科目ナンバリング	G-LAS15 80004 LB58						
授業科目名 <英訳>	水惑星地球 Earth, the Water Planet			担当者所属 職名・氏名	総合生存学館 教授　　山敷　庸亮		
群	大学院横断教育科目群	分野(分類)	複合領域系			使用言語	英語（日本語）
旧群		単位数	2単位	週コマ数	1コマ	授業形態	講義（対面授業科目）
開講年度・開講期	2026・前期	曜時限	水3	配当学年	大学院生	対象学生	全学向

（総合生存学館の学生は，全学共通科目として履修登録できません。所属部局で履修登録してください。）

[授業の概要・目的]

（授業概要 / Course Description）

日本語

本講義では、地球が「水惑星」として誕生・進化してきた地球惑星科学的条件に焦点を当てる。
他の地球型惑星との比較を通じて、放射平衡温度（黒体温度）と惑星探査機によって観測された惑星表面温度の違いを理解し、それぞれの惑星大気がもたらす温室効果の違いについて学ぶ。さらに、暴走温室効果や雪玉地球の形成条件を題材として、水惑星として存在しうる条件について考察する。

また、地球史の学習を通じて、海洋および大気の形成条件、ならびに海洋循環や水文循環プロセスが地球の気候安定性にもたらしてきた効果について学ぶとともに、それらのシステムが機能しなくなった場合に生じる極端事象について理解を深める。
加えて、過去の大量絶滅事象を学ぶことにより、地球生態系を長期的に維持するための要因について考察する。

さらに、地球と類似した環境を持ちうる太陽系外惑星について、その分類方法やハビタブルゾーンの定義を、太陽系外惑星データベース ExoKyoto を用いて学ぶ。

#11835

English

This lecture focuses on the planetary-scientific conditions that enabled the Earth to form and evolve as a “Water Planet.” Through comparisons with other terrestrial planets, students will examine differences between radiative equilibrium (blackbody) temperatures and observed planetary surface temperatures obtained by space missions, and analyze how atmospheric greenhouse effects vary among planets. The course also explores the conditions under which a planet can exist as a water planet, using runaway greenhouse effects and Snowball Earth scenarios as key examples.

Through the study of Earth’s history, students will learn about the formation of the oceans and atmosphere, as well as the climate-stabilizing roles of ocean circulation and the hydrological cycle. The lecture also addresses extreme events that may arise when these systems fail to function.
In addition, by examining past mass extinction events, students will consider the essential factors required to sustain Earth’s ecological systems over geological timescales.

The course further introduces extrasolar planets that may possess Earth-like environments. Students will learn

水惑星地球(2)へ続く↓↓↓

methods for classifying exoplanets and defining the habitable zone using the ExoKyoto exoplanet database.

（学習目標 / Learning Objectives）

日本語

地球システムが太陽系の中で持つ特異性と共通性を深く理解するとともに、地球史の学習を通じて、海洋および水文循環が地球の気候システムの安定性や生態系の形成・維持に果たしてきた役割を理解することを目標とする。
さらに、過去の大量絶滅事象を深く考察することで、完新世に生きる私たちが直面している新たな大量絶滅の危機をどのように回避しうるのかについて考える力を養う。

講義ごとに課される小レポートを基に、受講者との討論を交えながら、一人ひとりが主体的かつ多角的に思考する力を育成する。

English (Revised)

This lecture aims to deepen students’ understanding of both the uniqueness and commonality of the Earth system within the solar system. Through the study of Earth’s history, students will examine how oceans and the hydrological cycle have contributed to the stability of Earth’s climate system and the development of ecosystems.

By critically analyzing past mass extinction events, students will further consider how humanity in the Holocene might avoid the ongoing risk of a new mass extinction. Through short reports and in-class discussions, the course seeks to cultivate each student’s ability to think independently and critically about complex planetary and environmental issues.

【研究科横断型教育の概要・目的 / Interdisciplinary Education Overview**】**

日本語

本講義は、地球環境問題を考える上で基礎となる地球型惑星の形成、地球環境の維持機構、ならびに地球の歴史について、最新の研究成果や映像資料を交えながら学び取ることを目的とする。
特に、地球惑星科学を専攻していない学生や、人文社会系分野の学生の受講も想定している。

また、日本語と英語を併用した講義を行うことで、本分野における専門的な英語運用能力の向上も目指す。

English

This course aims to provide students with a foundational understanding of the formation of terrestrial planets, the mechanisms that sustain Earth’s environment, and Earth’s geological history, drawing on a wide range of research outcomes and visual materials. The course is designed not only for students specializing in Earth and planetary sciences, but also for those from humanities and social science backgrounds.

