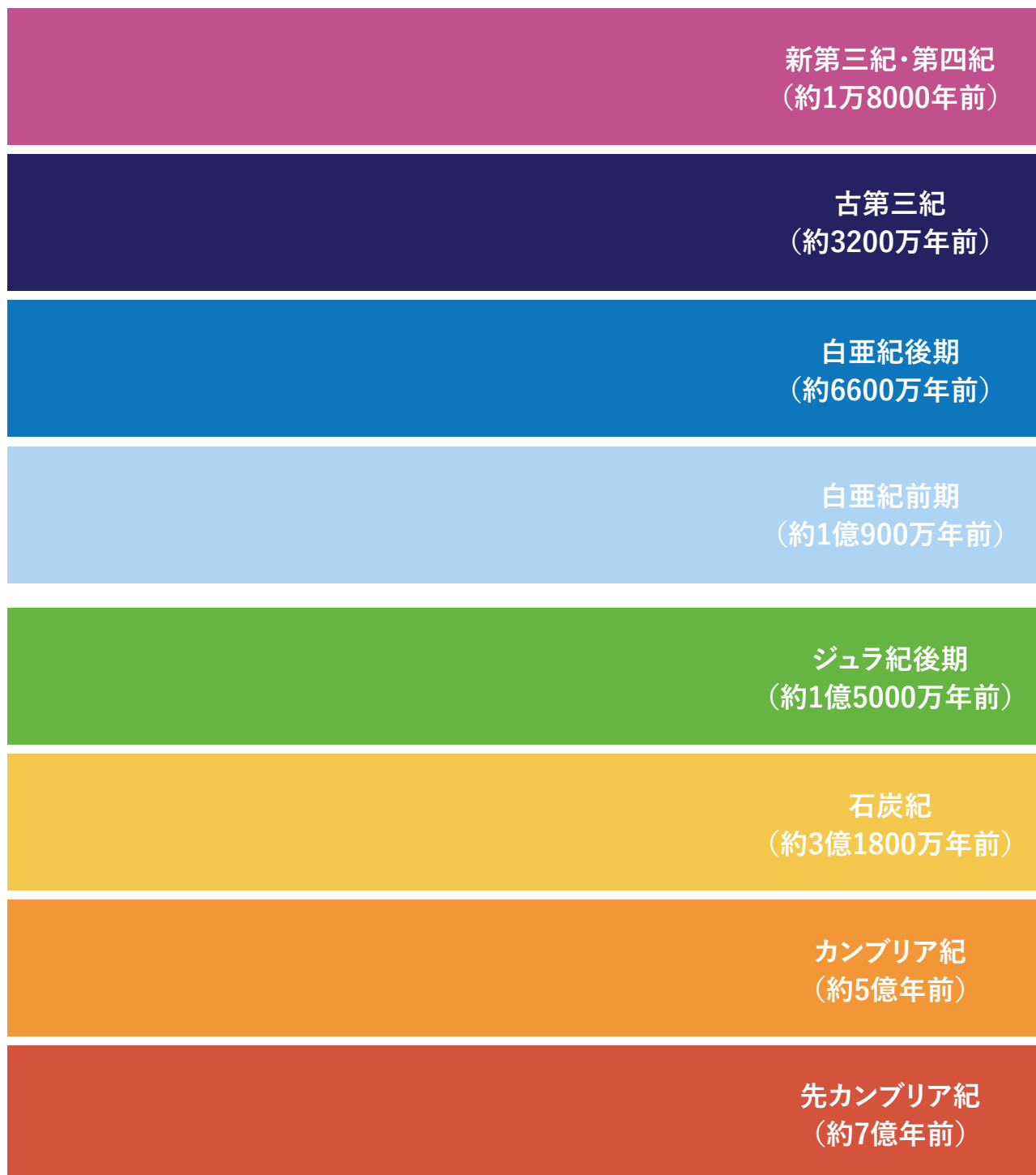
研究者は、モンタナ州と熊本県のように異なる地域の化石を比較します。なぜ、研究者は遠くはなれた地域の化石記録を比べるのでしょうか？化石を比べることで、どんなことがわかりますか？



ワークシート

古生物分野の授業2:いろいろな時代の、いろいろな化石

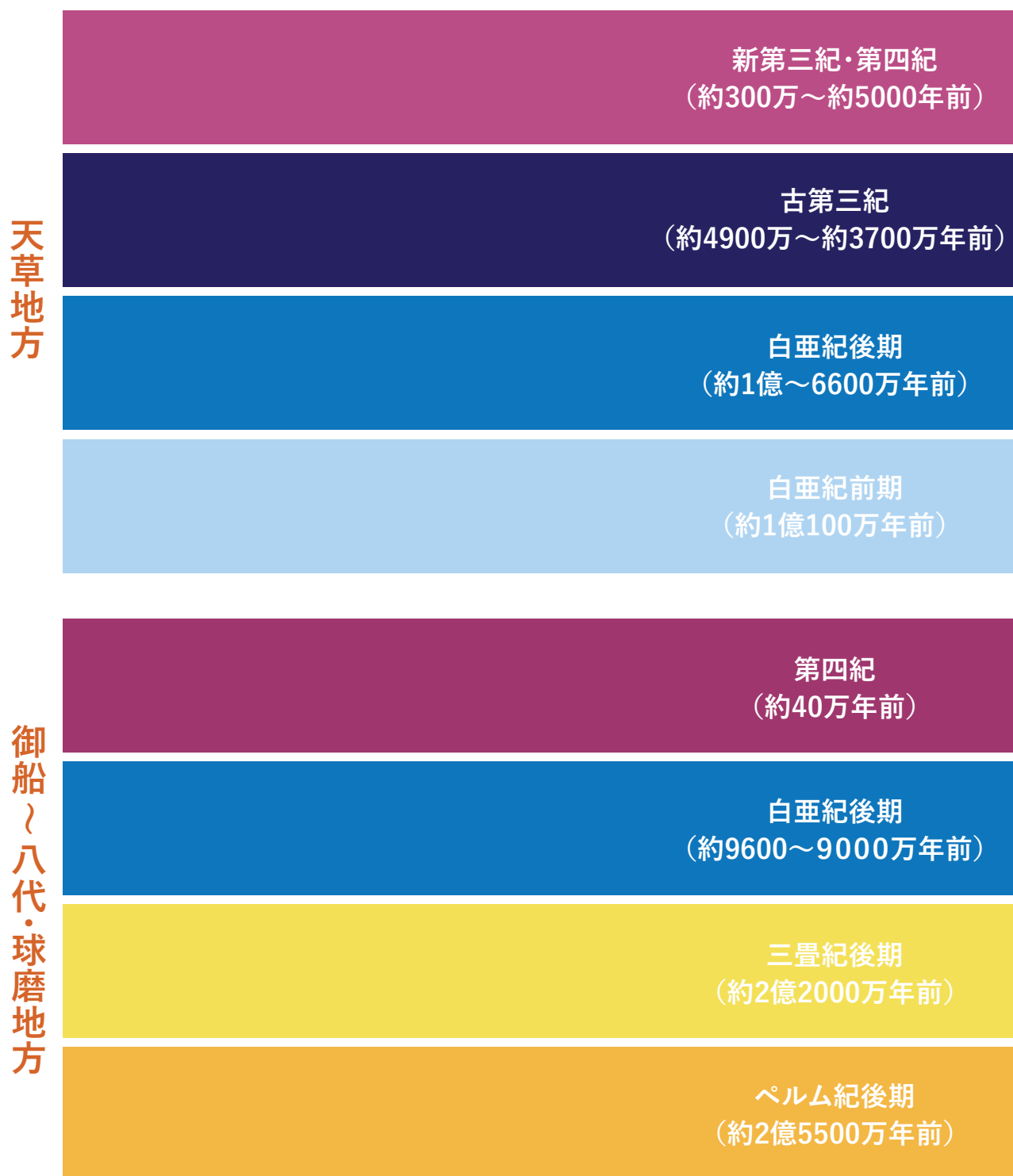
モンタナ州にある地層の重なっている順序



ワークシート

古生物分野の授業2:いろいろな時代の、いろいろな化石

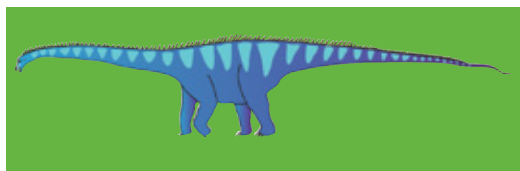
熊本県にある地層の重なっている順序



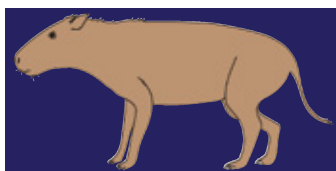
ワークシート 古生物分野の授業2: いろいろな時代の、いろいろな化石

モンタナ州の古生物カード

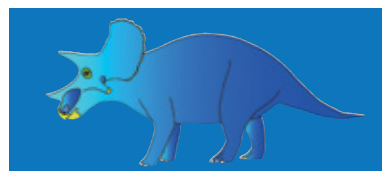
古生物カードを切り離してください。背景の色と化石の産出場所(モンタナ州、御船~八代・球磨地方、天草地方)を基に、古生物カードを地層の重なっている順序の図にのりで接着します(またはテープで貼り付けます)。



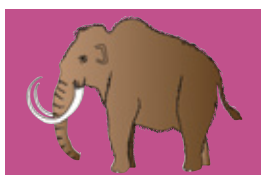
ディプロドクス・カーネギー
モンタナ



メゴレオドン・グランディス
モンタナ



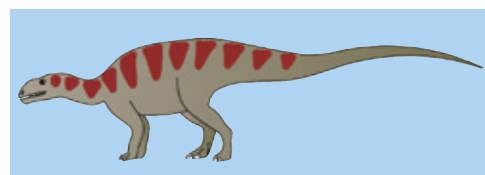
トリケラトプス・プロルスス
モンタナ



ケナガマンモス
(マムーサス・プリミゲニウス)
モンタナ



ストロマトライト
モンタナ



テノントサウルス・ティレットイ
モンタナ



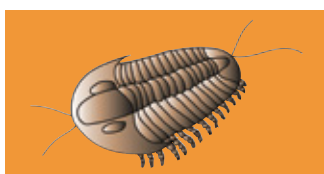
ティラノサウルス・レックス
モンタナ



エキノキマエラ・メルトーニ
モンタナ



デイノニクス・アンティロプス
モンタナ



エルラシエラ
モンタナ



バイソン・アンティクウス
モンタナ



アロサウルス・フラギリス
モンタナ

ワークシート

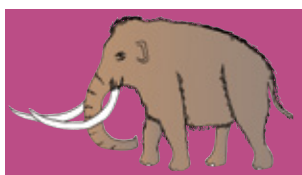
古生物分野の授業2: いろいろな時代の、いろいろな化石

熊本県の古生物カード

古生物カードを切り離してください。背景の色と化石の産出場所(モンタナ州、御船～八代、天草)をもとに、古生物カードを地層の重なっている順序の図にのりで接着します(またはテープで貼り付けます)。



