

教材名	宇宙空間へ飛び出そう（スイングバイゲーム）		
メイン教科	理科（力・天体）	学習対象	小・中・高校生
教材形式	工作と遊びの中から学びを獲得する／未知の領域について自由に発想する		
目標 （ねらい）	<p>①宇宙空間に見立てたボードでの球体の動き（遊び）を通して、引力をはじめとした力・エネルギーの領域（仕組みとしてスイングバイ）について理解する。</p> <p>②宇宙に関連して、力・エネルギーの領域だけでなく、天体の領域、また理科の視点を越えて、社会情勢の視点を取り入れるなど、過去・現在の宇宙関連情勢、そして未来の情勢についてまで、多面的・多角的に自由に創造する力を養う。</p> <p>③遊びを中心に、個々の感性に基づき工作すること、そして疑問や興味につながる自発的な学習を促す。</p>		
教材について	<p>宇宙空間に浮かぶ宇宙探査機や人工衛星は、自身の燃料出力だけでなく、天体から受ける万有引力を利用して軌道を変更したり、加速・減速したりしている。この現象をスイングバイと言うが、これは高校の物理の教科書に初めて出てくる内容で、様々な力の学習、特に万有引力についての理解が必要となる。しかし、宇宙旅行ゲームの中で、宇宙探査機や人工衛星の動きを金属の球体の動きで、万有引力を磁力で置き換え、その軌道を見ることで、小学生や中学生でも仕組みを理解することはできよう。子ども達の中に、宇宙空間は「無重力でふわふわとしている」というなんとなくの感覚はあるだろう。自身でまっすぐ進んでいるところで急にカーブする、その現象は「なぜ」という疑問が出てくる。そこを出発点に、まずは上記の内容の理解を目指したい。</p> <p>また、理科の物理の内容で完結しないことも重要である。天体を扱っているところから、まず同じ理科の範囲内では天文学について広げることができる。また、それら天体に関して、日本や諸外国の宇宙開発技術の発展や国際関係、人類と天文学の歴史（社会科）、小説や芸術作品等での表現（国語・英語・音楽・美術）のされ方など、学習をひろげつなげることができる。特に天体は未知の部分が多い領域である。本教材は学習の広がりの一部を例としてあげたものであり、子どもの興味・関心によって臨機応変に選択してほしい。</p>		
指導について			

	<p>本学習では、指導者はこのプロセスを支援する。</p> <p>特に最初の「遊び」の部分では、子どもの自由な発想を指示してほしい。子どもたちが選択する画像、天体の位置・数・球体の進むルートなど、それぞれが好きなように設定する。指導者はその装置の中でスイングバイの動きが現れるようにサポートすることや、工作中的の安全面や補助を徹底する。最後の「発展」も同様で、例えば、子どもが○年後の宇宙旅行を考える、という学習を行った場合は、現在の技術・制度で不可能な事であっても、それを否定しないよう注意したい。あくまでそれは“現在の”技術・制度で不可能であって、将来そのような技術や制度が変わる、あるいはその子自身が技術を発明、制度を改革するかもしれないからである。指導者側がその回答や成果物についてどう捉え、どう評価するかは難しいことと重々理解しているが、その回答や成果物に至ったプロセスや根拠・論拠を重視し、子どもたちの創造力を伸ばしていく教材として活用して欲しい。</p>
--	--

○教科の系統性・関連性について ※全教科全体図は次ページ

〈メイン教科：理科—物理の内容について〉

学年	内容
小3	学習指導要領 A 物質・エネルギー (2) 風とゴムの力の働き ・実験内容の手応えなどの体感を基にした活動を重視する ・追究を通して、差異点や共通点を基に、問題を見出し、表現する ⇒観察・実験などに関する技能を身につけていく ※スイングバイや万有引力との直接的つながりは薄い
中1・3	学習指導要領 第1分野 (5) 運動とエネルギー ・物体の運動とエネルギーについて日常生活や社会と関連付け、理解 ー力のつり合い、合成や分解、物体の運動、力学的エネルギーの規則性・関係性 ⇒日常生活に働いている力、力の表し方に地球に働く重力を学習する また、物体の運動とその物体に働く力(分解)を学習する
高校(物理)	学習指導要領 (1) 様々な運動 全般 特に(エ)万有引力 ⇒太陽系の惑星の運動、万有引力による物体の運動についての理解

