

ファイルの準備

①Teams にログインする

②(st)122 回生の地学基礎チャンネルを開く

③投稿またはファイルから 「高1 地学ノートプリント 1 学期中間まで」
をダウンロードする。

(ファイル名の右にある ... をクリックしてダウンロードを選ぶ)

(右下の通知のフォルダマークの方を消えないうちに押せたら次の④を飛ばして⑤へ)



④ダウンロードフォルダを開く

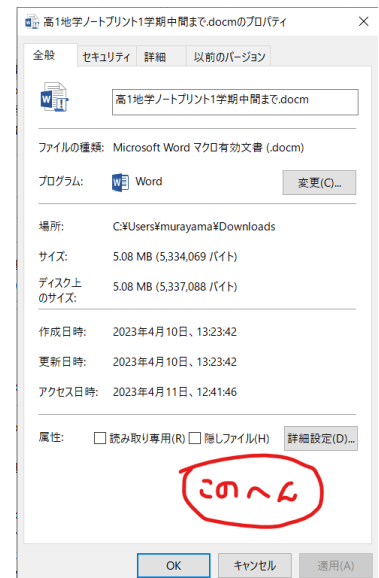
(タスクバーのファイルエクスプローラのアイコン  をクリックして「ダウンロード」をダブルクリック)

⑤ダウンロードしたファイルを好きなフォルダに移動する

(ドキュメントに「地学基礎」フォルダをつくる。あるいはデスクトップに置く)

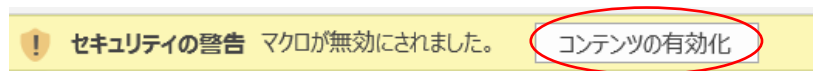
⑦ファイルを右クリックして「プロパティ」を見る

⑧ブロックを解除にチェックを入れて「OK」



⑨ファイルをダブルクリックして開く

⑩マクロが無効にされましたと出るので、「コンテンツの有効化」を押してマクロを使えるようにする



以上で準備完了です。

地学ノートの作り方

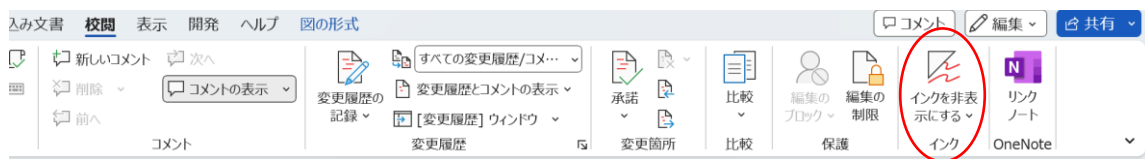
以下3つの方法のどれかでノートを作成してください

① サーフеспенで直接書き込む場合

「描画」でペンの設定ができる（太さや色など）



「インクを非表示にする」を使用して、書いたものを消したり戻したりすることができる



② 空欄にタイプする場合（オススメ）

空欄には空白文字が入っているのを削除し、代わりに文字をタイプする。

または Ins キー (Fn+Del) を押して上書きモードにし、文字をタイプする。

[] の中に記入した文字は、ワードのマクロ（設定済み）によって色を変えられる。たとえば [この文字] を赤にしたい場合は、キーボードの Ctrl と R を同時に押す。白にしたい（消えて見える）場合は Ctrl+W, 黒にしたい場合は Ctrl+B を押す。オレンジは Ctrl+O。カーソルの次のたとえば [この文字2] のみオレンジにする場合は Ctrl+N を押す。

注：Ctrl+R,W,B,O は文書全体の [] 内の色を変更します。このため Ctrl+W で白にしている場合、入力しても入力中の文字が白のため、見えなくなってしまう。[] に文字が入らないと思ったときは Ctrl+R,O,B を押してみましょう。

自分で必要なところに [] を設定することもできます。開きかっこ ([) から次に最初に出てくる閉じかっこ (]) までは色変更対象です。[] と [] は異なる記号です。

③ 家庭でプリントして利用する場合

プリントを綴じるためのファイルを用意してください。またプリント中のリンク（それを押すことで動画などのサイトに飛びます）は別途このワードファイルを開いて利用してください。

(④ 一冊のノートに全て書き写すことも可能です)