竜脚類
天草



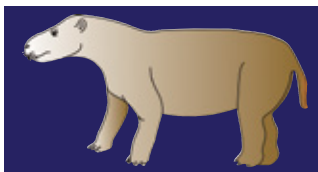
ナウマンゾウ
(パレオロクソドン・ナウマーニ)
天草



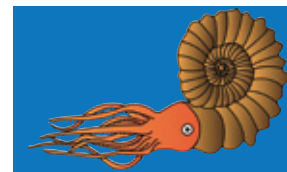
プテロトリゴニア・サカクライ
天草



カルノサウルス類
天草



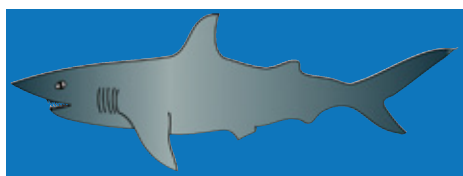
コリフォドン
天草



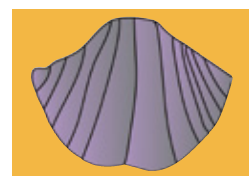
ユーパキティスカス
天草



テリジノサウルス類
御船～八代・球磨



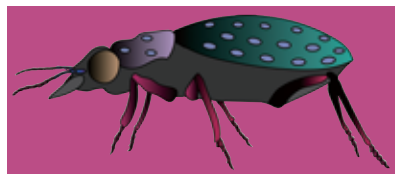
スクアリコラックス
御船～八代・球磨



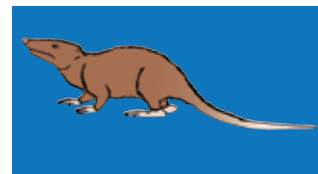
アリスピリフェラ・リタ
御船～八代・球磨



ディセロカーディウム・クワガタフォルメ
御船～八代・球磨




オオハンミョウモドキ
(エラフルス・ジャポニクス)
御船～八代・球磨



ソルレストス・ミフネンシス
御船～八代・球磨

3

古生物分野の授業3
環境の変化と生物の進化



授業の手引き

古生物分野の授業3:環境の変化と生物の進化

授業の目標

時代の進行と共に世帯を経て、生物はその体や習性が変化する。これらの変化は周囲の環境の変化によって起こることがあることを学び、生物の多様性と進化について理解を深めることができる。

段階的目標

1. 自然選択によってどうやって種が進化するかを説明できる。
2. トリケラトプス(恐竜)とプテロトリゴニア(二枚貝)の時代による変化を理解できる。

評価

1. クラス内の話し合いを通して、自然選択への理解度を評価する。
2. ワークシートを用いて、トリケラトプスとプテロトリゴニアの形の変化に対する理解度を評価する。

教材

- 化石パズルのピース(p.196 - 199)
- ワークシートの印刷(p.188 - 193, 人数分)
- 映像資料(必要に応じてインターネットよりダウンロード)

準備

- ワークシートを児童の人数分印刷する。
- p.196 -199の化石パズルのピースのページを印刷して、形を切り取る。子どもたちを少人数の班に分け、トリケラトプス(2種セット)とプテロトリゴニア(2種セット)、どちらかのセットを配る。例えば、24人クラス(4人の班が6班)の場合、トリケラトプス3セットとプテロトリゴニア3セットが必要となる。
- 映像資料:「目の進化」(必要に応じて) <https://youtu.be/4SXHMm51-68> ※英語
「目はいかに進化したのか」 https://youtu.be/qrKZBh8BL_U

授業について

古生物分野の授業3:環境の変化と生物の進化

授業の展開

学習活動	期待される児童の反応／ 教師による指示・応答	目標／評価方法
<p>「進化について」を読む。自然選択についての理解を深めるため、鳥のくちばしの記述について短時間話し合う。その後、モンタナ州の例(トリケラトプス)と熊本県の例(プテロトリゴニア)から、化石で見つかる生き物が時間の経過と共に、どのように進化したかを学習することを理解する。</p>	<p>児童からの質問が予想される。参考資料にある図を使って、この概念を想像する手助けを行う。</p>	<p>児童の質問を引き出し、人為的に、そして、自然選択された動物の例を挙げるよう発問する機会を教師に与える。</p>
<p>化石パズルのピースが同じ生き物の仲間であっても、2つの違う種からなることを自ら気づくように共同で作業する。化石パズルのピースを机の上に並べ、なるべくパズルを完成させる。</p>	<p>クラスを複数の班に分ける。班ごとに、トリケラトプスかプテロトリゴニアか、どちらかの化石パズルを行わせる。化石パズルを完成させるのが難しい場合は、ワークシートにある完全な化石の形を参考し作業するよう促す。</p>	<p>化石は完全でないことが多いことや、トリケラトプスやプテロトリゴニアなどといったよく知られる化石に異なる種があることを説明する機会を教師に与える。</p>
<p>2つの種の違いを説明できるように化石についてのワークシートを完成させる。</p>	<p>児童からの質問が予想される。質問に対しては、ワークシートの解答や参考資料を用いて解答する。</p>	<p>この授業を通して児童は何を学習したかを評価する機会を与える。</p>
<p>化石パズルの活動を終わったら、他のグループとカードを交換して、別の生き物のパズルの活動を同じように行う。</p>	<p>化石パズルを完成させるのが難しい場合も予想される。ワークシートにある完全な化石の形を参考し作業するよう促す。</p>	<p>化石は完全でないことが多いことや、トリケラトプスやプテロトリゴニアなどといったよく知られる化石に異なる種があることを説明する機会を教師に与える。</p>
<p>2つの種の違いを説明できるように別の生き物についてもワークシートを完成させる。</p>	<p>化石パズルを完成させるのが難しい場合は、ワークシートにある完全な化石の形を参考し作業するよう促す。</p>	<p>この授業を通して児童は何を学習したかを評価する機会を与える。</p>
<p>活動中に学んだことについて話し合う。</p>	<p>トリケラトプスとプテロトリゴニアなどの生き物が、時代と共に変化し、異なる種になることを説明できる。</p>	<p>この授業を通して児童は何を学習したかを評価する機会を教師に与える。</p>

参考資料

古生物分野の授業3:環境の変化と生物の進化

モンタナ州(アメリカ)のヘルクリーク層から見つかるトリケラトプスの形態進化



トリケラトプスって何?

トリケラトプスは、中生代に生息していたケラトプス科の大型の角竜(恐竜の仲間)である。最後に出現した角竜の1つでもある。ケラトプス科の恐竜は、白亜紀後期に生息しており、北アメリカとアジアで化石

が見つかっている。トリケラトプスは、モンタナ州で見られる白亜紀の一番上の地層からよく見つかる。名前「トリケラトプス」は、3つのギリシャ語(トリ=3、ケラス=角、オペス=顔)に由来する。つまり、「3本の角を持つ顔」という意味になる。この恐竜は、目の上に2本の大きな角と鼻の上に1つの角を持っていた。

トリケラトプスの角は、肉食恐竜といった捕食者からの防御や同じ仲間同士の戦いに使われたとする説や、同じ仲間を見分ける飾りとする説、孔雀の尾のように異性に対して存在を誇示したりする飾りとする説がある。

トリケラトプスの頭骨は、赤ちゃんから大人まで成長するにつれて変化した。若いトリケラトプスは上側に湾曲した角を持ち、年老いたトリケラトプスの角は前に曲がるようになる。また、若いトリケラトプスは、頭骨の後ろにある大きなフリル(襟飾り)の縁に三角形のとげがあったが、十分に成長するととげは平らになり目立たなくなった。

トリケラトプスの化石は、約6,750~6,600万年前に堆積したヘルクリーク層や、周辺地域の同じ時代の地層から見つかる。

トリケラトプスは植物食である。オウムのようにくちばしと数多くある歯を使って、当時の環境に生えていた植物をはさみ切り、食べていた。トリケラトプスは、大型肉食恐竜のティラノサウルス・レックス、大型カモノハシ竜のエドモントサウルス、ドーム型の頭を持つパキケファロサウルス、よろい竜のアンキロサウルスなどの恐竜と一緒に生息していた。

現在、トリケラトプスには、トリケラトプス・ホリドゥスとトリケラトプス・プロルススの2種が知られている。この2種の頭骨はわずかに異なる。トリケラトプス・ホリドゥスは鼻の上の角が小さく、鼻の角の下の骨の幅は狭い。一方、トリケラトプス・プロルススは、鼻の上の角は長く、鼻の角の下の骨は幅広い。トリケラトプス・ホリドゥスはヘルクリーク層の下部の地層から見つかり、一方、トリケラトプス・プロルススはヘルクリーク層の上部の地層から発見されている。

トリケラトプス・ホリドゥスは、時間の経過と共にトリケラトプス・プロルススへと進化したと考えられている。



(写真提供:カーター郡立博物館(左上)、モンタナ州立大学付属ロッキー博物館(右下))

参考資料

古生物分野の授業3:環境の変化と生物の進化

熊本県(日本)の御所浦層群と御船層群から見つかるプテロトリゴニアの形態進化



トリゴニアって何?

トリゴニア(サンカクガイ)は、中生代に栄えた二枚貝である。ジュラ紀や白亜紀には様々な種類がいた。殻の形が三角形であることからこの名前が名づけられた。現在、トリゴニアは、オーストラリア近海にネオトリゴニアとよばれるグループしか生息していない。

白亜紀のトリゴニア「プテロトリゴニア」

プテロトリゴニアは、日本では白亜紀前期から中頃に堆積した地層からよく見つかる。

日本からは約30種が知られる。「プテロトリゴニア」という名前は、2つのラテン語(プテロ=翼、トリゴニア=三角形)に由来する。これらの化石は世界中から知られ、海で堆積した地層から見つかる。古生物学者が地層の年代や堆積した環境を知るのにも役立つ化石である。

御所浦層群と御船層群のプテロトリゴニア

御所浦層群や御船層群はそれぞれ、約1億年前と約9,000万年前の地層である。これらの地層からもプテロトリゴニアはよく見つかる。御所浦島や獅子島などに見られる御所浦層群からは12種、御船町やその周辺に見られる御船層群からは3種(1種は御所浦層群と同じ種)が知られる。これらのうち、プテロトリゴニア・アマクセンシスとプテロトリゴニア・ヒゴエンシスは、時代と共に進化した。それぞれ、熊本県の「天草」地方と熊本の昔の呼び名である「肥後(ひご)」にちなんだ名前である。プテロトリゴニア・アマクセンシスは、水深数十メートルで堆積した海の地層から見つかる。一方、プテロトリゴニア・ヒゴエンシスは、干がたで堆積した地層から見つかる。

プテロトリゴニア・アマクセンシスは、異なる環境に適応するため、その形を変え、プテロトリゴニア・ヒゴエンシスへと進化したと考えられる。



(写真提供:天草市立御所浦白亜紀資料館)

ワークシート

古生物分野の授業3:環境の変化と生物の進化

進化について

あなたが住む地域の外へ歩いていけば、身近な植物や動物に出会うでしょう。近くの町に出かければ、なじみのある植物や動物を見かけるでしょう。しかし、ちがう大陸に旅行すれば、多くの植物や動物が自分の住んでいる地域と異なることに気づくと思います。どうやら、あなたが住んでいる家からはなれるほど、よりめずらしい生き物に出会えるようです。

もし過去に旅をするなら、時間をさかのぼればさかのぼるほど、見たことのない生き物に出会うでしょう。50年前のあなたのいる地域に行ったとしても、おそらく植物や動物にそれほどちがいがありませんが、1,000万年前の過去に行くと、現在では絶滅してしまった生き物が多くいると思います。6,600万年の過去に行けば、その世界は、周りに変わった植物が生え、大きな恐竜がたくさんいて、海には巨大な海生は虫類がいるような、今とはまるでちがった世界が広がっていることでしょう。

実際は時間をさかのぼるタイムマシンのような機械はありませんが、化石を調べることで過去に生息していた植物や動物を知ることができます。地球上のたい積岩は、地層とよばれる層になっています。通常、地層は1番下の層が最も古く(つまり最初にたい積し)、1番上の層が最も新しいです(つまり最後にたい積しています)。

ある地層から異なる地層へと移動した時、化石も変化することに注目してください。同じグループの生き物において、世代を経て起こる変化は進化とよべれます。進化は速いこともあればおそいこともあります。また、異なる方法で起こることもあります。すべての生き物と同様、恐竜もそれ以前の形をした生き物から進化しました。

周りを見てみると、人にも、性別・髪の色・目の色・姿・身長などのちがいがあつことに気がつきます。これらのちがいがあつても、人は皆同じ「ホモ・サピエンス」と言われる種です。1人1人のちがいは、グループの中の多様性です。グループの中の変異がある場合、特定の特ちょうを「選ぶ」ことも可能です。



(写真提供:セイバー・ムーア)