〈メイン教科：理科—天体・科学技術の内容について〉

学年	内容
小4	学習指導要領 B 生命・地球 (5) 月と星 ・月や星の特徴、また月や星の位置の変化と時間の経過との関係について理解 ⇒生活経験との関連(種類、見え方など)、予想や仮説、そして表現
小6	学習指導要領 B 生命・地球 (5) 月と太陽 ・月の形の見え方と月と太陽の位置関係について理解⇒考察・表現 小学校での学習では、“地球から見た”月・太陽・その他惑星を扱うこととなる
中3	学習指導要領 第2分野 (6) 地球と宇宙 ・天体の動きと地球の自転・公転、太陽系と恒星について理解 ⇒天体の観察、実験などを通して、その結果・資料から分析、表現する
中3	学習指導要領 第1・2分野共通 (7) 科学技術と人間/自然と人間

	⇒自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について科学的に考えさせ、持続可能な社会をつくっていくこと、の認識
高校（地学）	学習指導要領 （4）宇宙の構造 ・宇宙に関する事物・現象について、天体の運動や宇宙の構造から ⇒太陽系、恒星と銀河系、銀河と宇宙の内容、仮説や実験と分析・表現
高校（科学と人間生活）	学習指導要領 （2）人間生活の中の科学 （エ）宇宙や地球の科学 ・天体に関する観察、実験などを通して、太陽などの身近に見られる天体の運動や太陽の放射エネルギーについて、人間生活と関連付けて理解する ⇒（3）これからの科学と人間生活 への発展

## 〈意識すべき関連教科〉

教科	内容
社会科	<p>例：国際社会における諸問題への繋がり（宇宙開発）</p> <p>小6 （3）グローバル化する世界と日本の役割－問題を追究・探求する学習 ⇒地球規模で発生している課題の解決に向けた連携・協力に着目し、調べる 中学・公民的分野 D 私たちと国際社会の諸課題 ⇒持続可能な社会、国家間の競争に着目し、課題を追究・解決していく学習 高校・公共 C 持続可能な社会づくりの主体となる私たち 「よりよい国家・社会の構築及び平和で安定した国際社会の形成へ主体的に参画し、共に生きる社会を築くという観点から課題を見だし、（後略）」 ⇒課題解決に向け、考察・構想、論拠を基に自分の考えを表現する ☆国際問題の1つとして各国の宇宙開発や競争、個々人の宇宙旅行を取り扱うこと</p> <p>例：人類と宇宙の歴史</p> <p>小・中学の歴史的分野、高校日本史探求 日本史中心に世界史を一部取り扱う ⇒文化史（学問史）において天文学を扱う、など 高校・世界史探求 ⇒上記と同様に、文化史（学問史）において天文学や詩、競争等を扱う</p>

## 〈SDG s の視点の取り入れ〉

STEAM 教育の考え方：上記のように理系の学習内容をベースに社会科のように国際的な課題解決に拡大する教科横断的な学習、をベースとし、SDG s（持続可能な開発目標）の視点を取り入れられるとよい。実際に以下の参考では、JAXA では宇宙事業と持続可能な社会の実現をつなげている。子ども達が、“宇宙”をテーマとして創造する際の1つの参考になるのではないか。

## 【参考】

・宇宙航空研究開発機構 JAXA SDG s（持続可能な開発目標）とは

URL：[https://www.jaxa.jp/about/iso/sdgs/index\\_j.html](https://www.jaxa.jp/about/iso/sdgs/index_j.html)

