

令和5年度

聴講・論述試験

令和4年11月26日(土) グローバル共創科学部 9:30 ~ 11:30
【総合型選抜】

注意事項

試験開始前

- 1 監督者の指示があるまで、問題冊子、解答用紙、下書き用紙に手を触れてはいけません。
- 2 監督者の指示に従って、全部の解答用紙(3枚)に受験番号を記入しなさい。

試験開始後

- 3 この問題冊子は、1ページです。はじめに、問題冊子、解答用紙、下書き用紙(3枚)を確かめ、枚数の不足や、印刷が不鮮明なもの、ページの落丁・乱丁があった場合には、手をあげて監督者に申し出なさい。
- 4 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。(下書き用紙と間違わないよう十分注意してください。下書き用紙は、採点対象とはなりません。)
- 5 文字数制限のある解答用紙の記入については、下記の点に留意すること。

- ・書き出しは、一マスあけない。
- ・改行したら一マスあける。
- ・句読点はそれぞれ一マス使う。
- ・小さな文字「っ」「ゃ」「ゅ」「ょ」はそれぞれ一マス使う。
- ・行の末尾の句読点は最後のマス目の文字と一緒に書き入れる。

- 6 問題は、声を出して読むてはいけません。
- 7 配点は、比率(%)で表示してあります。

試験終了後

- 8 問題冊子と下書き用紙は、必ず持ち帰りなさい。

令和5年度 総合型選抜（グローバル共創科学部）

聴講・論述試験

未来の地球において、地球に住み続けることは人類にとって困難になってきたため、火星への移住を検討することになったと仮定する。この仮定の下、以下の問に答えよ。

問1 以下の(1)～(4)に答えよ。なお、(2)～(4)の解答にあたっては、火星や宇宙の状態は現在と同一であると仮定すること。(40%)

- (1) 地球温暖化が顕在化する以前、地球上の二酸化炭素濃度は大きく増大することはなかった。この理由について、海洋、大地、大気の三つのキーワードに関連させて、100字以内で説明せよ。
- (2) 火星表面に定住するにあたり考慮すべき点として、高エネルギー宇宙線が挙げられる。磁場と大気をキーワードに含めて100字以内で説明せよ。
- (3) 火星の平均気温は -60 度である。二酸化炭素が95%を占める火星が温暖ではない理由を、気圧をキーワードに含めて100字以内で説明せよ。なお、 -60 度の物体が放出する電磁波は赤外線である。
- (4) 火星には液体の水で満たされた海が存在しないために、海拔0メートルが定義できない。高さの基準を設定する合理的方法について100字以内で説明せよ。

問2 先遣隊（本隊より先行して現地に赴き、各種調査を行う）を火星に派遣した結果、火星に移住することが可能であるとの判断が下され、実際に火星上に隔離施設を建設し移住を開始することになった。第1次の移住対象者は、地球の各大陸から人口に応じて比例配分された数が割り当てられ、（世帯を単位として）無作為に約10万人が選ばれる。火星に移住し生活を始めた人たちが、未来に希望を抱き幸福に暮らせるような社会環境をつくることは、非常に重要な観点である。国連が採択したSDGs宣言にうたわれているように様々な多様性を維持し、紛争や格差がない社会を目指すにあたり配慮すべき点について400字以内で述べなさい。その際、言語、余暇、組織をキーワードとして使用することとする。なお、キーワードはすべて使用すること。(40%)

問3 The Earth's climate has experienced ice ages for millions of years, and in some cases the entire globe has been frozen. It is difficult to see changes if we just look at two or three years, but if we look at thousands of years, we can see these changes clearly. For example, we can see that the climate in Europe from 1300 A.D to 1600 A.D. was colder than the climate from 1000 A.D. to 1300 A.D. Please explain, within 400 Japanese characters, why the climate changes over such a long period. (20%)

令和5年度 グローバル共創科学部
総合型選抜

聴講・論述試験

令和4年11月26日(土)

講義資料 7枚(この表紙を含む)