例えば、ニシキゴイです。現在、ニシキゴイを美しい色ではんしょくさせている人は多くいます。ニシキニシキゴイの生産者は、最も美しい色のニシキゴイを選んで増やします。すると、次の世代は美しい色のニシキゴイが多くなります。つまり、世代を経るにつれ、集団の中のニシキゴイの多くは親が持っている美しい色を引きつぐこととなります。このように、人の手により集団の中で多様性が高まったりそうでなくなったりすることを選ぶ過程は、人為(じんい)選たくと言います。

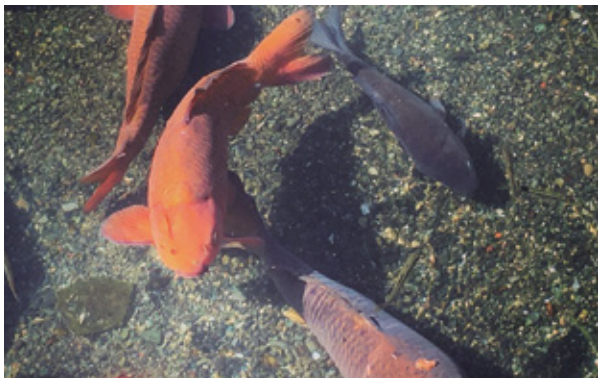


(写真提供:セイバー・ムーア)

ワークシート 古生物分野の授業3:環境の変化と生物の進化

自然に生きている動物について、自然選たくも人為選たくと同じような過程で起こります。自然選たくの場合、かん境に対して生きぬく能力が重要な要因になります。ある地域に生息する鳥のグループがあり、その地域に生えている植物の種を食べていると想像してみてください。このグループの鳥は、くちばしの大きさや形にちがいが見られます。ある鳥はうすくて長いくちばしを持ち、ある鳥は厚くてじょう夫なくちばしを持っています。このグループの中の一部の鳥が、とても厚いからを持った種ばかりがある近くの島に飛んでいった場合、じょう夫なくちばしを持つ鳥だけがからを割って種を食べることができます。じょう夫なくちばしを持つ鳥が生き残り、子を持つことができるので、その子は親鳥と同様にじょう夫なくちばしを持ちやすくなります。時代の経過と共に、この島にいる鳥のグループは、厚くてじょう夫なくちばしを持つものばかりになります。つまり自然選たくされ、この島ではじょう夫なくちばしを持つ鳥が残るのです。最終的には、このじょう夫なくちばしを持つ鳥は、元々生息していた地域の鳥のグループと大きく異なる持ちようを持つことになり、新種と見なされる可能性があります。

化石となった植物や動物を見てみると、時代の経過とともに自然選たくにより選ばれた持ちようを持っていることに気がつきます。大きくて強い歯を持つ恐竜があります。細長い首を持つ恐竜もいます。大きなつめ、強じんな足、または長いしっぽを持つ恐竜もいます。これらの持ちようは、その仲間がかん境の中でより多く生き残り、子孫を残すことに役立つものでした。



(写真提供:セイバー・ムーア)

このことは、よりじょう夫なくちばしを持つ鳥が島で生き残ることができたことや、人為選たくによってより美しい色のニシキゴイが多く生み出されるようになったことと過程は同じです。このようにして、何億年という地球の歴史の中で、生命は進化、または変化してきたのです。



(ウィキペディアより転載)

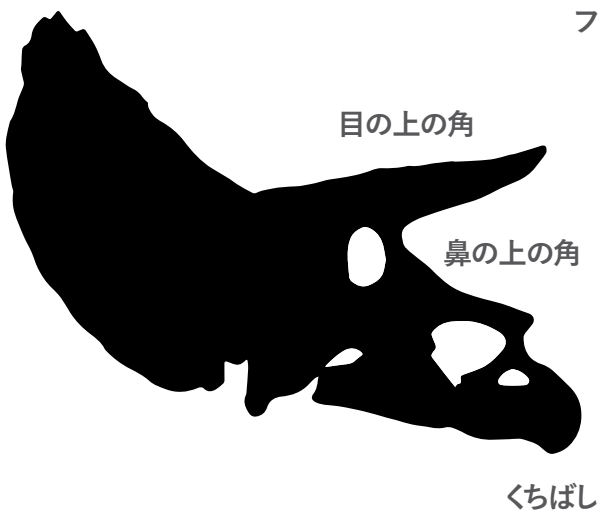


ワークシート

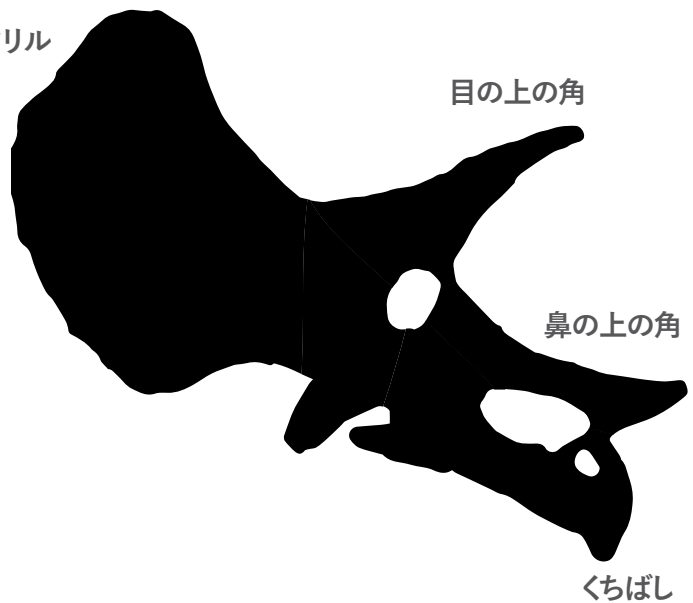
古生物分野の授業3:環境の変化と生物の進化

トリケラトプスの進化(モンタナ州)

フリルのトゲ



フリル



トリケラトプス・ホリドゥス

- ・ヘルクリーク層の下部の地層から見つかる
- ・目の上の角は小さい
- ・トリケラトプス・プロルススと比べ、鼻の上の角がくちばしから離れている

トリケラトプス・プロルスス

- ・ヘルクリーク層の上部の地層から見つかる
- ・目の上の角は大きい
- ・トリケラトプス・ホリドゥスと比べ、鼻の上の角が真上にある

トリケラトプスは恐竜が栄えた中生代の終わりに生息していました。トリケラトプス・プロルススは、その時代の最後に残っていたトリケラトプスと考えられ、約6,600万年前に他の多くの恐竜と共に絶滅しました。



(写真提供:モンタナ州立大学付属ロッキー博物館)



ワークシート

古生物分野の授業3：環境の変化と生物の進化

トリケラトプスの進化(モンタナ州)

前のページを見て、次の質問に答えましょう。

トリケラトプス・ホリドゥスとトリケラトプス・プロルススは、角とくちばしの形に違いによって別の種とされます。これらのトリケラトプスのにているところはどこですか？

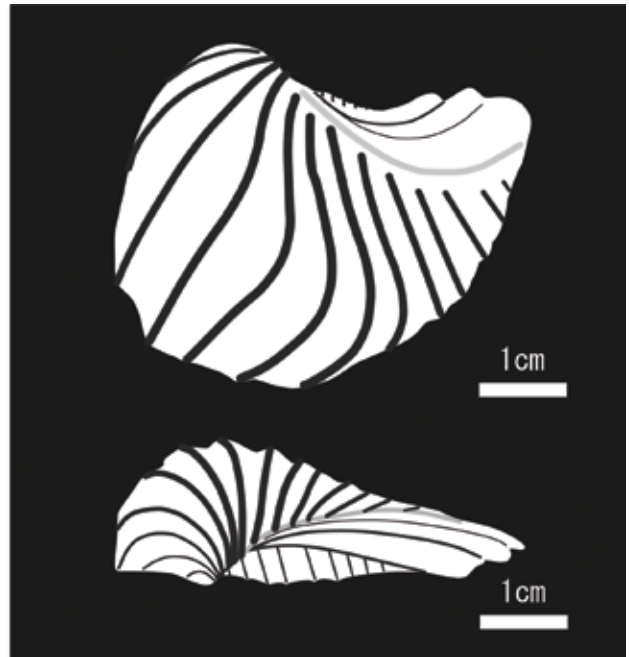
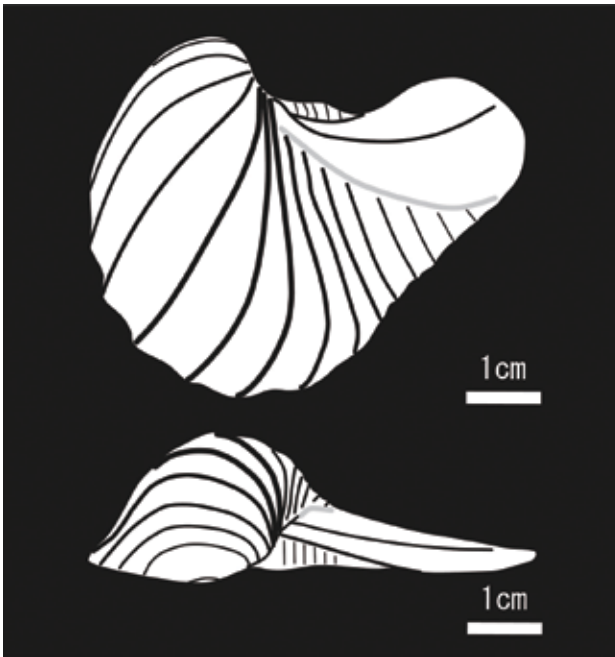
なぜ、トリケラトプスは時代の経過と共に鼻の上の角が大きく進化したのでしょうか？

トリケラトプスは進化するにつれてその特ちょうも変化しましたが、赤ちゃんから大人への成長によっても頭骨の特ちょうが変わりました。前のページの2つのトリケラトプスの頭骨の図を見てください。片方は、もう一方と比べて、より成長したトリケラトプスになります。どちらの頭骨がより成長したトリケラトプスでしょうか？また、頭骨のどの部分を見れば、そのことがわかるのでしょうか？

ワークシート

古生物分野の授業3:環境の変化と生物の進化

プテロトリゴニアの進化(熊本県)



(図版提供:廣瀬浩司)

プテロトリゴニア・アマクセンシス

- ・からの表面にある筋*:細い
- ・エリアとよばれる平たんな部分:2つに分かれている。
- ・からのふくらみ:プテロトリゴニア・ヒゴエンシスと比べ、ふくらんでいない。からの厚さも薄い。
- ・御所浦層群(約1億年前)の海の中でたい積した地層から見つかる。

プテロトリゴニア・ヒゴエンシス

- ・からの表面の筋*:プテロトリゴニア・アマクセンシスより太い
- ・エリアとよばれる平たんな部分:3つに分かれていて、フリルのようにになっている。
- ・からのふくらみ:プテロトリゴニア・アマクセンシスと比べ、ふくらんでいる。からの厚さも厚い。
- ・御船層群(約9,000万年前)の干がたでたい積した地層から見つかる。

※貝がらの表面にある筋は肋(ろく)とよばれる

御所浦層群がたい積した約1億年前には、プテロトリゴニアの仲間は多くの種がいました。しかし、御船層群がたい積した約9,000万年前には種類がとても減りました。プテロトリゴニアが絶滅した後は、異なるトリゴニアの仲間が出現します。アピオトリゴニアやヤーディアとよばれる仲間です。これらの化石は、熊本県の天草地域などから見つかります。



(写真提供:天草市立御所浦白亜紀資料館)



ワークシート
古生物分野の授業3：環境の変化と生物の進化


プテロトリゴニアの進化(熊本県)

前のページを見て、次の質問に答えましょう。

どちらのプテロトリゴニアが干がたに生息し、どちらが海の中に生息していましたか？

貝の形は、時代の経過と共にどのように変化したでしょうか？

時代の経過と共に貝がらがじょう夫に変化したことで、プテロトリゴニア・アマクセンシスからプテロトリゴニア・ヒゴエンシスへと形が変化(進化)し、干がたに生息できるようになったと考えられます。では、干がたでは、貝はどのようないきょうを受けやすいために、貝がらがじょう夫になったのでしょうか？