Lectures are conducted in both Japanese and English, with the additional goal of enhancing students’ academic English skills in the field of Earth and planetary sciences.

水惑星地球(3)へ続く↓↓↓

水惑星地球(3)

[到達目標]

地球環境問題を考える上で基礎となる地球型惑星の形成過程と、地球のみが水惑星として生命を育むことができた条件について理解することを目標とする。
さらに、地球史における地球環境の変遷過程を学ぶことを通じて、豊かな海洋資源および淡水資源に支えられてきた人類の現在の環境を、将来にわたってどのように維持・発展させていくべきかについて、自ら課題を設定し、解決策を探究できる大学院生としてふさわしい知見と考察力を身につける。

English

The objective of this lecture is for students to develop a solid understanding of the formation processes of terrestrial planets and the conditions that enabled the Earth, uniquely, to function as a water planet capable of sustaining life.

Through the study of Earth’s environmental evolution over geological time, students will also examine the foundations of modern human society supported by abundant oceanic and freshwater resources. The course aims to cultivate graduate-level knowledge and critical thinking skills that enable students to identify key challenges and explore viable solutions for maintaining and designing Earth’s future environment.

[授業計画と内容]

【第1～2回】
地球型惑星の比較を通じて、水惑星地球の形成条件について学ぶ。太陽定数および惑星アルベドを用いた放射平衡温度（黒体温度：Blackbody Temperature**）の算定を行い、各惑星における大気組成の違いと温室効果の差異について理解する。**

【第3～4回】
海洋形成の条件①：金星を例に、暴走温室効果（Runaway Greenhouse Effect**）および臨界フラックス（**Critical Flux**）について学ぶ。同時に、太陽放射および太陽活動が惑星環境に与える影響について学習する。**

【第5回】
海洋形成の条件②：雪玉地球（Snowball Earth**）を例に、水文プロセスの形成条件およびその停止がもたらす影響について学ぶ。**

【第6回】
大気・海洋相互作用：エルニーニョ南方振動（ENSO**）およびインド洋ダイポールモード（**IOD**）を通じて、大気と海洋の相互作用について学ぶ。**

【第7回】
太陽活動現象が地球環境に与える影響（宇宙天気）について学ぶ。

【第8回】
太陽の長期変動が地球気候に与える影響（宇宙気候）について学ぶ。

【第9～10回】
地球惑星形成の歴史①：ジャイアント・インパクト説に基づき、月の誕生過程とその地球環境への影響について学ぶ。

水惑星地球(4)へ続く↓↓↓

【第11回】
地球惑星形成の歴史②：雪玉地球時代の地質学的証拠と、大気組成への影響（過酸化水素生成による酸素濃度増加仮説）、および海洋凍結による海洋循環停止の影響について学ぶ。

【第12回】
地球惑星形成の歴史③：ペルム紀末大量絶滅（P#8211T境界事変）および海洋無酸素事変（Oceanic Anoxic Events：OAE）について学ぶ。

【第13回】
地球惑星形成の歴史④：白亜紀末大量絶滅（K#8211Pg〔K#8211T〕境界事変）と隕石衝突説、その証拠とされる境界層中のイリジウムについて学ぶ。

【第14回】
地球惑星形成の歴史⑤：新生代および完新世における大量絶滅の可能性について学ぶ。

【第15回】
太陽系外惑星データベース ExoKyoto/ExoKyoto3D を用いて、太陽系内外の惑星系およびハビタブルゾーンについて学び、水惑星を守り生命を維持するための条件について考察する。

【第16回】
フィードバック

なお、講義期間中の晴天日の夜には、希望者を対象として、望遠鏡や双眼鏡を用いた太陽系惑星および天体観測を行う。

#11835

Lecture Contents (English)

First & Second
Overview of the course. Introduction to the Earth as a water planet through intercomparison with other terrestrial and Jovian planets in the solar system. Radiative equilibrium (blackbody) temperature calculations using solar constants and planetary albedo, and comparison of atmospheric composition and greenhouse effects among planets.

Third & Fourth
Critical conditions for ocean formation: runaway greenhouse effects and critical fluxes, using Venus as a case study. The role of solar radiation and solar activity in shaping planetary environments is also discussed.