第1部 太陽系と宇宙

1太陽の組成

< 太陽の組成 >

[水素]・・・約 92.5% [ヘリウム]・・・約 7.3% その他・・・約 0.2%

< 太陽のスペクトル >

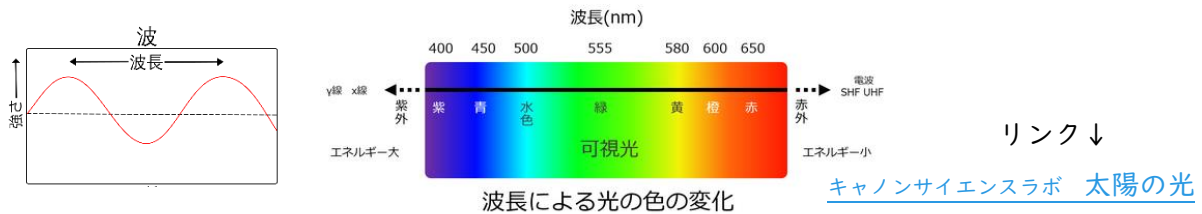
電磁波とは・・・[電気] と [磁気] の振動が空間を伝わっていく

電磁波の種類（波長の短い順）

[X線] [γ線] [紫外線] [可視光線] [赤外線] [電波]

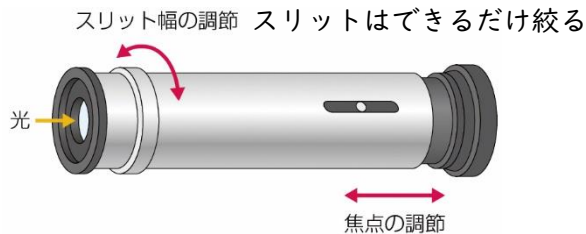
太陽からの電磁波・・・太陽放射は、[可視光線] の部分が最も強度が大きい

スペクトルとは・・・太陽光を [プリズム] に通して [波長] によって分けてできる虹色の帯



< 太陽スペクトルの分析 >

直視分光器



白熱電球のスペクトルと太陽光のスペクトルの違いは？

直視分光器による観察（連続スペクトルか線スペクトルか。他、気づいたこと）

- ① 白 熱 電 球 → 連続スペクトル
- ② ナトリウム灯 → 線スペクトル
- ③ 蛍 光 灯 → 連続スペクトルの中に線スペクトル
- ④ 太 陽 光 → 連続スペクトルの中に暗線



1億5千万kmも離れていて手に取ることのできない太陽のガスの組成がわかったのはどうしてだろう？

月 日

4 年 組 番

< 太陽スペクトルから分かること >

線スペクトル→ [高温で希薄なガス状] の元素は、それぞれ [固有] のとびとびの [波長] の光を [吸収] したり [放出] したりする。

吸収線 [フラウンホーファー線] とは

太陽スペクトル中に見られる [暗線]。

太陽大気中の [元素] が、それ [固有] の [波長] の光を吸収するためにできる。

↓

フラウンホーファー線の暗線の位置から

太陽大気中の [元素] の [種類と量] がわかる。

< 黒い炎 > (吸収の実験)

○用意したもの

- ・ [ナトリウムランプ]
- ・ [食塩] ・ [エタノール]

○方法

[皿に盛った食塩にエタノールを染み込ませ、火をつけて Na の炎色反応を確認する。その後、ナトリウムランプの光の下で、炎を観察する。]

○結果

[黒い炎が見られた。炎の影も見られた。
(炎の一部に青い部分があった。)]

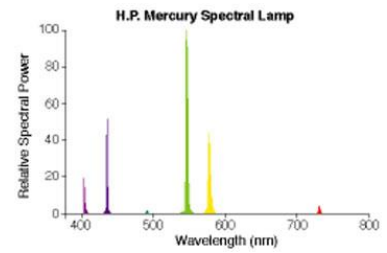
○その結果になった理由

[ナトリウムランプは Na 固有の 589nm の波長の光を吸収するが、炎中の高温の Na がその波長の光を吸収したため、黒く見えた。]