ワークシート解答 古生物分野の授業3:環境の変化と生物の進化

トリケラトプスの進化(モンタナ州)

前のページを見て、次の質問に答えましょう。

トリケラトプス・ホリドゥスとトリケラトプス・プロルススは、角とくちばしの形に違いによって別の種とされます。これらのトリケラトプス種のにているところはどこですか？

どちらにも頭骨に3本の角があります。目の上に2本の大きな角があり、鼻の上にはより小さな角が1本あります。どちらも、頭骨の後ろには大きな骨のフリルを持ち、頭骨の前にはとがったくちばしがあります。

なぜ、トリケラトプスは時代の経過と共に鼻の上の角が大きく進化したのでしょうか？

トリケラトプスは、大型肉食恐竜と同じ時期に生息しました。鼻の上の大きな角は、ティラノサウルス・レックスから身を守るために役立ったかもしれませんが、また、トリケラトプス同士が争うために使われたかもしれません。あるいは、他のトリケラトプスに見せるため(視覚的なコミュニケーションのため)のもので、大きな鼻の上の角を持っているトリケラトプスほど、存在をアピールすることができたのかもしれません。

トリケラトプスは進化するにつれてその特ちょうも変化しましたが、赤ちゃんから大人への成長によっても頭骨の特ちょうが変わりました。前のページの2つのトリケラトプスの頭骨の図を見てください。片方は、もう一方と比べて、より成長したトリケラトプスになります。どちらの頭骨がより成長したトリケラトプスでしょうか？また、頭骨のどの部分を見れば、そのことがわかるのでしょうか？

頭骨を比較してみると、トリケラトプス・ホリドゥスの頭骨のほうは、目の上の角がわずかに上向きに曲がっていて、後ろのフリルの周りに少し尖ったとげがあることがわかります。これらの特徴は、角が前方に曲がり、フリルの周りのとげが平らで目立たなくなったトリケラトプス・プロルススの頭骨に比べ、まだ若い成長段階であることを示しています。



ワークシート解答 古生物分野の授業3:環境の変化と生物の進化

プテロトリゴニアの進化(熊本県)

前のページを見て、次の質問に答えましょう。

どちらのプテロトリゴニアが干がたに生息し、どちらが海の中に生息していましたか？

プテロトリゴニア・アマクセンシスは、水深数十メートルで海の中でたい積した地層から見つかります。一方、プテロトリゴニア・ヒゴエンシスは干がたのたい積物から見つかります。

貝がらの形は、時代の経過と共にどのように変化したでしょうか？

- ・からの厚さが厚くなった。
- ・筋が太くなった。
- ・平坦な部分がフリルのようになり、トタン屋根のような折り目状の構造になった。

時代の経過と共にからがじょう夫に変化したことで、プテロトリゴニア・アマクセンシスからプテロトリゴニア・ヒゴエンシスへと形が変化(進化)し、干がたに生息できるようになったと考えられます。では、干がたでは、貝はどのようなえいきょうを受けやすいために、貝がらがじょう夫になったのでしょうか？

干がたは、引き潮で海水が引いたあとにできる遠浅の泥地です。そのため、水流や風による波のえいきょうを受けやすいところです。貝がらが厚かったり筋が太かったり、がん丈な構造を持つものがこのような水流や波にも強かったと考えられます。おそらく、自然選択により、このような特ちょうを持つものが残った結果、プテロトリゴニア・ヒゴエンシスへと進化したと考えられます。



教材

古生物分野の授業3:環境の変化と生物の進化

トリケラトプス・ホリドゥス

きれいに切り抜いて、パズルをします。

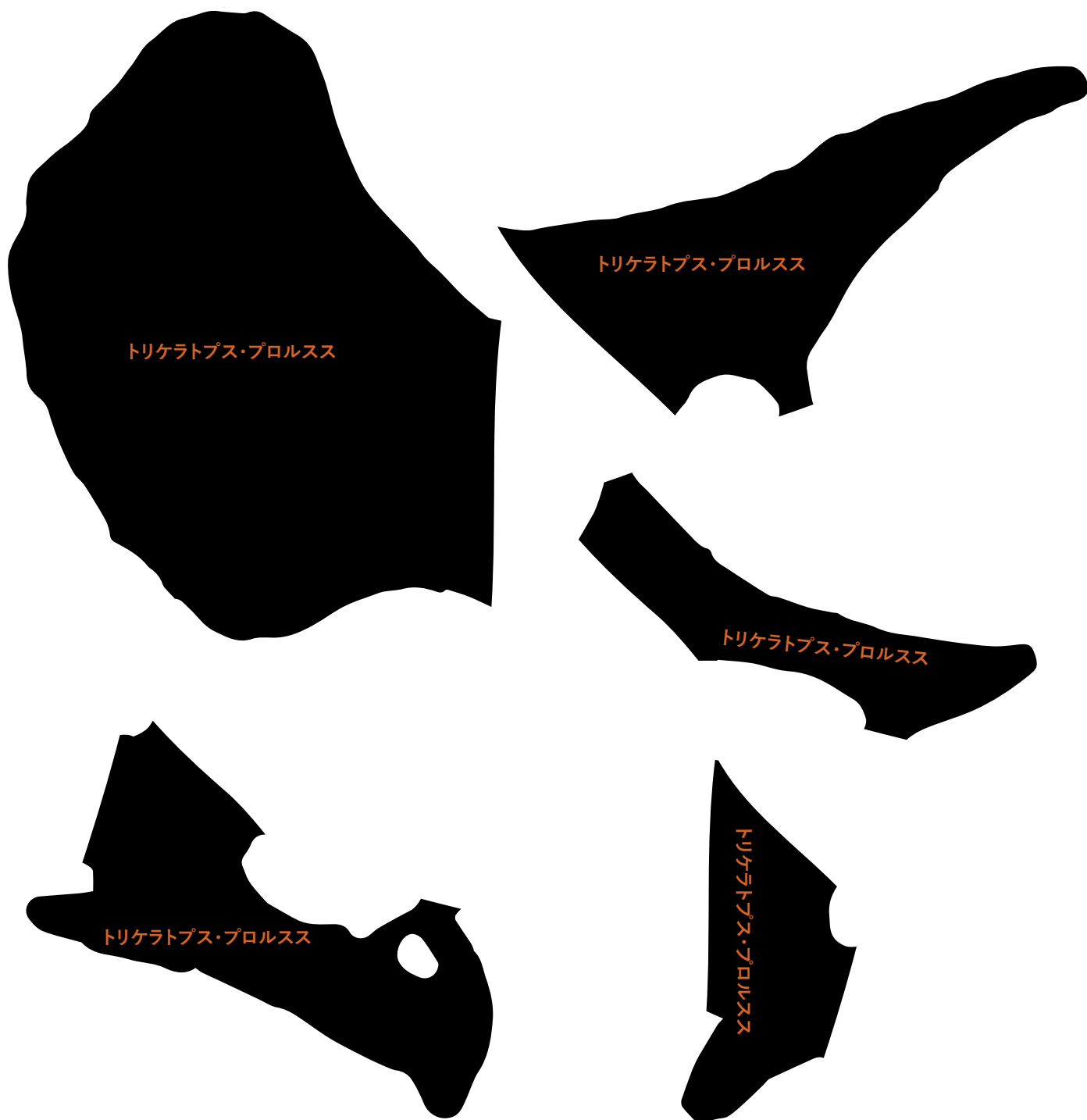


教材

古生物分野の授業3:環境の変化と生物の進化

トリケラトプス・プロルスス

きれいに切り抜いて、パズルをします。



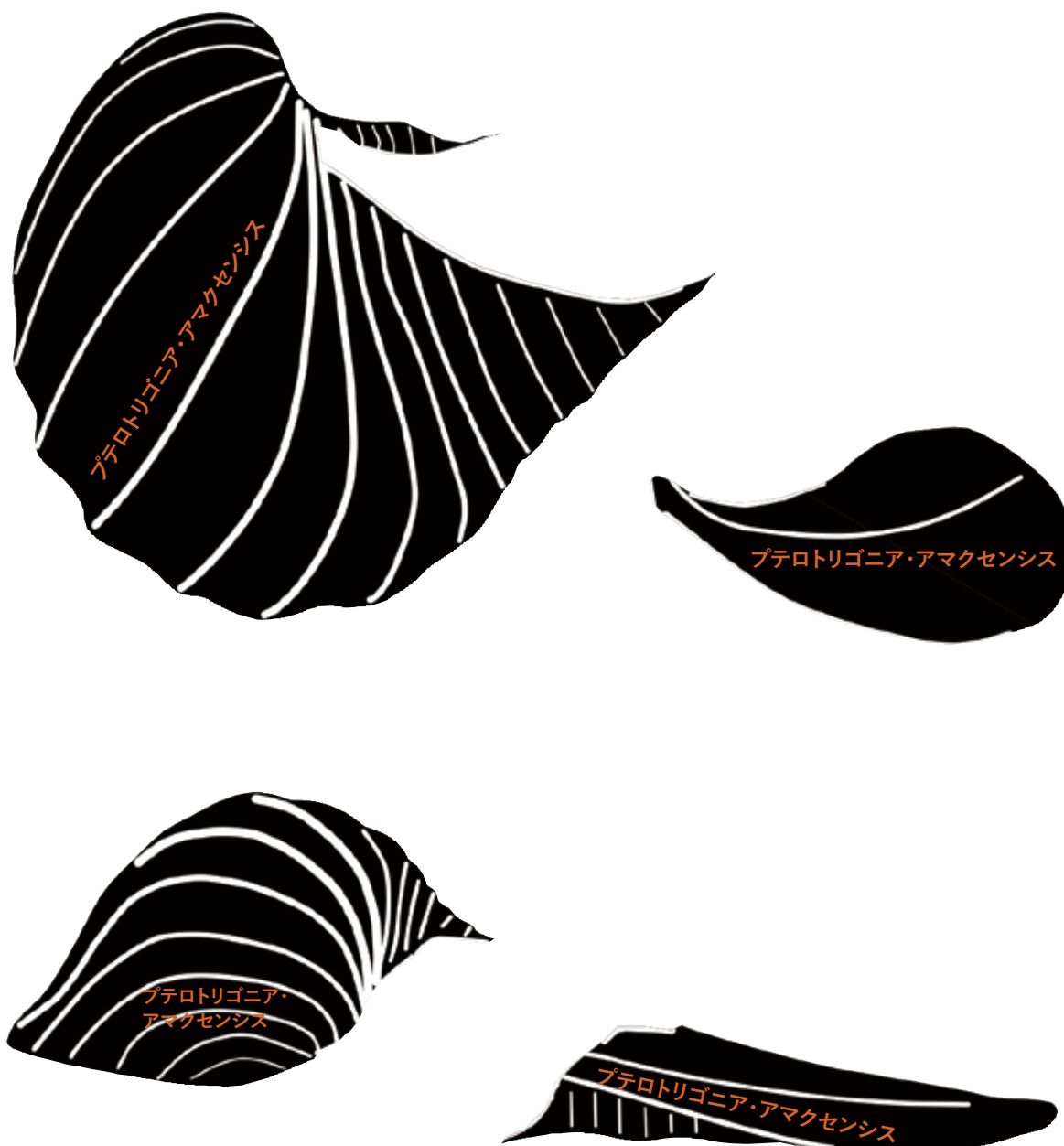


教材

古生物分野の授業3:環境の変化と生物の進化

プテロトリゴニア・アマクセンシス

きれいに切り抜いて、パズルをします。



教材

古生物分野の授業3:環境の変化と生物の進化

プテロトリゴニア・ヒゴエンシス

きれいに切り抜いて、パズルをします。



CLOSING

終わりの授業
私たちの世界



授業の手引き おわりの授業: 私たちの世界

授業の目標

天文・地質・古生物分野の3つに関連した学習活動を通して、姉妹交流先の文化を探究し、姉妹提携を結ぶことの重要性について理解することができる。

段階的目標

1. このカリキュラムの学習に関する1つ以上の文化活動を行うことができる。
2. モンタナ州と熊本県が姉妹提携を結んでいることは、宇宙・地球科学に関する共通の知識を学ぶために重要であることが理解できる。