※講義資料に直接メモしてもかまいませんが、この表紙には何も記載してはいけません。

※この講義資料は持ち帰ってかまいません。

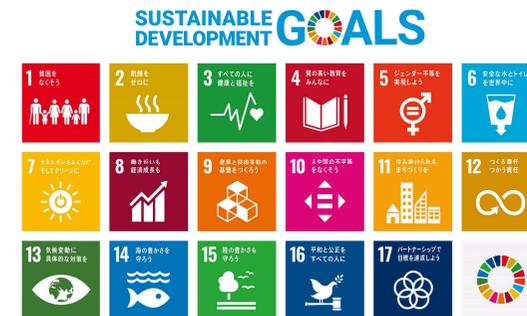
令和5年度 グローバル共創科学部 総合型選抜・講義資料

令和4年11月26日

1

本講義の目的

- 地球の未来を考えるための講義です。



2

Biosphere 2の失敗

著作物引用のため非公表

- 劣悪な衛生環境
- 酸素不足
- 食糧不足による隊員の栄養失調
- 人間関係の悪化

出典：映画 SPACESHIP EARTH | NEON,
<https://neonrated.com/films/spaceship-earth>

3

科学の共創

- 融合科学 =
基礎科学間の共創

4



地球には生命体が存在

- 気体(大気)を地上に留めておくのに十分な重力があった
- 植物による光合成で、酸素が生成された
- 地球磁場により、太陽風や宇宙線が弱められた
- 太陽から適切な距離にいたことによる、生命体にとって心地よい平均気温

6

地磁気で作られるオーロラ

- 高エネルギー荷電粒子(電子など)は、地球磁場に沿って「らせん状」の運動をし、一部は地球の後方、一部は南極や北極に落ちていき、大気窒素分子や酸素分子と衝突して発光
- 発光 = エネルギーの消費 = 生命にとっての無害化

著作物引用のため非公表

宮原ひろ子：「地球の変動はどこまで宇宙で解明できるか」同人選書、p.45 図1-19

7

地球の気候／気温を決めるメカニズム

- 太陽から受け取る総エネルギーと、地球が宇宙空間へむけて放出する総エネルギーの収支
- 受け取ったエネルギーの一部は、植物の光合成に使われたり、地面や海水を暖めたりする
- 残りは、宇宙空間に放出
 - (参考)地球内部で生成されるエネルギー(火山活動などの源)は、太陽から受け取るエネルギーの1/1000以下
- 両者が釣り合っていると、地球の平均的な温度は一定

8

赤外線, 可視光線, 紫外線

著作物引用のため非公表

J.オグボーン, <ホワイトハウス編:「アドバンスンク物理」, シュプリンガーフェアラーク東京, p.7図

熱の放射 = 電磁波(電波)の放射

- 熱を持つものは電磁波(電波)を放射。
- 人間や地球…赤外線
- 溶鉱炉の中の溶けた鉄…赤外線より周波数が高い可視光線
- 大気中で観測する太陽…可視光線
- 大気圏外(宇宙)で観測する太陽よりさらに高温の恒星…可視光線より周波数が高い紫外線やX線

- (参考)非接触型の体温計は, 人間が出している赤外線で体温を測っています

10

太陽から受け取ったエネルギー

- 大地を暖める
- 温められた大地は, 赤外線としてエネルギーを放出
- その一部は, 大気に吸収される
- 大気成分の中には, 赤外線を吸収しやすい気体が存在
 - 地球の大気組成: 窒素(78%), 酸素(21%), アルゴン(0.9%), 二酸化炭素(0.03%)
- 大気は大地に対する「掛け布団」のようなもの
- 掛け布団が厚ければ暖くなるのと同じように, 大気成分によって地球の掛け布団は厚くなったり薄くなったりする

11

掛け布団の厚さを決めるもの

- 温暖化ガス
 - 赤外線からエネルギーを受け取りやすい気体の総称
- 温暖化ガスに含まれる気体
 - 水蒸気, メタン, 二酸化炭素など
- 大気中の水蒸気(湿度)は人間がコントロールできないので, 諦める
- メタンは, 家畜のげっぷなどで排出。ただし, 濃度が低いので, これも無視
- 残るは, 二酸化炭素