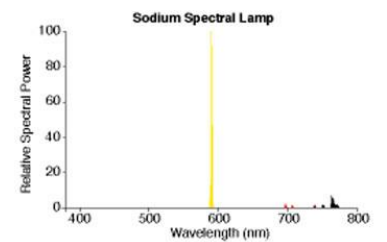
○感想



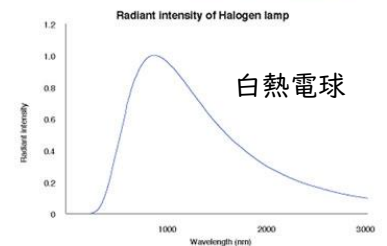
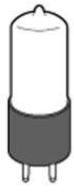
水銀ランプ



ナトリウムランプ



タングステン-ハロゲンランプ



▲各種光源の放射分布

([日本分光より](#))

2太陽の構造

<太陽のエネルギー源>

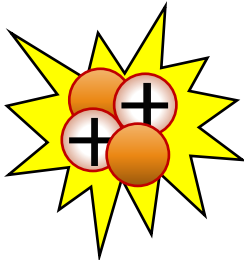
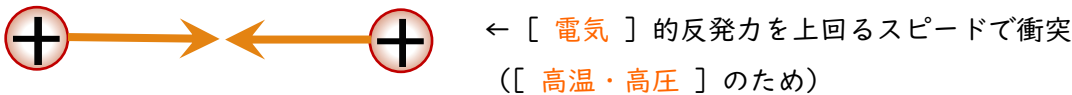
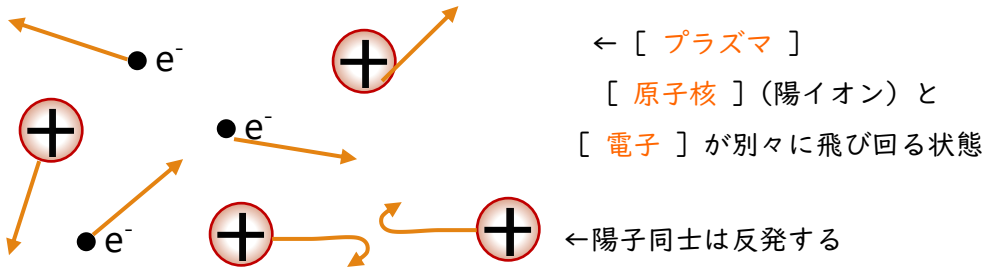
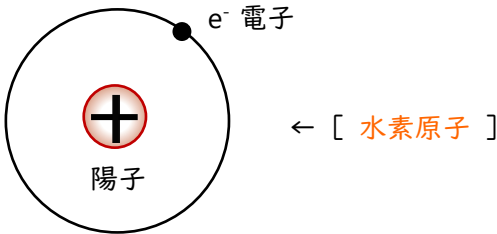
太陽は 表面温度約 [5800K]
中心核は約 [15,000,000K] , [160g/cm³] の高温・高圧の [プラズマ]

太陽のエネルギー源は

[熱核融合]

[H] 原子核 ([陽子]) 同士が衝突・合体して
4 H → [He 原子核] になる。

この時、大量の [エネルギー] を放出する
 $E = mc^2$ (エネルギー=質量×光速の二乗)