評価

1. すべての児童がいずれかの学習活動を選択し実施できる。
2. まとめの話し合いやワークシートを通して、自然科学の理解を共有する際に私たちの姉妹交流の重要性を反映している意見が出され、姉妹提携関係が、宇宙・地球科学の理解を深めるためにどのように役立つのかを理解できる。

教材

- ・ 折り紙
- ・ 色鉛筆
- ・ 星型のキルトと形の画像
- ・ ワークシートの印刷(p.206 - 212, 人数分)
- ・ 映像資料(必要に応じてインターネットよりダウンロード)

準備

- ・ ワークシートを児童の人数分印刷する。
- ・ 竜脚類の折り紙の見本(必要に応じて)
- ・ 映像資料_アシニボイン族とスー族(3分)(必要に応じて)
<https://youtu.be/2Dgvx1a9hQc> ※英語

授業の手引き おわりの授業：私たちの世界

授業の展開

学習活動	期待される児童の反応／ 教師による指示・応答	目標／評価方法
<p>これまでの授業(天文、地質、古生物分野)で学んだことを話す。学んだ知識を言語・芸術・幾何学を取り入れた学習活動に結びつける。</p>	<p>おわりの授業と、彼らが学習したことは強く結びつく必要がある。天文・地質・古生物分野の授業でどんなことを学んだのか問いかける。</p>	<p>これまでに実施した授業と、これから実施する学習活動との関連性を示す機会を教師に提供する。</p>
<p>実施した授業に基づき、適切な学習活動を選択する。 天文：星型のキルトを用いた活動 地質：漢字を用いた活動 古生物：折り紙を用いた活動</p>	<p>折り紙や星型のキルトや折り紙の活動については説明が必要である。基本的な形などについて説明する。竜脚類の折り紙のお手本を準備する。</p>	<p>様々な形を示し、図形の数学的な特性をとりあげることができる。星型のキルトに関する活動では、映像資料を見たりモンタナ州のインディアン居留地について説明する機会を教師に提供する。</p>
<p>学習活動終了後、ワークシートを完成させる。これまでの授業全体を通して学んだ姉妹提携先に関することを議論する。</p>	<p>興味を持った話題や活動の例を挙げるよう働きかける。</p>	<p>質問に答えることで、児童たちに正しい理解を持たせる機会となる。</p>
<p>モンタナ州と熊本県の姉妹提携の重要性について議論を行う。この関係が、宇宙・地球科学の理解を深めるためにどのように役立つのか考える。</p>	<p>これまでに実施した授業と、そこで学んだ姉妹提携先における宇宙・地球科学について考えるように促す。姉妹提携先に関する知識が、彼らのふるさとの環境を理解する手助けとなるかどうかを質問する。</p>	<p>私たちの世界に関する共通の知識を形成するために、姉妹提携は重要なことであると強調する機会となる。</p>

参考資料

終わりの授業：私たちの世界

漢字

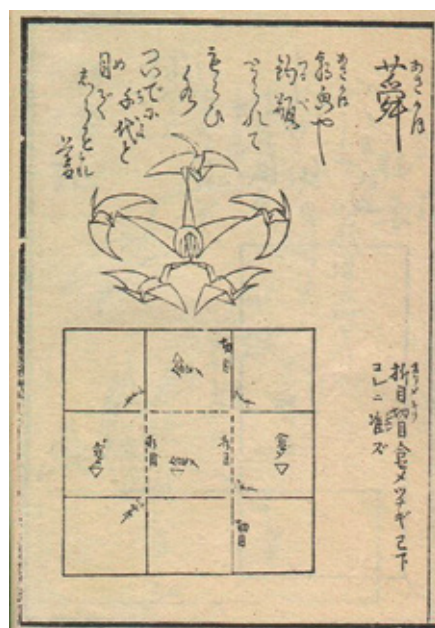
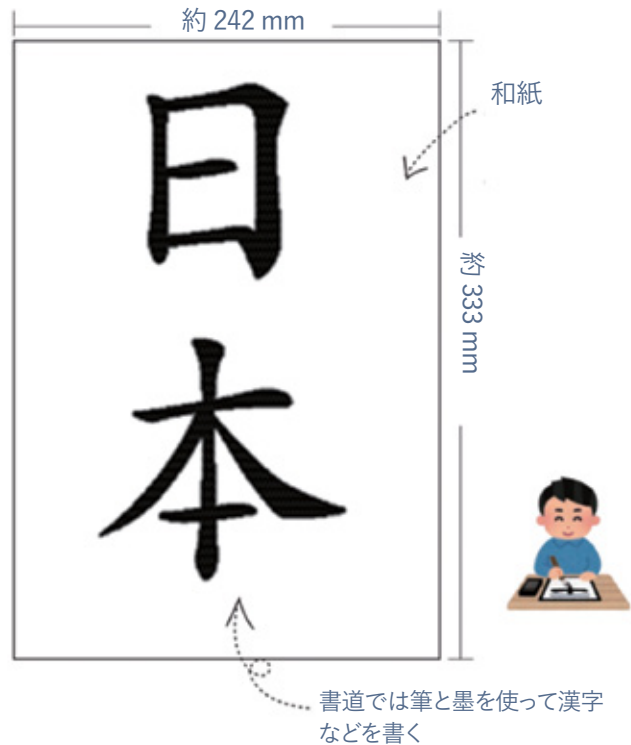
日本語の文章には漢字が使われている。漢字という言葉は、中国語の“ハンジ”、または書記体系を意味する。漢字が導入される前、日本には固有の文字が存在しなかった。推古天皇が治めていた593年から628年の間に、日本は中国に遣隋使を送り、中国語の読み書きの能力を高めた。日本で最も古い漢字は7世紀に遡る。それは布と塩の貿易記録であり、薄い長方形の板の上に刷られたものだった。

平安時代(794年～1185年)には漢文が作られ、中国語が日本語の文法にあわせて再構成された。現代の日本語において漢字は、名詞や形容詞、動詞を書くために使われている。

折り紙

6世紀、中国の修道士から日本へ手作りの紙が持ち込まれた。当時それは高級なものであった。古くは儀式や宗教の目的で紙を折っていたが、江戸時代(1603年～1868年)には紙が大量生産できるようになり、紙を折ることは娯楽の1つとなった。1797年には、秋里籬島(あきざと りとう)によって千羽鶴の折り方の本が書かれた。1800年代後半には、“折り紙”と呼ばれるようになった。これは、日本語の「折る」と「紙」が合わさった言葉である。

伝統的な折り紙は、親から子へ受け継がれている。近代の特徴的な折り紙は著作権で保護されることもある。また、パズルのような側面もあったり、ハサミやノリを使わずに1枚の紙から正方形を作ったりもする。



千羽鶴の折り方

参考資料

おわりの授業：私たちの世界

星型キルトの伝統

星型のキルトは、モンタナ州北東部のアシニボイン族とスー族の伝統的なアートの一つである。1800年代半ば、当時バイソンの皮の需要が高まったことで、数百万ものバイソンが猟師によって殺された。1881年にはモンタナ州の北部からバイソンの群れはいなくなってしまうため、その土地を訪れた宣教師によって新しくフォートベック居留地が作られた。また彼らは、アシニボイン族とスー族の女性に織物と裁縫を紹介した。すると女性たちは、キルト上に“金星”を作った。それまでお葬式やセレモニーでは赤いバッファローがついた伝統的なローブを着ていたが、その代わりに星型のキルトがついたキルトが用いられるようになった。

現在キルトは“ユイピの儀式”または“与えつくしの儀式”で使われており、北部のブレインズ居留地では最も貴重な贈り物の一つである。新しい家族や新婚夫婦、亡き人への敬意を表すために贈られている。モンタナのインディアン居留地では、バスケットボールのチームメンバーに対して尊敬や名誉、称賛を表す際に、この星型のキルトを贈っている。

8箇所がとがった星は神聖なシンボルで、星型のキルトは名誉と守りを表している。アシニボイン族とラコタスー族は、彼らが崇めている天上に暮らす精霊が金星を道しるべにして地球にやってくると信じていたのである。

星型キルトの形

星型のキルトは、ひし形に切ったパーツを使って作られている。ひし形は、2つの二等辺三角形の底辺の部分を合わせた形である。8箇所がとがった星は、8つのひし形を使って形作られる。

アシニボイン族とスー族と、フォートベック居留地

映像資料: <https://youtu.be/2Dgvx1a9hQc> ※英語

モンタナ州北東部にあるフォートベック居留地には、アシニボイン族とスー族が暮らしている。この居留地は1871年に設立され、事務所は現在のモンタナ州ポプラーにある。この居留地の人口は約6,800人で、そのうち3,900人が部族のメンバーである。土地の広さは200万エーカー※以上ある。

この居留地に住む部族の紋章は、バッファローの皮革と赤色・黄色・黒色を組み合わせたもので、これらはアシニボイン族とスー族にとって神聖なものである。

※1エーカーは、1辺の長さが約63.6mの正方形の面積と同じ。



紋章の中心にバッファローが描かれているが、実際はインディアン自治区の水路の地図

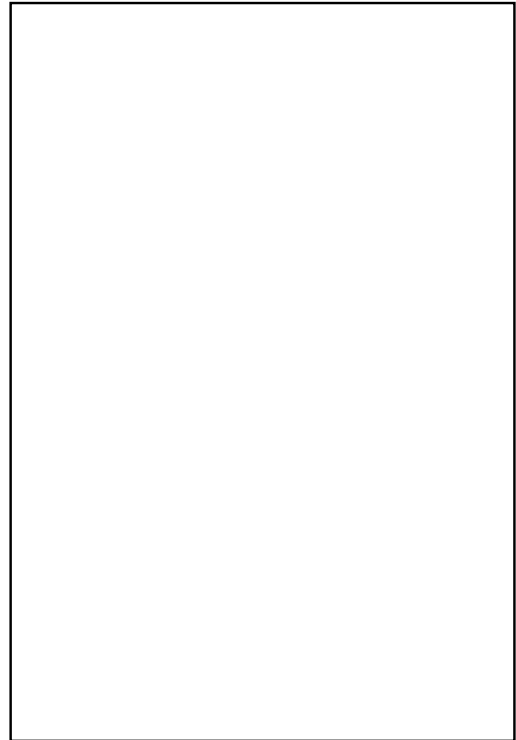
ワークシート おわりの授業：私たちの世界

漢字

人々は、見えているものの特ちょうから名前を決めることがあります。例えば「モンタナ州」は、スペイン語で“山”または“山国”を意味する「モンターニャ(Montaña)」に由来します。「日本」という漢字は、中国語の“日出ずる国”という意味の漢字に由来します。これは、日本が中国の東側に位置しているからです。



以下に、「日本」という文字を書き写しましょう。



書道では筆と墨を使って漢字
などを書く

ワークシート
おわりの授業：私たちの世界

以下に、「モンタナ」「熊本」という文字を書き写しましょう。

モンタナ

熊本

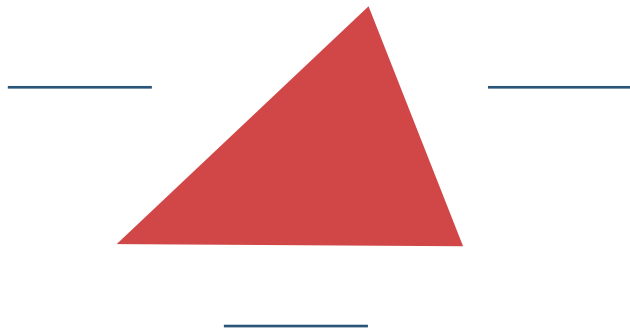
モンタナ

熊本

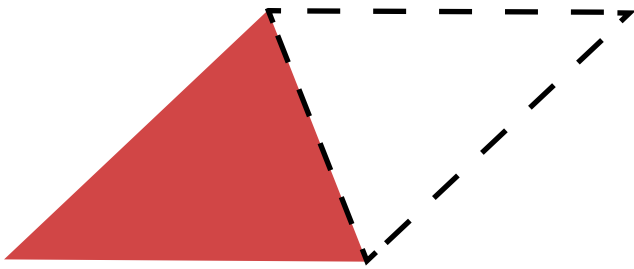
ワークシート おわりの授業：私たちの世界

星型キルト

モンタナ州に住むアシニポイン族とスー族の人々は、星型のキルトを作ります。8か所がとがった星で、これは明けの明星ともいわれる金星を表しています。この形は、三角形で形づくられたひし形によって形成されています。同じ長さの線を使って、左右で同じ形になるようにバランスよく作られています。アメリカン・インディアンたちは、土地と動物、そしてそこに住む人々の間にあるバランスをととても大切に考えており、このバランスを星型キルトにも表しているのです。