## ○教材の使用時の流れ

	学習／活動内容	指導上の留意点 (○) /教材 (・)
制作 20分	<p>①宇宙旅行ボードを作る</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・宇宙旅行ボードの作成動画を見ながら、実際に自分が動かすボードを作成する</li> </ul> <p>②宇宙旅行ボードで遊ぶ・工夫する</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・宇宙探査機(ロケット)に見立てた球体を動かす、動かし方は以下のように自由</li> </ul> <p>【動かし方の例】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○2つの惑星を経由して地球に帰ってくる</li> <li>○地球からできるだけ遠くの惑星に行く</li> <li>○くねくねした軌道を描いて進む など</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動画：作成パートと作成手順資料</li> </ul> <p>○動画を一時停止しながら、別子資料の作成手順のプリントを見ながら、指導者が1つ1つ確認しながらと、子どものペースにあった提示方法で支援する</p> <p>○特に、ボードに貼る宇宙の画像や惑星に見立てた磁石の数などは、②を見通して、子どもたちの自由な選択にゆだねる</p> <p>複数枚ボードを作らせてもよい</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・動画：作成パート</li> </ul> <p>○動画は「2つの惑星を経由して地球に帰ってくる」例を取り上げているが、それと同じものを作ってもよいし、例に挙げたような他の挑戦もしてもよい。その時に、スイングバイの原理を基にした軌道を描けるよう、確認・支援する</p> <p>○遊びや工夫を楽しむことを意識させる</p>
理解 20分	<p>③スイングバイの仕組みを学ぶ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 宇宙における物質の動き方を予想する (予想：子どもから出る認識について)</li> <li>・宇宙は重力がないからふわふわする</li> <li>・動けないのではないか</li> <li>・ゆっくり動くし、止まれないのではないか</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. 万有引力について理解する <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒万有引力はあらゆる物質にはたらくもので、引っ張り合う力である</li> <li>⇒地球上での物質や、宇宙空間での地球と月の関係を例に理解する</li> </ul> </li> <li>3. スイングバイは万有引力を利用していることを理解する</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ワークシート①</li> <li>・(必要に応じて)理解をするための補助教材</li> </ul> <p>○対象の子どもの年齢・学習段階に応じて、補助説明等を行う</p> <p>○万有引力については、実際に物質を投げたり、落としたりする活動を通して、物質に働いている速度や動きとの関係性から、地球と月、宇宙探査機等の宇宙空間上での動きの理解の補助とする</p> <p>○スイングバイにおける宇宙探査機の加速・減速は、ボード上で実際に動かすことで確認する</p>
発展 例 他 分野	<p>④天体について学習を広げ深める</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 自分の宇宙旅行ボードに貼った画像に表示されている天体を調べる</li> <li>2. 太陽系の天体について学習する ⇒太陽系の天体の特徴を捉える</li> <li>3. 太陽系以外の天体や衛星、小惑星、すい星など、子どもの関心のあるテーマにつ</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動画：学習パート</li> <li>・ワークシート②-1</li> <li>・作成した宇宙旅行ボード</li> <li>・(必要に応じて)理解をするための補助教材</li> <li>・インターネット環境</li> </ul> <p>○3. ではないいきなり調査学習に入ることは難し</p>

<p>への広がりが</p> <p>各45分程度</p>	<p>いて調査する</p> <p>4. 宇宙旅行プランを他人に紹介する ⇒2. と3. で学習・調査した内容を基に、ある惑星についての魅力や行くまでの道のり等を紹介して表現する</p>	<p>い。2. の学習範囲にとどまらず、子どもの興味や疑問を感化させるため、見た目や名称が特徴的な天体の例を写真等で用意しておくことで補助する</p> <p>○宇宙旅行プランでは、実現性ではなく、子どもが調査したことを十分に表現できていることを重視したい。しかし、現時点では渡航技術やその他事実が解明されていないことも多いため、そういった情報も取り入れて発表できるよう、ループリック等を提示し支援したい。</p>
<p>目安</p>	<p>⑤人類と宇宙の歩みについて広げ深める ⇒天体・天文学に関する年表を作成し、同時代の日本や世界での出来事（政治史など）と結び付ける</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動画：学習パート</li> <li>・ワークシート②-2</li> <li>・(必要に応じて) 理解をするための補助教材</li> <li>・インターネット環境</li> </ul> <p>○関連付けのイメージは、古代文明の始まりや日本の当時の為政者や各国の王朝名、戦争等の出来事と天文学の発展を結び付けることである。</p>
	<p>⑥宇宙と国際社会や生活と広げ深める</p> <p>1. 宇宙開発として人工衛星を取り上げ、どういった目的で打ち上げ、どのように活用されているかを調査する ⇒GPS や気象情報、測量から軍事利用まで、情報を得るためのものと知る</p> <p>2. 人工衛星の打ち上げで発生している国際問題について考える ⇒どの国が打ち上げているのか、また国際条約や協力の観点から ⇒宇宙ゴミの問題にも触れる</p> <p>3. これからの宇宙開発の1つとして月面開発を取り上げ、宇宙空間の所有権や利用権の問題を考える ⇒日本や各国の宇宙開発技術、予想される利用目的などの観点から</p> <p>4. これから私たちと“宇宙”はどのような関わりになっていくだろうか、学習したことを基に、自由に考え発想する</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動画：学習パート</li> <li>・ワークシート②-3</li> <li>・(必要に応じて) 理解をするための補助教材</li> <li>・インターネット環境</li> </ul> <p>○人工衛星の活用として現代の子ども達にとって最も身近なことはスマホ等に搭載されているGPSとなろう。「私たちの位置はどうやってわかるのだろうか」そんな疑問から始まるとよい。続けて気象情報や測量など子どもの身近なところから具体的な例へと学習内容をつなげていきたい。</p> <p>○4. の場面では、④-4の学習と同様に、子どもが調べ学習したことをどう表現しているかを重視したい。</p>