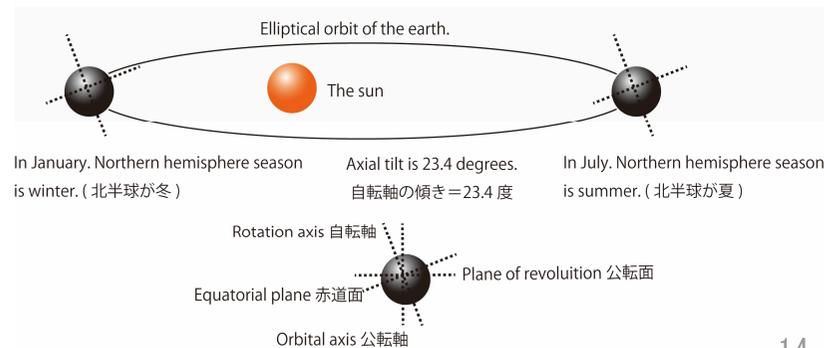
12

炭素の循環

- 大気や土の中の炭素
 - 植物に取り込まれ葉や実の材料へ
- 食物として、生き物に取り込まれた炭素
 - 呼吸(大気へ)や排泄物(地中へ)
- 落ち葉など
 - 地中へ(燃やすと大気へ)。微生物やミミズにより分解されて炭素へ還元。一部は地中へ、一部は大気へ
- 地下に眠っている石油
 - かつて、地中に取り込まれた炭素
- 炭素は大気と海洋、地中を循環している
- 循環がバランスする限り、大気中の二酸化炭素濃度は増えない

13

The distance between the sun and the earth minimizes when the northern hemisphere season is winter. The sun locates on the one of the focal point of the elliptical orbit of the earth. (地球の楕円軌道の焦点の一つ)



14

著作物引用のため非公表

In the left four figures,

- The eccentricity of the earth orbit
- The distance between the sun and the earth in every June
- The axial tilt angle of the earth
- Energy supplied by the sun per square meter in every middle of July at latitude 65 degrees north

are plotted for the past 600 thousand years.

大河内直彦：「チェンジングブルー」岩波書店，p.85 図4-3

15

著作物引用のため非公表

The "Ice Age" is defined as the period when ice sheets exist in either the Antarctic (南極) or the Arctic (北極).

The distribution of the time periods of ice age (氷河時代) in the history of the earth and the glacial-interglacial cycle (氷期-間氷期サイクル) in the ice age during the Cenozoic era (新生代) are demonstrated.

多田耕治：「気候変動を理学する」みすず書房 p.55 図2-1

16

温暖だった中世ヨーロッパ

著作物引用のため非公表

六つの異なる研究チームの研究結果から編さんした北半球の気温の再現。これらの研究結果に、計器によって得られた全球平均地上気温が加えられている(黒い太線)。

ブライアン・フェイガン, 東郷えりか(訳): 「千年前の人類を襲った大温暖化」 河出書房新社 p.41

17

温暖だった中世ヨーロッパ(2)

- スカンジナビア人がグリーンランドに入植したのが西暦1000年前後
- 「グリーン」ランドは大きさが、それほど寒くもなかった
- 流氷を気にせずにバイキングはグリーンランド～アイスランド近海を航行。タラ, ニシン漁がさかんで、これらの塩漬け製品が保存食となった。

18

その後のヨーロッパ

- 13世紀から18世紀にかけて氷期が訪れ、ヨーロッパでは飢饉が発生。この時代の飢饉により、一般市民(大部分は農民)が小麦のパンを食べることはできなかった。これが、フランス革命の一因と言われている。
- 氷期というと非常に寒い印象だが、現代のヨーロッパ人が当時にタイムトラベルをしても、気候に関してさほど違和感を感じないだろう。冬はすこし寒いくらい。むしろ、突発的に訪れる酷暑に驚くかも。

19

近年の地球

- 1000年, 1万年といった長い時間スケールで、気候が変動している。
- 現代の地球温暖化は、人為的な要素が原因
 - 自然界が吸収(対応)しきれないほどの改変を人類がおこなってきたことの代償
- 地球規模で猛暑, 集中豪雨, 嵐が発生
- 地球温暖化対策は待ったなしの状態