左の三角形の3辺をそれぞれ測り、線の上に長さを書きましょう。同じ長さの辺に、丸をつけましょう。

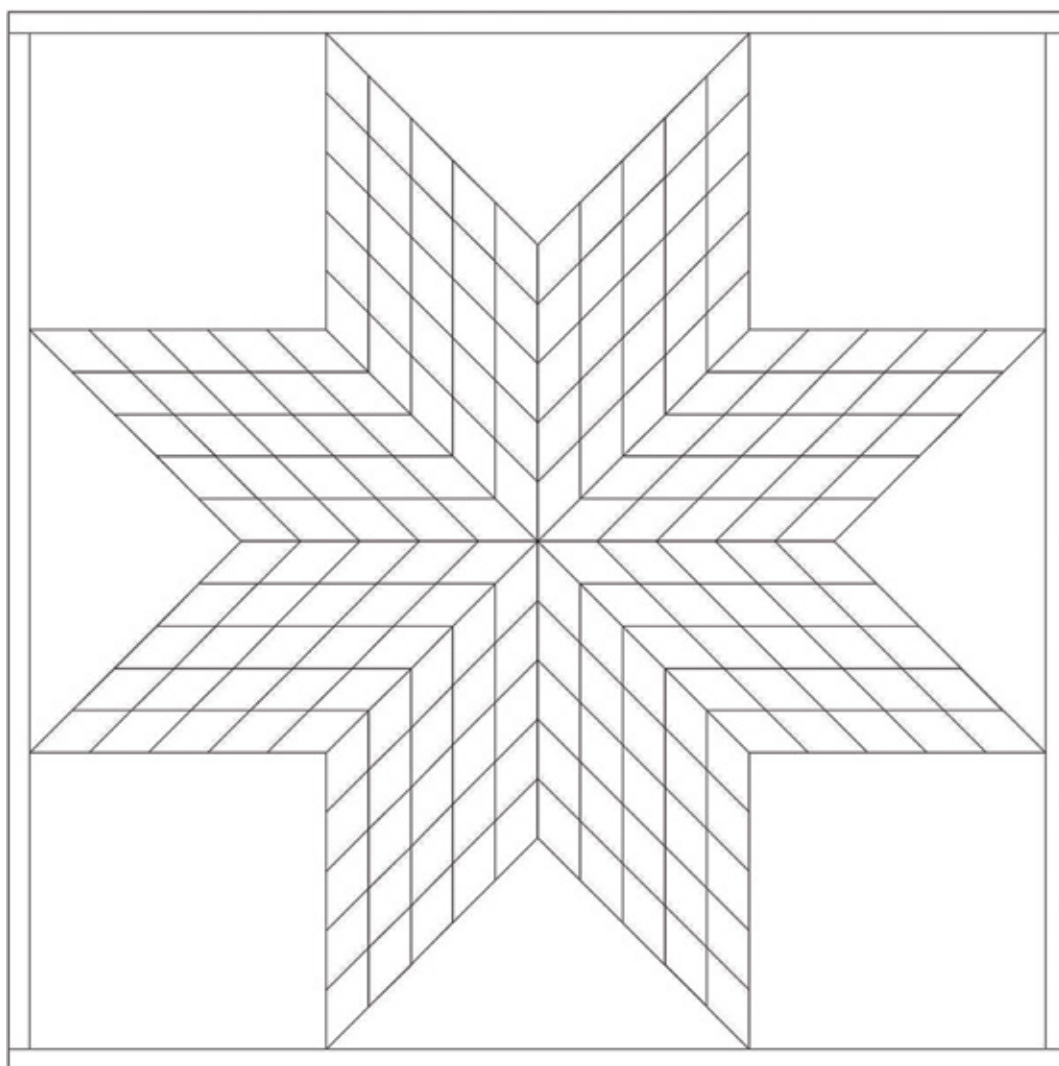


点線をなぞって三角形を書き、ひし形を作りましょう。



赤色、黒色、黄色はラコタ スー族のシンボルカラーです。次のページに書いてある色の見本を参考に、あなたのオリジナルの星型キルトを作りましょう。

ワークシート
おわりの授業：私たちの世界



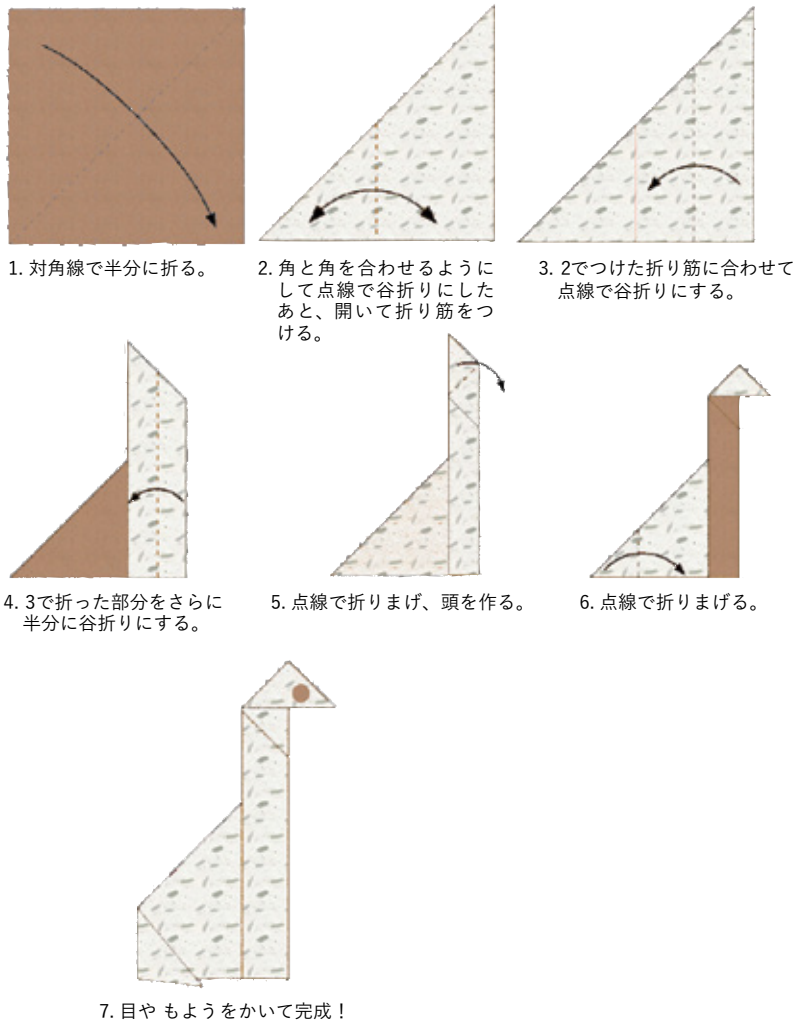
キルトブロックモデル：ワスレグサ (Almira Buffalo Bone Jackson) (アシニボイン族)、アメリカン・インディアン国立博物館、マリー・ヤングマン(スー族) (クリエイティブコモンズより転載)。



ワークシート おわりの授業：私たちの世界

折り紙で作る恐竜(竜脚類)

竜脚類(りゅうきやくるい)は長い首を持つ、ジュラ紀から白亜紀に生息していた恐竜です。モンタナ州と熊本県で化石が発見されています。下には、竜脚類を折るときの手順が書いてあります。なお、「折り紙」という言葉は、“折る”と“紙”が組み合わさっています。

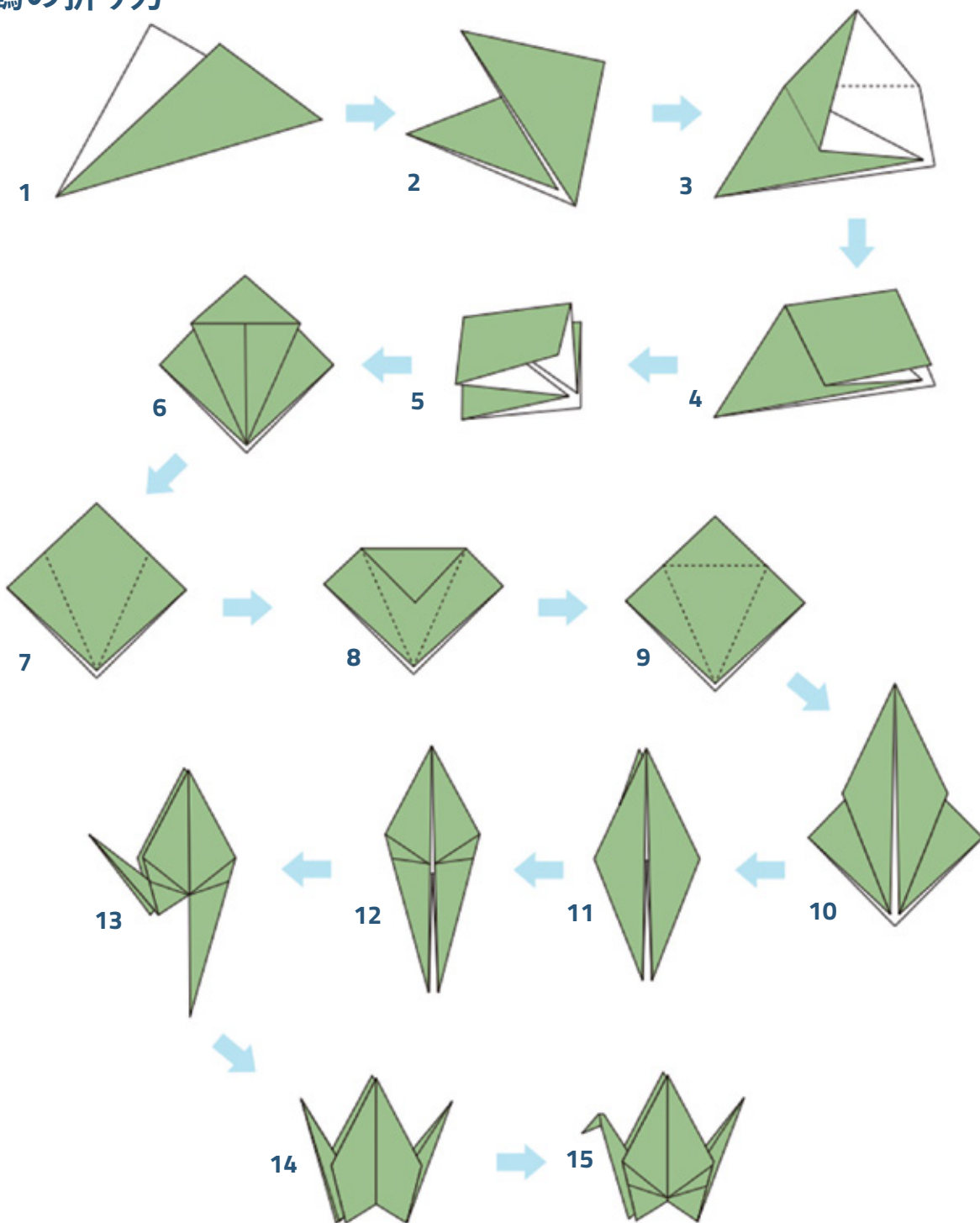


折り紙は様々な形に姿を変えます。上の手順のなかで茶色にぬってある場所について、以下の質問に答えましょう。

1. 手順1.ではどのような形をしていますか? _____
2. 手順4.ではどのような形をしていますか? _____
3. 手順6.ではどのような形をしていますか? _____
4. 手順7.ではどのような形をしていますか? _____

ワークシート
おわりの授業：私たちの世界

鶴の折り方



(提供：御船町恐竜博物館)



ワークシート おわりの授業：私たちの世界

総まとめ

熊本県と姉妹提携を結んでいる地域の名前を書きましょう： _____

姉妹提携を結ぶことはなぜ重要なのでしょう。
重要な理由を1つ書いてください。

重要な理由を絵で表してください。

文献

私たちのふるさと、私たちの世界

OPENING LESSON OUR HOME

<https://youtu.be/cHjqJKbjAHA>

<https://youtu.be/R4-ZbVizMVM>

<https://www.visitmt.com/campaign/montana-tv.html>

<https://youtu.be/KCvy3Pcp7ul>

<https://youtu.be/MINNGeusB7M>

ASTRONOMY LESSON 1 ONE SKY, MANY STORIES

Monroe, J.A., Williamson, R.A. 2007. They Dance in the Sky: Native American Star Myths. Houghton Mifflin Company. pp 130.