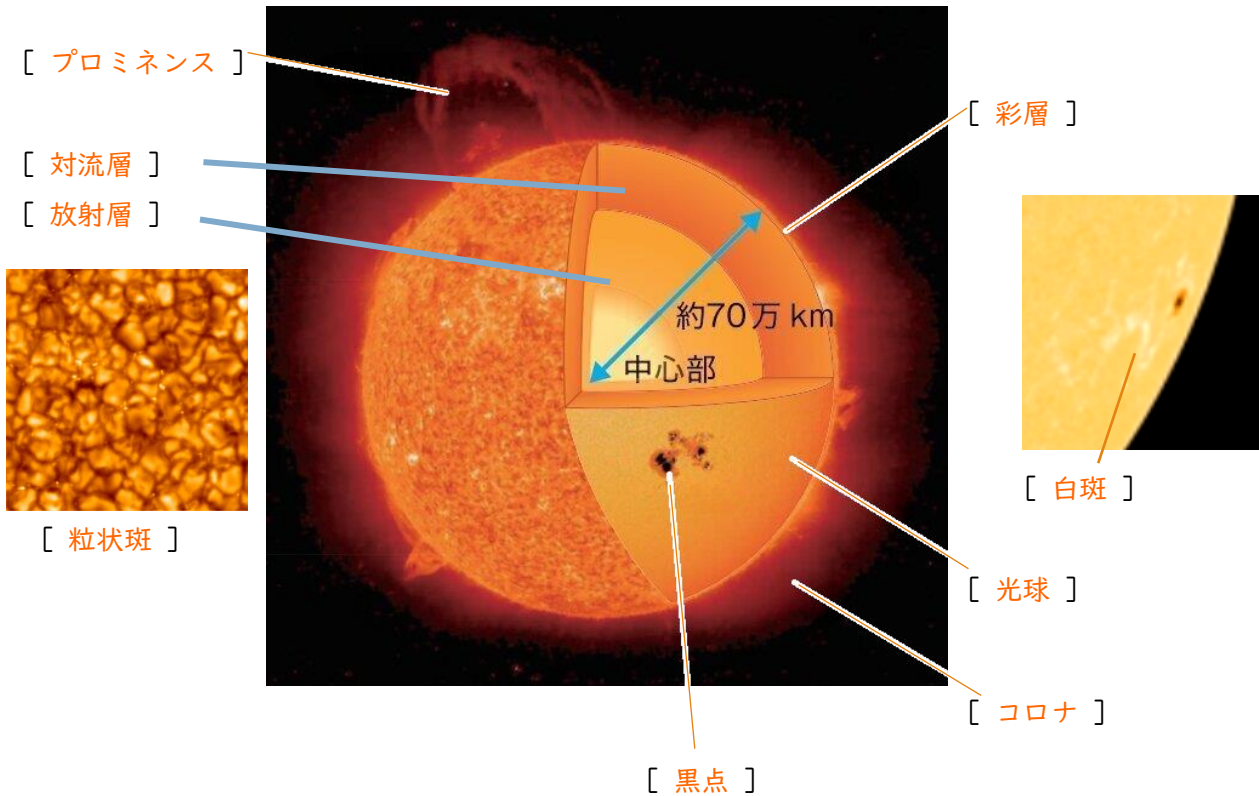
←最終的に4つの陽子のうち、2つが
[中性子] 変わり、陽子 [2] 個と
中性子 [2] 個が合体した [ヘリウ
ム] 原子核となる。この過程で膨大な
エネルギーを発生する。



どうして太陽はバラバラに飛び散ってしまわないのだろう？
▲発生するエネルギーを閉じ込めない場合
(都立第五福竜丸展示館より)

<http://d5f.org/about.html>

<太陽の層構造>



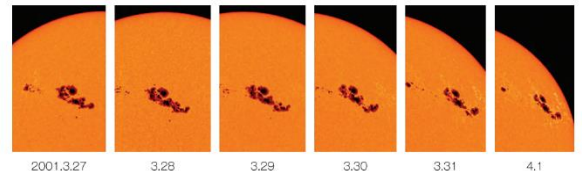
<太陽の表面現象>

○光球・・・太陽の [表面] にあたる部分。 「[透明度]」約 300km の薄い層。

約 [5800] K。 [周辺減光] あり。

○黒点・・・約 [4000] K。 [磁場] によって対流が抑えられ低温になる。

黒点の移動から太陽の [自転] がわかる。赤道付近の自転が極付近より [早] い [差動] 回転をしている。惑星の公転と [同じ] 方向。



○放射層・・・エネルギーが [電磁波] で透過

○対流層・・・エネルギーが [ガスの対流] で運ばれる

○白斑・・・[黒点] の周りの白い部分。 周囲より [数百] K 高温。

○粒状斑・・・[太陽全面] にみられる粒状の模様。 [対流] のすがた。

○彩層・・・光球の外側約 [3000] km のガス層。[皆既日食] の時 [赤] く見える。

○コロナ・・・彩層の外側の [高温希薄] なガス。[1,000,000 ~ 2,000,000] K。

○プロミネンス（紅炎）・・・[彩層] から吹き出したり [コロナ] 中に浮かんだりして見える炎状の [ガス雲]