Fifth
Conditions for ocean formation II: Snowball Earth as an example to study the formation and shutdown of hydrological processes.

Sixth
Atmosphere#8211ocean interactions: El Ni#241o#8211Southern Oscillation (ENSO) and the Indian Ocean Dipole (IOD), with an introduction to basic physical oceanography.

水惑星地球(5)へ続く↓↓↓

水惑星地球(5)

Seventh
Impacts of solar activity on the Earth’s environment: space weather.

Eighth
Long-term variations in solar activity and their influence on Earth’s climate: space climate.

Ninth & Tenth
History of planetary formation I: formation of the Moon based on the Giant Impact hypothesis and its importance for the present Earth environment.

Eleventh
History of planetary formation II: geological evidence of Snowball Earth, its effects on atmospheric composition, and the consequences of a complete shutdown of ocean circulation.

Twelfth
History of planetary formation III: the Permian#8211Triassic (P#8211T) mass extinction event and Oceanic Anoxic Events (OAE).

Thirteenth
History of planetary formation IV: the Cretaceous#8211Paleogene (K#8211Pg / K#8211T) mass extinction event, asteroid impact hypotheses, and iridium anomalies at the boundary layer.

Fourteenth
History of planetary formation V: potential mass extinction events in the Cenozoic and Holocene, including hypotheses involving asteroid impacts and volcanic activity.

Fifteenth
Concepts of the “Goldilocks (Habitable) Zone” through the study of solar and extrasolar planetary systems using ExoKyoto, an exoplanet database, and discussion of conditions required to sustain water planets and life.

Sixteenth
Feedback

Optional astronomical observation sessions for inner and outer planets are scheduled on clear nights during the course period, using refracting telescopes and binoculars.

[履修要件]

特になし

[成績評価の方法・観点]

日本語
講義中に課す簡単なレポートおよび最終回に提出するレポートにより評価する。
English
Grades will be determined based on short reports assigned during the course and a final report submitted at

水惑星地球(6)へ続く↓↓↓

the conclusion of the course.

[教科書]

資料を配布。
To be recommended during the lecture

[参考書等]

（参考書）
岡村定矩他編 『シリーズ現代の天文学　第一巻　人類の住む宇宙　及び　第九巻太陽系と惑星』
京大学術出版会 『総合生存学概論』
山敷庸亮編 『有人宇宙学・宇宙移住のための３つのコアコンセプト』（2023）

（関連ＵＲＬ）
www.exoplanetkyoto.org(ExoplanetKyoto- ExoKyoto)

[授業外学修（予習・復習）等]

日本語
宇宙に関連する情報を、日常的にできるだけ収集すること。
English
Students are strongly encouraged to regularly follow information related to space science, including updates and educational programs available through the internet and television.

[その他（オフィスアワー等）]

講義期間中、望遠鏡や双眼鏡を用いたフィールドでの天体観測を随時案内する予定である。
ただし、京都大学吉田キャンパス内で実施する場合を除き、少人数での移動を伴うため、参加を希望する学生は 学研災（学生教育研究災害傷害保険・付帯賠償責任保険） に加入していることを必須とする。

また、移動を伴う観測については、希望者が多数の場合、交通費を学生の実費負担とする場合がある。
参考として、平成26～30年度には、大学周辺において受講生とともに火星・木星・土星の観測を実施した実績がある。

本講義は、地球惑星科学を専攻する学生に限らず、幅広い分野の学生の受講を期待する。
観測参加や個別相談を希望する場合は、事前に e-mail にて連絡すること。

連絡先：
yamashiki.yosuke.3u@kyoto-u.ac.jp

During the course period, optional field-based astronomical observation sessions using telescopes and binoculars will be announced.
Except for observations conducted within Kyoto University’s Yoshida Campus, these activities may involve small-group travel. Therefore, students wishing to participate are required to be covered by the student accident and liability insurance recommended by the university.

For observation sessions that involve travel, transportation costs may be borne by the students if the number of participants is large.
In previous years, observations of Mars, Jupiter, and Saturn were conducted with enrolled students in areas

水惑星地球(7)へ続く↓↓↓

水惑星地球(7)

surrounding the university.

This course welcomes students not only from Earth and Planetary Sciences, but also from a wide range of academic backgrounds.
Students who wish to participate in observation activities or seek individual consultation should contact the instructor in advance by e-mail.

Contact:
Yamashiki.yosuke.3u@kyoto-u.ac.jp

[主要授業科目（学部・学科名）]