Moroney, L. 2011. Montana Skies: Crow Astronomy. Montana Office of Public Instruction. pp. 39.

内田武志, 1973. 星の方言と民族, 岩崎美術社, 288-290.

<http://hoshifuru.jp>

<https://vimeo.com/49771618>

<https://vimeo.com/74325278>

<https://youtu.be/N7fLb29bWM8>

<https://youtu.be/nzMljr1XP38>

ASTRONOMY LESSON 2 STARSCAPES AND STAR CHARTS

Moroney, L. 2011. Montana Skies: Crow Astronomy. Montana Office of Public Instruction. pp. 39.

Renshaw, S.L. 2012. 'The Inspiration of Subaru as a Symbol of Cultural Values and Traditions in Japan', eds. Nicholas Campion and Rolf Sinclair, Culture and Cosmos, Vol. 16 nos. 1 and 2, pp. 175-191.

<http://hoshifuru.jp>

<https://youtu.be/DUkZdEocUzY>

ASTRONOMY LESSON 3 COLORFUL CONSTELLATIONS, CLASSIFYING STARS

Renshaw, S., Ihara, S. 1999. Yowatashi Boshi; Stars that Pass in the Night. Japan's Cultural Heritage Reflected in the Star Lore of Orion. Volume 63, Number 10, pp. 2-17. Griffith Observer.

<https://youtu.be/Zo-sKzMWYFA> (5:09 minutes)

https://youtu.be/2PO_jMgmLvs

<http://www.constellation-guide.com/constellation-list/orion-constellation/>

<https://youtu.be/Zo-sKzMWYFA>

https://youtu.be/2PO_jMgmLvs

文献

私たちのふるさと、私たちの世界

GEOLOGY LESSON 1 VOLCANIC LANDSCAPES

<https://www.nps.gov/yell/learn/nature/geology.htm>

<http://www.aso-geopark.jp/en/charm/index.html>

<http://earthquakes.volcanodiscovery.com/>

<http://www.worldatlas.com/aatlas/infopage/tectonic.htm>

<http://www.protezionecivilewp.jsessionid=3DDAF6B2D6096A4CF68577C44324F?>

https://volcanoes.usgs.gov/volcanoes/yellowstone/faqs_ash3d.html

<https://www.youtube.com/watch?v=USCvVndukjA>

https://youtu.be/_hyE2NO7HnU

<http://www.discovery.com/tv-shows/discovery-presents/videos/understanding-volcanoes-mt-saint-helens/>

<https://youtu.be/BBGmXsZHIw>

<http://study.com/academy/lesson/volcanic-hazardsdefinitiontypes-prevention.html>

<http://www.discovery.com/tv-shows/discovery-presents/videos/ultimate-guide-to-volcanoes-pyroclastic-flow/>

GEOLOGY LESSON 2 NATURAL HAZARDS – OUR CHANGING LANDSCAPE

Glossary of Geology, 2017, Edited by Klaus K.E. Neuendorf, James P. Mehl, Jr., and Julia A. Jackson, American Geosciences Institute

<https://earthquake.usgs.gov/learn/kids/eqscience.php>

https://www.teachengineering.org/activities/view/cub_natdis_lesson03_activity2

<https://www.nps.gov/yell/learn/nature/earthquakes.htm>

http://www.uusatrg.utah.edu/RBSMITH/public_html/IMAGES/ys-seisnet.jpg

https://volcanoes.usgs.gov/volcanoes/yellowstone/hazard_earthquakes.html

https://www.teachengineering.org/activities/view/cub_natdis_lesson03_activity1

https://www2.usgs.gov/natural_hazards

地震調査委員会, 2013. 日奈久断層と布田川断層帯の評価.

日本土木学会, 2017. 2016年熊本地震被害調査報告書.

土木学会九州北部豪雨災害調査団, 2013. 平成24年7月九州北部豪雨災害土木学会調査団報告書.

三波俊夫・久保寺章, 1977. カルデラ北部地震(1975年)の活動形式—震源移動とその解釈—. 地震, 30:73-90.

文献

私たちのふるさと、私たちの世界

GEOLOGY LESSON 2 - CONTINUED NATURAL HAZARDS – OUR CHANGING LANDSCAPE

小野晃司・渡辺一徳, 1985. 阿蘇火山地質図
1:50,000.16火山の地質図(4) 地質調査所.

Ono, K., Watanabe, K., Hoshizumi, H. and Ikebe,
S., 1995. Ash eruption of the Naka-dake crater, Aso
volcano, southwestern Japan. *Journal of Volcanology
and Geothermal Research* 66:137-148.

福岡管区気象台, 1975. 熊本県北東部の地震の調査
報告、*験震時報*第40:55-72.

渡辺一徳・糸倉克幹・鶴田孝三, 1979. 阿蘇カルデラ
西麓の活断層群と側火口の位置. *第四紀研究*, 18(2)
:89-101.

GEOLOGY LESSON 3 SEDIMENTOLOGY – BUILDING OUR LANDSCAPE

Barker, R.M. 1990. Collecting rocks; 1990; USGS
Unnumbered Series; GIP.

Geological Map of Yellowstone Park by Robert L.
Taylor and Joseph M. Ashley with R. A. Chadwick, S.
G. Custer, D. R. Lageson, W. W. Locke, D. W. Mogk,
and J. G. Schmitt, Cartographic Assistance: Jay B.
Erickson. Department of Earth Sciences, Montana
State University

[http://media.wfyi.org/IndianaExpeditions/
IDEXSeason2_2009/
IDEX202/IDEX202SedimentJarLesson.pdf](http://media.wfyi.org/IndianaExpeditions/IDEXSeason2_2009/IDEX202/IDEX202SedimentJarLesson.pdf)

[https://www.usgs.gov/faqs/what-are-sedimentary-
rocks-0?qt-news_science_products=0#qt-news_
science_products](https://www.usgs.gov/faqs/what-are-sedimentary-rocks-0?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products)

PALEONTOLOGY LESSON 1 PRACTICES OF PALEONTOLOGY

Amaral, W.W. 1994. Microscopic Preparation.
Vertebrate Paleontological Techniques Vol. 1. Pgs
129-140. Leiggi, P., May, P. editors. Cambridge
University Press.

Converse, H.H. 1984, revised 1989. *Handbook
of Paleo-Preparation Techniques*. 109 pp. Florida
Paleontological Society.

Fisher, D.W. 1965. Collecting in Sedimentary Rocks.
Handbook of Paleontological Techniques. Pgs. 150-
155. Kummel, B., Raup, D. editors. W. H. Freeman
and Company.

Ikegami, N., and Tomida, Y. 2005. A Therizinosaurid
dinosaur from the Upper Cretaceous Mifune Group in
Kyushu, Japan. *Journal of Vertebrate Paleontology* 25
(supplement to no.3):73.

菊池直樹・廣瀬浩司・東洋一・近藤康生・田代正
之, 1997. 御所浦層群からの恐竜化石の発見. 嶋村清
編「御所浦の地質」, 116-118, 御所浦町全島博物館構
想推進協議会刊.

菊池直樹・廣瀬浩司・鹿納晴尚・近藤康生・田代正
之, 2000. 御所浦層群の脊椎動物化石分布調査報告
(Part I). 御所浦白亜紀資料館報, 1, 23-27, 図版8.

菊池直樹・廣瀬浩司・鶴飼宏明, 2005. 自然篇 第三章
脊椎動物化石. 御所浦町誌, 89-116.

Leiggi, P. 1987. A Few Points to Make. *Society of
Vertebrate Paleontology News Bulletin*, Number pp.
140. P 49.

Leiggi, P., Schaff, C.R., May, P. 1994. Macrovertebrate
Collecting. Field Organization and Specimen
Collecting. *Vertebrate Paleontological Techniques* Vol.
1. pp. 59-77. Leiggi, P., May, P. editors. Cambridge
University Press.

Makela, R.R., Leiggi, P. 1989. Reinventing the Wheel.
pp. 123-130. *Curator* 32/2.

May, P., Reser, P., Leiggi, P. 1994. Laboratory
Preparation: Macrovertebrate Preparation. *Vertebrate
Paleontological Techniques* Vol. 1. pp. 113-129.
Leiggi, P., May, P. editors. Cambridge University
Press.

文献

私たちのふるさと、私たちの世界

Neuman, R.B. 1965. Collecting in Metamorphic Rocks. *Handbook of Paleontological Techniques*. pp. 159-163. Kummel, B., Raup, D. editors. W. H. Freeman and Company.

Rixon, A.E. 1976. *Fossil Animal Remains: Their Preparation and Conservation*. The Athlone Press. 304 pp.

Rogers, R.R. 1994. Collecting Taphonomic Data from Vertebrate Localities. *Vertebrate Paleontological Techniques* Vol. 1. pp. 47-58. Leiggi, P., May, P. editors. Cambridge University Press.

Shelton, S.Y. 1994. Conservation of Vertebrate Paleontology Collections. *Vertebrate Paleontological Techniques* Vol. 1. pp. 3-33. Leiggi, P., May, P. editors. Cambridge University Press.

Shelton, S.Y., Chaney, D.S. 1994. An Evaluation of Adhesives and Consolidants Recommended for Fossil Vertebrates. *Vertebrate Paleontological Techniques* Vol. 1. pp. 35-45. Leiggi, P., May, P. editors. Cambridge University Press.

Sohl, N.F. 1965. Collecting in Unconsolidated Sediments. *Handbook of Paleontological Techniques*. pp. 155-159. Kummel, B., Raup, D. editors. W. H. Freeman and Company.

田村実・岡崎美彦・池上直樹, 1991. 御船層群上部層よりの肉食・草食恐竜の化石群の産出について. 熊本大学教育学部紀要, 40, 自然科学, 31-45.

PALEONTOLOGY LESSON 2 DIFFERENT TIMES, DIFFERENT FOSSILS

Burton, D., Greenhalgh, B.W., Britt, B.B., Kowallis, B.J., Elliott, W.S., and Barrick, R. 2006. New radiometric ages from the Cedar Mountain Formation, Utah and the Cloverly Formation, Wyoming: implications for contained dinosaur faunas. *Geological Society of America Abstracts with Programs* 38(7): 52.

Farke, A. A., Maxwell, W. D., Cifelli, R. L., and Wedel, M. J. 2014. A ceratopsian dinosaur from the Lower Cretaceous of Western North America, and the biogeography of Neoceratopsia. *PLoS One* 9(12), e112055.

Fowler, D. W. 2017. Revised geochronology, correlation, and dinosaur stratigraphic ranges of the Santonian-Maastrichtian (Late Cretaceous) formations of the Western Interior of North America. *PLoS One* 12(11), e0188426.

深田地質研究所, 1964. 熊本県地質図. 内外地図.

Geologic Map of Montana. 2007. Edition 1.0. Montana Bureau of Mines and Geology. <http://www.mbm.g.mtech.edu>

Hanson, D.A., Scannella, J.B. 2016. Skull variability within a population of the large oreodont *Megareodon grandis* from a single locality in west central Montana –a preliminary assessment. *Journal of Vertebrate Paleontology*, SVP Program and Abstracts Book, 2016: 149A.