リンク集

NHK for School より
宇宙天気予報
NASA 太陽系探査
NASA「太陽」

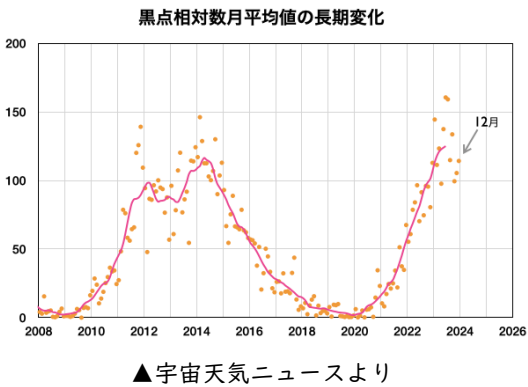
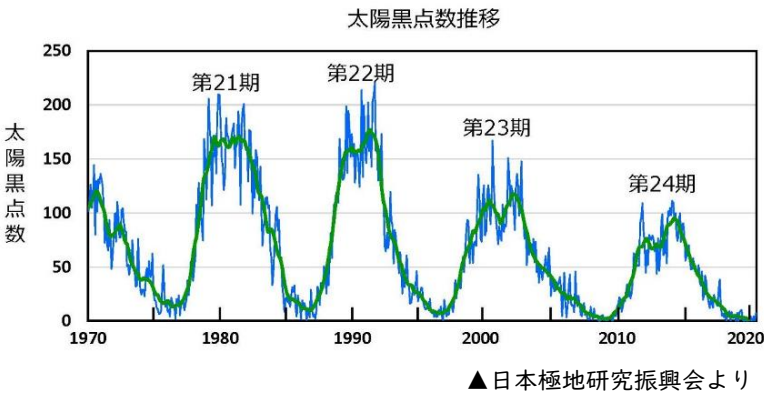
「[太陽の表面](#)」
[ホーム](#) | [宇宙天気予報 \(nict.go.jp\)](#)
[Overview | Sun – NASA Solar System Exploration](#)
[The Sun](#)

<太陽の活動>

○太陽の活動周期

太陽活動極大期 → 黒点数 [極大], コロナ [拡大]
太陽活動極小期 → 黒点数 [極小], コロナ [縮小]
平均 [11] 年の周期

黒点数が多い時と少ない時とで、太陽活動が活発なのはどっち？



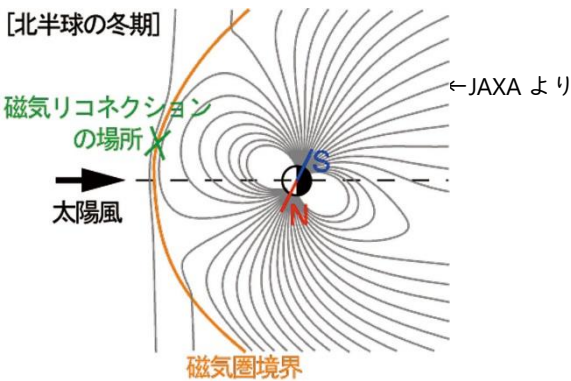
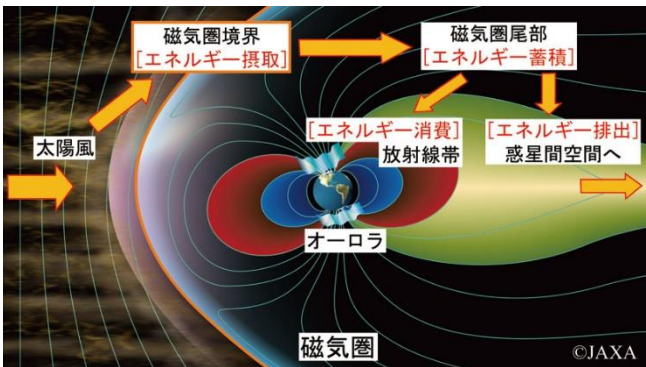
次の太陽活動極大期はいつごろと予測できますか。 [2025] 年頃