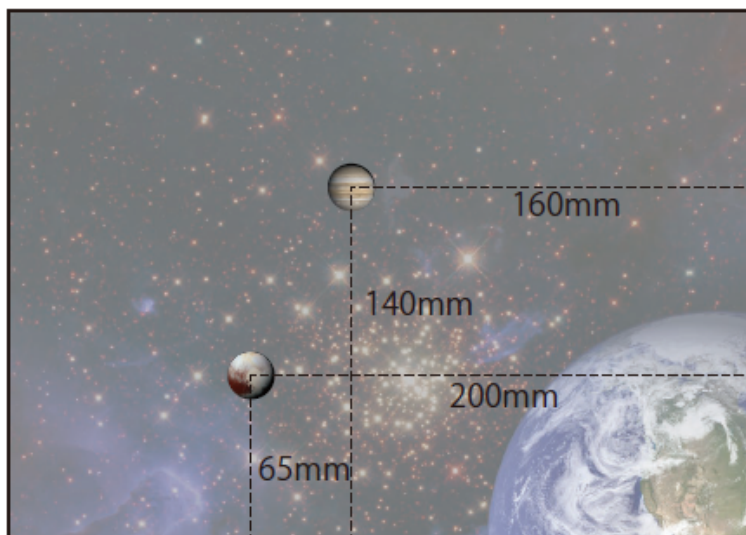
### 〈スイングバイボードを作るのに必要な材料〉

- A4 サイズ透明アクリル板（カード型の書類入れや透明な下敷きでも可） 1枚
- 板目表紙又は工作用紙などのボール紙（A4 サイズ以上） 1枚
- 台紙用のスチレンボード 5mm×2枚、又は10mm×1枚
- 発射台用のスチレンボード 5mmのもの
- 直径20mm以下の磁石 2つ
- 鉄球（パチンコ玉） 1つ
- 印刷した背景画像・惑星シール・発射台目盛り
  - ※背景画像・惑星シール・発射台目盛りは別データ参照
  - ※惑星シールと発射台目盛りはシール台紙に印刷しておくとい、なければ両面テープで
- 両面テープ

### 〈スイングバイボードを作る手順〉

#### 【ボード部分の手順】

1. A4用紙にプリントアウトした背景画像を、板目表紙（ボール紙）にのりか両面テープで貼る。
2. 背景画像に惑星を貼る。図のように、1つは【16cmと14cm】がぶつかる地点、もう1つは【20cmと6.5cm】がぶつかる地点に貼る。どちらも地球に近い所から測ること。
3. 背景画像と惑星が貼られた板目表紙（ボール紙）の上に、透明アクリル板を貼りつける。



※ここで、透明アクリル板ではなく、カード型の書類入れを用意している場合は…

1. A4用紙にプリントアウトした背景画像に惑星を貼る。図のように、1つは【16cmと14cm】がぶつかる地点、もう1つは【20cmと6.5cm】がぶつかる地点に貼る。どちらも地球に近い所から測ること。
2. 背景画像と惑星の用紙を、カード型の書類入れに挟み入れる。
3. 背景画像と惑星の用紙が入っているカード型の書類入れの裏面に、板目表紙（ボール紙）を、両面テープで貼る。