文献

私たちのふるさと、私たちの世界

PALEONTOLOGY LESSON 2 - CONTINUED DIFFERENT TIMES, DIFFERENT FOSSILS

Hartman J.H., Butler, R.D., Weiler, M.W., and Schumaker, K.K. 2014. Context, naming, and formal designation of the Cretaceous Hell Creek Formation lectostratotype, Garfield County, Montana. pp. 89-122 in *Through the End of the Cretaceous in the Type Locality of the Hell Creek Formation in Montana and Adjacent Areas*. G.P. Wilson, W.A. Clemens, J.R. Homer, and J.H. Hartman (eds.) Geological Society of America Special Paper, Boulder, Colorado.

長谷義隆・廣瀬浩司・鵜飼宏明・坂梨仁彦・前田哲弥・打越山詩子, 2012. 熊本県天草市御所浦町竹島で発見された縄文時代の堆積物(新称:竹島層). 御所浦白亜紀資料館報, 13:7-9.

林 成多・八尋克郎・北村直司・北林栄一, 2004. 熊本県益城町の津森層から産出した昆虫化石(第2報)瑞浪市化石博物館研究報告, 31:63-67.

廣瀬浩司, 2005. 自然篇 第二章 化石. 御所浦町誌, 67-88.

廣瀬浩司・鵜飼宏明, 2012. 「トリゴニア砂岩化石採集場」の化石 - 御所浦層群江の口層雁の鼻部層の化石 -. 御所浦白亜紀資料館報, 13:19-24.

Homer, J.R. 2001. *Dinosaurs Under the Big Sky*. Missoula: Mountain Press Publishing Company. 195 pp.

Homer, J.R., Goodwin, M.B., and Myhrvold, N. 2011. Dinosaur census reveals abundant *Tyrannosaurus* and rare ontogenetic stages in the Upper Cretaceous Hell Creek Formation (Maastrichtian), Montana, USA. *PLoS One* 6(2), e16574.

Ikegami, N. 2015. New anacoracid shark from the early Late Cretaceous Mifune Group, Kumamoto Prefecture, Japan. *Journal of Vertebrate Paleontology*, Abstracts of papers 75th Anniversary Meeting Society of Vertebrate Paleontology (Dallas, Texas):148-149.

池上直樹・岩野英樹・壇原徹・酒井治孝, 2007. 上部白亜系御船層群の凝灰岩層のフィッシュ・トラック年代. 地質学雑誌, 113(3):127-130.

Ikegami, N., and Tomida, Y. 2005. A Therizinosaurid dinosaur from the Upper Cretaceous Mifune Group in Kyushu, Japan. *Journal of Vertebrate Paleontology* 25(supplement to no.3):73.

岩崎泰顕, 1997. 天草の貨幣石. 熊本地学会誌, 114:2-8.

菊池直樹・廣瀬浩司・鹿納晴尚・近藤康生・田代正之, 2000. 御所浦層群の脊椎動物化石分布調査報告 (Part I). 御所浦白亜紀資料館, 1:23-27, 図版8.

菊池直樹・廣瀬浩司・鵜飼宏明, 2005. 自然篇 第三章 脊椎動物化石. 御所浦町誌, 89-116.

小城祐樹・小松俊文・岩本忠剛・高嶋礼詩・高橋修・西弘嗣, 2011. 天草上島東部に分布する上部白亜系御船層群の層序と詳細な地質年代. 地質学雑誌, 117:7, 398-416.

Komatsu, T. 1999. Sedimentology and sequence stratigraphy of a tide- and wave-dominated coastal succession: the Cretaceous Goshoura Group, Kyushu, southwest Japan. *Cretaceous Research* 20:327-342.

Komatsu, T., Maeda, H. 2005. Stratigraphy and fossil bivalve assemblages of the mid-Cretaceous Goshoura Group, southwest Japan. *Paleontological Research* 9(2):119-142.



文献

私たちのふるさと、私たちの世界

黒須弘美・菊池直樹・廣瀬浩司, 2014. 熊本県天草市御所浦町の下部白亜系御所浦層群烏帽子層より産出した鳥脚類の歯化石. 御所浦白亜紀資料館報, 15:5-7.

黒須弘美・山田良二・廣瀬浩司・松岡廣繁, 2015. 熊本県上天草市の上部白亜系姫浦層群樋の島層より産出したモササウルス類の歯化石. 御所浦白亜紀資料館報, 16:1-7.

松本達郎, 1939. 熊本県御船地方の地質学的研究(特に白亜系を中心として). 地質学雑誌, 46:1-12.

Matsumoto, T. 1960. Graysonites (Cretaceous Ammonites) from Kyushu. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University*, [D], *Geology* 10:41-58, pls.6-8.

Matsumoto, T. and Tashiro, M. 1975. A record of Mortonicerias (Cretaceous ammonite) from Goshonoura Island, Kyushu. *Transaction and Proceedings of Palaeontological Society of Japan (New Series)* 100:230-238, pl. 25.

Miyata, K., Tomida, Y., Beard, K. C., Gunnell, G. F., Ugai, H. Hirose, K. 2011. Eocene mammals from the Akasaki and Nakakoshiki formations, western Kyushu, Japan: Preliminary work and correlation with Asian Land Mammal Ages. *Vertebrata Palasiatica* 49 (1):53-68.

大塚雅勇, 2011. 天草地域の上部白亜系および始新統の層序と二枚貝化石群集. 御所浦白亜紀資料館報, 12:1-44.

Press, F., Siever, R. 1998. *Understanding Earth*. Second Edition. W.H. Freeman and Company. New York. 682 pp.

Scannella, J. B., and Fowler, D.W. 2014. A stratigraphic survey of *Triceratops* localities in the Hell Creek Formation, northeastern Montana (2006–2010). pp. 313-332 in *Through the End of the Cretaceous in the Type Locality of the Hell Creek Formation in Montana and Adjacent Areas*. G.P. Wilson, W.A. Clemens, J.R. Horner, and J.H. Hartman (eds.) Geological Society of America Special Paper, Boulder, Colorado.

Scannella, J. B., D. W. Fowler, M. B. Goodwin, and Horner, J.W. 2014. Evolutionary trends in *Triceratops* from the Hell Creek Formation, Montana. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111:10245–10250.

Setoguchi, T., Tsubamoto, T., Hanamura, H., and Hachiya, K. 1999. An early Late Cretaceous mammal from Japan, with reconsideration of the evolution of tribosphenic molars. *Paleontological Research* 3:18–28.

嶋村清・塚脇信二, 1997. 御所浦を歩く—御所浦の地質ガイド—. 嶋村清編「御所浦の地質」, 1-56, 御所浦町全島博物館構想推進協議会刊.

文献

私たちのふるさと、私たちの世界

PALEONTOLOGY LESSON 2 - CONTINUED DIFFERENT TIMES, DIFFERENT FOSSILS

Tamura, M. 1977. Cenomanian Bivalves from the Mifune Group, Japan. Part 2. *Memoirs of the Faculty of Education, Kumamoto University (Natural Science)* 26:107–144, pls. I–XII.

Tamura, M. 1979. Cenomanian Bivalves from the Mifune Group, Japan. Part 3. *Memoirs of the Faculty of Education, Kumamoto University (Natural Science)* 28:59–74, pls. I–III.

Tamura, M. 1984. Megalodonts and megalodont limestones in Japan. *Memoirs of the faculty of Education Kumamoto University (Natural Science)* 32:7–28.

Tamura, M., and Matsumura, M. 1974. On the Age of the Mifune Group, Central Kyushu, Japan. *Memoirs of the faculty of Education Kumamoto University (Natural Science)* 23:47–56.

Tazawa, J., 2008. Permian brachiopods from the Mizukoshi Formation, central Kyushu, SW Japan: Systematics, palaeobiogeography and tectonic implications. *Paleontological Research* 12(1):37–61.

宇都宮聡, 2006. 鹿児島県獅子島産白亜紀(セノマニアン)化石群IV. 痕跡, 28:2-3, 近畿地学会刊.

Wikipedia contributors. (2018, April 12). Bison antiquus. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved 18:29, August 17, 2018, from: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Bison_antiquus&oldid=835985778

Wikipedia contributors. (2018, March 22). Echinochimaera. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved 20:04, August 16, 2018, from: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Echinochimaera&oldid=831855792>

Wikipedia contributors. (2018, July 24). Geologic time scale. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved 17:44, August 16, 2018, from: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Geologic_time_scale&oldid=851749560

Wikipedia contributors. (2018, August 9). Woolly mammoth. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved 20:16, August 16, 2018, from: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Woolly_mammoth&oldid=854162043

<https://www.youtube.com/watch?v=rWp5ZpJAIAE&t=118s>

<https://www.youtube.com/watch?v=rWp5ZpJAIAE&t=18s>

PALEONTOLOGY LESSON 3 TRANSFORMING LAND AND LIFE

Dodson, P. 1996. *The Horned Dinosaurs*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 346 pp.

Farke, A.A., Wolff, E.D., and Tanke, D.H. 2009. Evidence of combat in *Triceratops*. *PLoS One* 4:e4252.

Forster, C.A. 1996a. Species resolution in *Triceratops*: cladistic and morphometric approaches. *Journal of Vertebrate Paleontology* 16(2):259–270.

Fowler, D.W. 2017. Revised geochronology, correlation, and dinosaur stratigraphic ranges of the Santonian-Maastrichtian (Late Cretaceous) formations of the Western Interior of North America. *PLoS One* 12 (11), e0188426.

Homer J.R. and Goodwin, M.B. 2006. Major cranial changes during *Triceratops* ontogeny. *Proceedings of the Royal Society of London B*. 273:2757–2761.

Homer J.R., Goodwin, M.B., and Myhrvold, N. 2011. Dinosaur census reveals abundant *Tyrannosaurus* and rare ontogenetic stages in the Upper Hell Creek Formation (Maastrichtian), Montana, USA. *PLoS One* 6:e16574 (doi:10.1371/journal.pone0016574).

Scannella, J.B., Fowler, D.W., Goodwin, M.B., and Homer, J.R. 2014. Evolutionary trends in *Triceratops* from the Hell Creek Formation, Montana. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111:10245–10250.



文献

私たちのふるさと、私たちの世界

Tamura, M. and Tashiro, M. 1967. Cretaceous trigoniid from the Mifune Group. *Memoirs of the Faculty of Education, Kumamoto University (Natural Science)* 15:13-23, Pl. 1.

田代正之, 1992. 「化石図鑑」日本の中生代白亜紀二枚貝.

田代正之・松田智子, 1983. 本邦白亜紀三角貝(ペテロトリゴニア類)の産出層序. 高知大学学術研究報告, 自然科学, 31:25-60, 図版1-2.

田代正之・松田智子, 1983. 本邦白亜紀三角貝の生息環境と層序. 化石, 34:19-32.

Tashiro, M. and Matsuda, T. 1983. A study of the Pterotrigoniae from Japan (I) Taxonomy. *Memoirs of the Faculty of Science, Kochi University, Series E, Geology* 4:13-52, pls. 1-13.

Tashiro, M. and Matsuda, T. 1986. A study of the Pterotrigoniae from Japan (II) Morphological Changes. *Memoirs of the Faculty of Science, Kochi University, Series E, Geology* 7:1-18, pl. 1.
<https://youtu.be/4SXHMm51-68>

CLOSING LESSON OUR WORLD

<https://youtu.be/2Dgvx1a9hQc>



CGP

The Japan Foundation
Center for Global Partnership

MUSEUM OF THE ROCKIES
MONTANA STATE UNIVERSITY

M
MONTANA
STATE UNIVERSITY



MDM
御船町恐竜博物館
MIFUNE DINOSAUR MUSEUM

天草市立 御所浦白亜紀資料館
Goshoura Cretaceous Museum

公益財団法人
阿蘇火山博物館

熊本博物館
KUMAMOTO CITY MUSEUM