○フレア・・・太陽の [活動領域] で起こる突発的な [エネルギー放出]。
→ 強力な [X線] や [プラズマ] を放出。

○太陽風・・・[コロナ] から宇宙空間に流れ出す高速の [プラズマ] (陽子や電子)
オーロラや彗星の尾

○地球の磁気圏・・・[地球の磁気] によってできる。[太陽風] によってゆがむ。両極にオーロラ。

NHK for school 「[太陽のエネルギー源](#)」



[国際宇宙ステーションから見たオーロラ \(NASA\)](#)

確認テスト「太陽の組成・太陽の構造」実施→forms

3 恒星の性質と進化

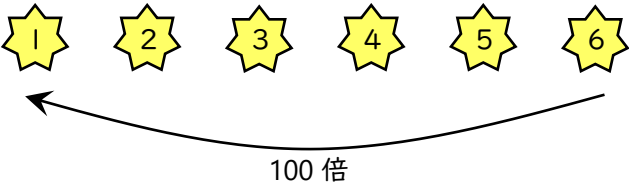
< 恒星の明るさと等級（見かけの等級） >

[ヒッパルコス]（ギリシャ BC190~125 頃）が、全天で最も明るい [1 等星] のグループから、肉眼でやっと見える [6 等星] まで恒星をグループ分けした。

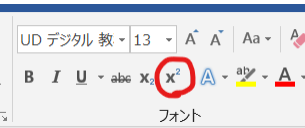
現在の定義

[1 等星の明るさは、6 等星の明るさの 100 倍]

? 5 等級差で 100 倍。では 1 等級差は何倍？ [$\sqrt[5]{100} \div 2.5$ 倍]



$\sqrt[5]{}$ の “5” は



ここで上付き文字にする。
不要ならもう一度押して解除する。

Q. 太陽（- 27 等）は 3 等星の何倍の明るさか。

[$3 - (-27) = 30 = 5 \times 6$ $100^6 = 10^{12} = 1000000000000$]

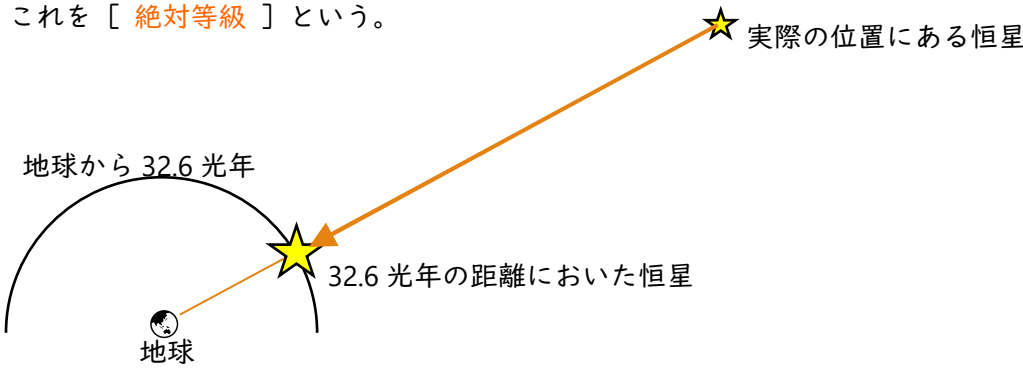
A. 10^{12} 倍]

< 絶対等級 >

恒星は様々な距離にある。

恒星を [32.6] 光年（[10] パーセク）に置いたと仮定したときの等級

これを [絶対等級] という。



| 恒星名 | 見かけの等級 | 距離 | 絶対等級 |
|----------|--------|------------|------------|
| [デネブ] | 1.3 等 | 1400 光年 | [-6.9] 等 |
| [カペラ] | 0.1 等 | 42 光年 | [-0.5] 等 |
| [シリウス] | -1.4 等 | 8.6 光年 | [1.5] 等 |
| [太陽] | -27 等 | (8 分 20 秒) | [4.8] 等 |