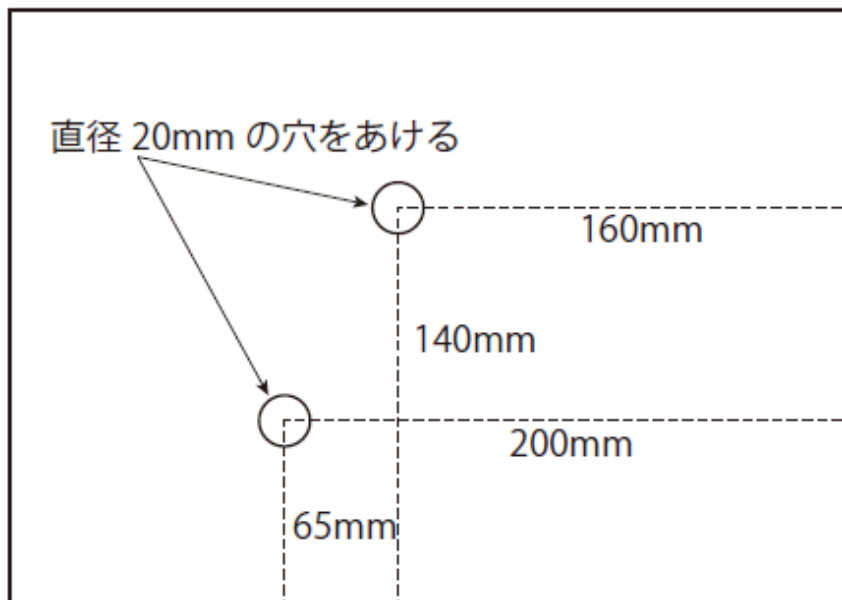
以降手順は同じ

4. 3の板面の地球がある辺に沿って、5mmの厚さのスチレンボードを、1cmの幅に切ったものを貼る。
  5. A4の大きさのスチレンボードに、磁石を入れる穴を作る。  
背景画像にある惑星と重なるように、1つは【16cmと14cm】がぶつかる地点、もう1つは【20cmと6.5cm】がぶつかる地点に貼る。また、この穴は、磁石をいれることを考慮して、1辺が2cmになるようにする。
- 厚さ10mmのスチレンボードなら1枚で良いが、厚さ5mmのスチレンボードを使用している際は、2枚同じものを用意する。

6. スチレンボードを板目用紙（ボール紙）の裏に貼りつける。そして、磁石をスチレンボードに開けた穴に貼りつける。

## スチレンボード

厚さ 5mm の場合は、  
2枚つくる

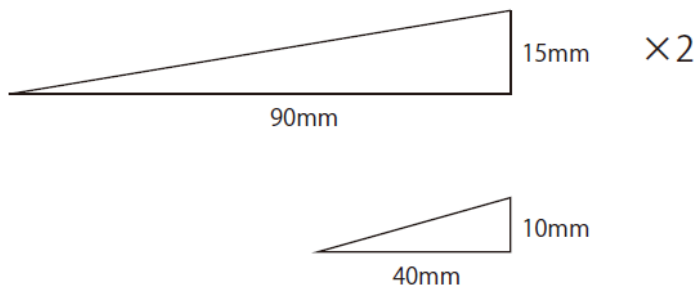


直径 20mm の穴に磁石を埋め込みます

### 【発射台部分の手順】

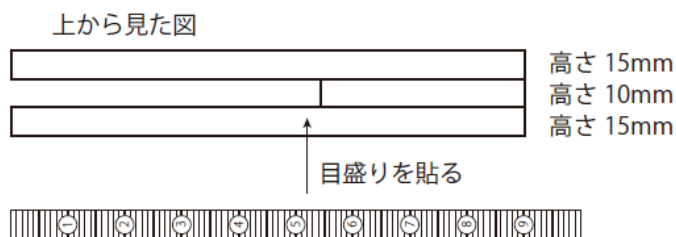
1. 厚さ 5mm のスチレンボードを、次のように切る。  
大きい方の三角形は 2 つ作ること。

①厚さ 5mm のスチレンボードを切る



2. 滑り台の形になるように、2 種類のスチレンボードを組み立てる。そして、目盛りを貼る。

②スチレンボードを貼る



[ここに入力]

[ここに入力]

指導者向け資料