20

遠い未来の地球

- 巨大隕石の飛来や想像を絶する地殻変動など、人類が経験した事のない大規模な地球環境の変化が生じる可能性を完全に否定することは困難である。
- 今後、10億年のうちに、大気中の二酸化炭素濃度をゼロにしても、太陽から供給されるエネルギーが多くなりすぎて、地球にはすめなくなる可能性がある。
 - 太陽系の年齢は、46億年程度。宇宙の年齢は138億年程度。ヒト属とチンパンジーの共通祖先が分岐したのはおよそ200万~1,000万年前
- 太陽からの距離が遠い火星など、地球とは異なる惑星へ移住することを検討する必要があるがでてくるかもしれない。

21

もし、火星へ移住するとしたら

- 地球とは、様々な環境が異なる
- Biosphere2のような失敗は許されない
- どのように環境が違うかは、次ページ以降の資料を参照
- 火星上や火星の地中にドーム型居住区やシェルターのような隔離施設をつくり、数万人がそこで生活する可能性も、遠い未来にはゼロではない。

22

火星に関する基礎データ(1)

- 半径：地球の約半分
- 質量；地球の 1 / 10
- 重力：地球の約40%
- 固有磁場：ほぼなし
- 太陽からのエネルギー供給量：地球の43%（単位面積あたりに供給される太陽エネルギー）
- 大気：0.01気圧程度。地球は海拔0mで約1気圧。
- 平均気温：-60度。東京の平均気温は15.4度（1981~2010年の平均）。

23

火星に関する基礎データ(2)

- 大気の組成：二酸化炭素(95%)、窒素(2.7%)、アルゴン(1.6%)、酸素(0.13%)
- 自転軸傾斜角：25.2度
- 1日：24.6時間
- 1年：687日。地球の1.88倍
- 水：極地のドライアイスの下に水の氷が存在
- 最大の山：オリンポス山(標高21.1km)

24

採点・評価基準(具体的基準)

| | | | |
|------------------------|---|------|--|
| 教科・科目名 | 聴講・論述試験(総合型選抜)：令和5年度 | 問題番号 | |
| 対象学部・学科(課程)等 | グローバル共創科学部・グローバル共創学科 | | |
| 出題のねらい | <p>地球環境(気候)の歴史的変動とそのメカニズム、および、未来の地球環境の危機に関する講義の聴講後、以下の論述問題への解答を求め、文系・理系の基礎学力、思考力、発想力等を評価する。</p> <p>問1 出題文の内容を正確に理解する読解力、自然環境に影響する諸要因の関係性に対する分析・思考力、文章表現力を評価する。(主に、理系的能力の評価)</p> <p>問2 出題文の内容を正確に理解する読解力、社会環境に影響する諸要因の関係性に対する分析・思考力、文章表現力を評価する。(主に、文系的能力の評価)</p> <p>問3 出題文(英語)の内容を正確に理解する読解力、地球規模の気候変動に対する長期的な問題意識の持ち方、思考力を評価する。</p> | | |
| 採点基準 (点数は100点満点の場合) | <p>問1(配点40%)</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 出題文の意図を把握しつつ、地球環境における資源循環の重要性について理解できていること。 ② 地球と火星の環境の相違点を適切に分析し、論理的に説明していること。 ③ 文章全体に整合性があること。 ④ 誤字、脱字、文法上の誤りがないこと。(減点対象) <p>問2(配点40%)</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 出題文の意図を把握しつつ、人類が隔離施設に居住することの意味と困難について理解できていること。 ② 多様性、紛争・格差の改善、などの視点を持ち、社会を構成していく取り組みについて論理的に説明していること。 ③ 文章全体に整合性があること。 ④ 誤字、脱字、文法上の誤りがないこと。(減点対象) <p>問3(配点20%)</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 出題文の意図を把握しつつ、地球の公転軌道や自転軸と太陽エネルギーとの関連を理解できていること。 ② 上記以外に、講義内容と結びつけた具体的な論述があれば、加算の対象とする。 ③ 文章全体に整合性があること。 ④ 誤字、脱字、文法上の誤りがないこと。(減点対象) | | |