注：距離および絶対等級はおよその値で、測定機関によって多少異なります。

Q. 絶対等級が見かけの等級より小さい恒星は、32.6 光年より遠いか近いか [遠い]

<恒星のスペクトル型>

Q. 恒星に赤い星や青い星があるのはなぜか。何の違いか。 [表面温度]

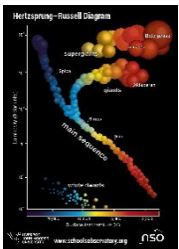
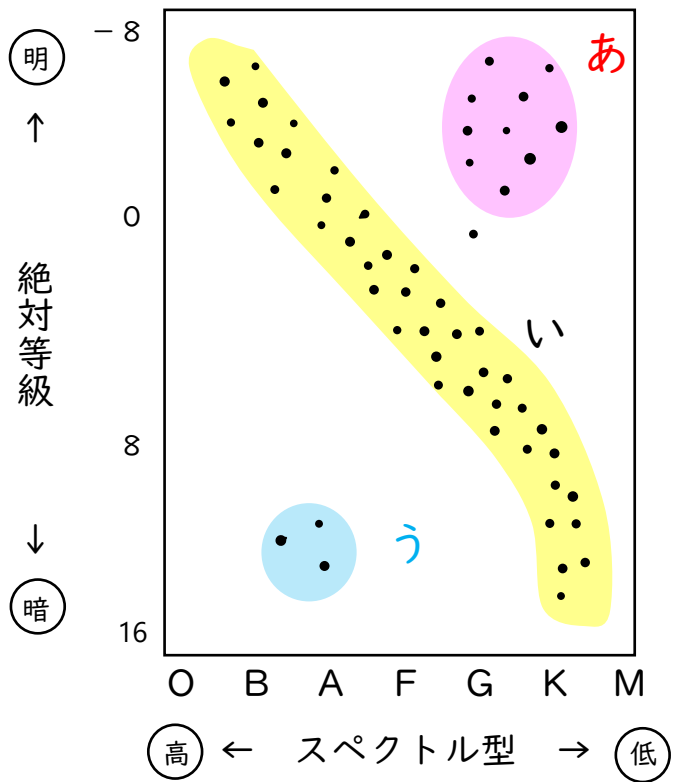
[青白 白 黄 橙 赤]
[リゲル・シリウス] 太陽 [ベテルギウス・アンタレス]



<HR 図>

縦軸に [絶対等級] (明るいほうが上)、
横軸に [スペクトル型/表面温度] (高温が左) をとって
[多くの恒星] を記入した図

作図実習 別紙 HR 図を完成させよ。



▲リバプール・ジョン・ムーア大学より

Q. あ の星と う の星とではどちらの直径が大きいと考えられるか。
表面温度が低いのに明るい [あ] ・ [赤色巨星] の方が直径が大きい。

[う] は [白色矮星] という。

[い] は [主系列星] といい、青くて [明る] い星から赤くて [暗] い星の列をなす。

<恒星の進化>

① 星間物質と星間雲

星と星の間 → [真空] に近いが、[星間ガス] や [星間塵] がある。

↑ (H や He)

星間雲 星間ガスの濃いところは [散光星雲] や [暗黒星雲] としてその存在がわかる

散光星雲 [近くに明るい星がある]

暗黒星雲 [背後の散光星雲などの光をさえぎる]



② 原始星

星間雲が [重力により収縮し、高温 (中心温度 100 万 K) になる。

核融合は起こっていない段階]

→ この段階を [原始星] という。

③ 主系列星

原始星の中心温度がおおよそ [1400 万 K] を超えると

↓

[核融合反応] (H → He)

{ [重力による収縮]
 [反応熱による膨張] } つりあって、安定して輝く → [主系列星]

主系列星の寿命は [最初に集めたガスの量] で決まる。

{ 質量 大 → [反応 大 → 温度 高] → 寿命 [短]
 質量 小 → [反応 小 → 温度 低] → 寿命 [長] }

例: [B 型星 1000 万年 ~ 太陽 100 億年 ~ K 型星 1000 億年]

恒星は [一生の大部分を主系列星として] 過ごす。

④ 赤色巨星

例) アルデバラン, ベテルギウス, アンタレス

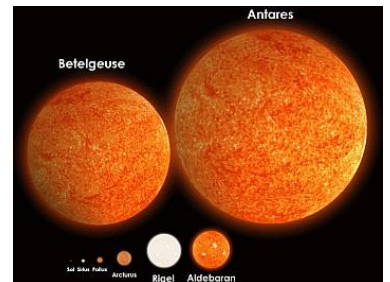
ヘリウム中心核形成 (まだヘリウムの核融合は起きていない)

→ [重力] で [収縮] し [高温] になる。

→ 中心核周囲にある [水素の核融合] を加速させる

光度は上がるが、[膨張] のため [表面温度低下]

→ [明るく] て [赤] い [赤色巨星] となる



さらに中心核が高温になると、[He→C や O] の核融合がおきる。

[東京大学「星の進化と終末」授業補足資料](#)

⑤ 恒星の最期

最初に集めた [ガスの質量] によって決まる。

赤色巨星

→ 質量がおよそ [太陽の 8 倍以下] ・ ・ ・ 外層が宇宙空間に流れ出して

[惑星状星雲]

中心部が露出し

[白色^{わい}矮星]

白色わい星は核融合をしないため、やがて冷えていく

いろいろな惑星状星雲

→ 質量がおよそ [太陽の 8 倍以上] ・ ・ ・ [超新星爆発]

中心部

[中性子星]

[ブラックホール]

超新星爆発の際に [重元素] が合成され放出される。

↓

[星間物質] として次世代の星の材料となる。

↓

新しい星ほど重元素の割合が [多く] なる。

(参考) 星を押しつぶす重力に何か対抗しているかで考えると、、、

ガスの圧力で収縮に対抗 → 主系列星

電子が同じ場所を占められない(電子縮退)で収縮を止める → 白色矮星

中性子が同じ場所を占められない(中性子縮退)でやっと収縮が止まる → 中性子星

収縮を止められない → ブラックホール

1054 年 超新星爆発 → [昼間でも見える。夜でも本が読める。]

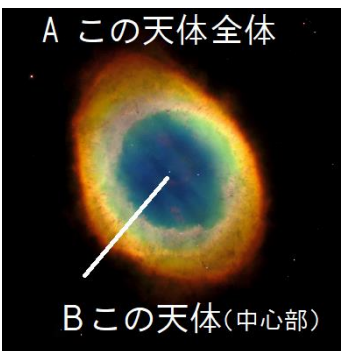
(おうし座)

[現在も膨張中] [カニ星雲]

(数 1000km/s)

NHK for school より 恒星の最期

Q. 次の写真はそれぞれ上のどの天体を表しているか。



A [惑星状星雲]

B [白色矮星]

C [超新星爆発残骸 (カニ星雲)]

D [赤色巨星]

確認テスト「恒星の性質と進化」実施→forms

月 日

4 年 組 番

コズミックフロント「一番明るい星」

登場人物 天文学の父 [] 地動説の []
 時空や光の性質を解き明かした []
 天体も地上と同じ法則 []
 大航海時代の []
 星の明るさの基準を決めた []

ヒッパルコスが決めた明るさの基準

肉眼でようやく見える [] 等星から一番明るい [] 等星までの [] 段階
 1等星は6等星の明るさの [] 倍。
 見かけの等級のもっとも明るい星は、[]

光の種類

可視光より強いエネルギーをもつ光を3つ [] [] []

絶対等級

見かけの等級との違いは、星までの [] を加味すること。
 地球から [] 光年にあるとする。
 太陽の絶対等級は []。

星の明るさの限界

太陽のエネルギー源としてエディントンが注目したのは []。
 星の明るさと密接にかかわるのは、星の [] さ。星の重さに限界がある理由は、一定以上重くなりすぎると、内側からの [] の圧力が強くなりすぎるから。エディントン限界は、太陽質量のおよそ [] 倍。

限界ぎりぎりの星

南半球でみられる [] は、絶対等級 []。

明るさの限界を超えた星

大マゼラン雲の中、R136a1 誕生時の重さは、太陽の [] 倍以上。その光のほとんどは []。
 明月記 1054年 [] 座の方角に明るい星の記録。←超新星

瞬間的な閃光

監視衛星ベラの目的は [] の違法な核実験の監視。X線より強いエネルギーをもった [] 線が、わずか数秒で。→この現象の名は [**γ線**]。
 科学者が支持したのは [] 説。特に [] 星が疑われた。直径10kmに [] と同じ質量が詰め込まれている。
 別の説として [**超** **起源**] 説。

バーストの起源

γ線のかわりに [] 線に注目。ベッポサックスは [] の衛星。
 可視光で場所がわかれば、[] がわかる。[] 光年。
 ブラックホールからでてきたのは、[]。