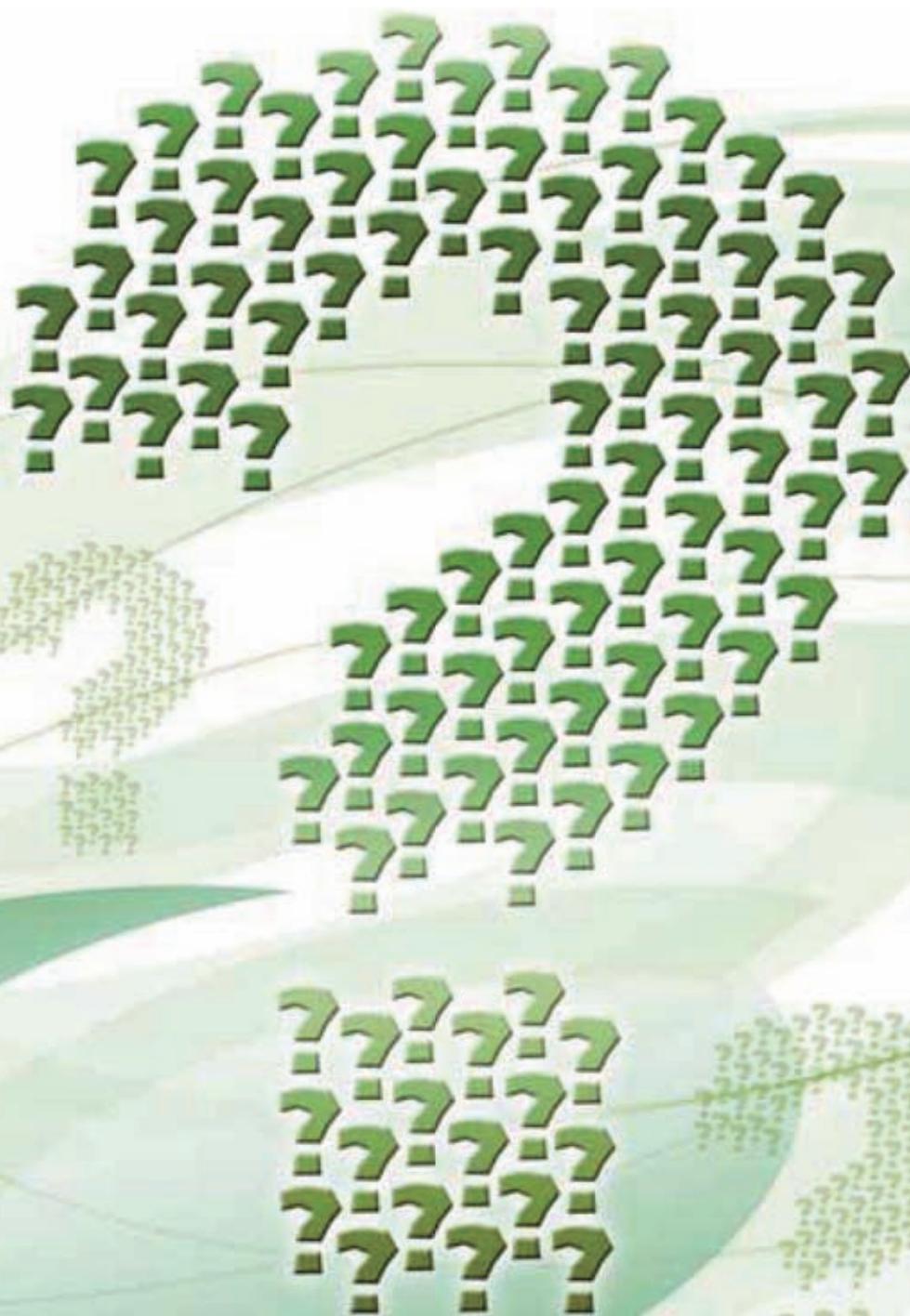


# 学習と能力評価

PISA（学習到達度調査）の準備





## 問題

能力評価 複合課題：生物多様性 1/12 ページ

© 2008 Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety

### 問題 1：生物多様性

地球上には、微生物から羊や鯨、タンポポからセコイアまでの多種多様な種と、熱帯林、ヒースの原野、川沿いの牧草地、湖、海洋、砂漠など、多種多様な生息環境があります。これらを総称して生物多様性と呼びます。コミュニティを構成する動植物は、生物共同体と呼ばれます。私たちヒトは、こうした動植物なしでは生きられませんし、こうした動植物といっしょにコミュニティを作っているのです。つまり、私たち自身も生物多様性の一部なのです。植物や動物、そしてヒトは、生きるための環境を必要とします。これらがいっしょになってビオトープ（生物生息空間）と呼ばれるこの環境を構成しているのです。ビオトープは、たとえば土質、水質、地表の構造、気候などによって特徴付けられます。このコミュニティと生息域が生態系を作っています。

地球上には、無限に生態系があり、その大きさも千差万別です。水溜りとそこに棲む生物も生態系の1つです。砂漠にも、小川にも、森にもそこに棲む生物がいて、それぞれの生態系を構成しています。一般に、生物多様性は、互いに異なるさまざまな種という言葉で定義されます。その評価も簡単で、特定の環境の中に生息している種の数が多ければ多いほど生物多様性が豊かだと評価されます。種の多様性は、生態系の状態に関する情報も提供してくれます。植物と動物との関係には、大きな違いがありますが、互いに支えあいながら、資源を争い、互いに捕食しあっています。



#### 演習：

1.1 この文章から生物多様性に関するどのような情報を得ることができましたか？

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

1.2 この文章では、生態系をどのようなものと定義していますか？

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## 問題

能力評価 複合課題：生物多様性 2/12 ページ

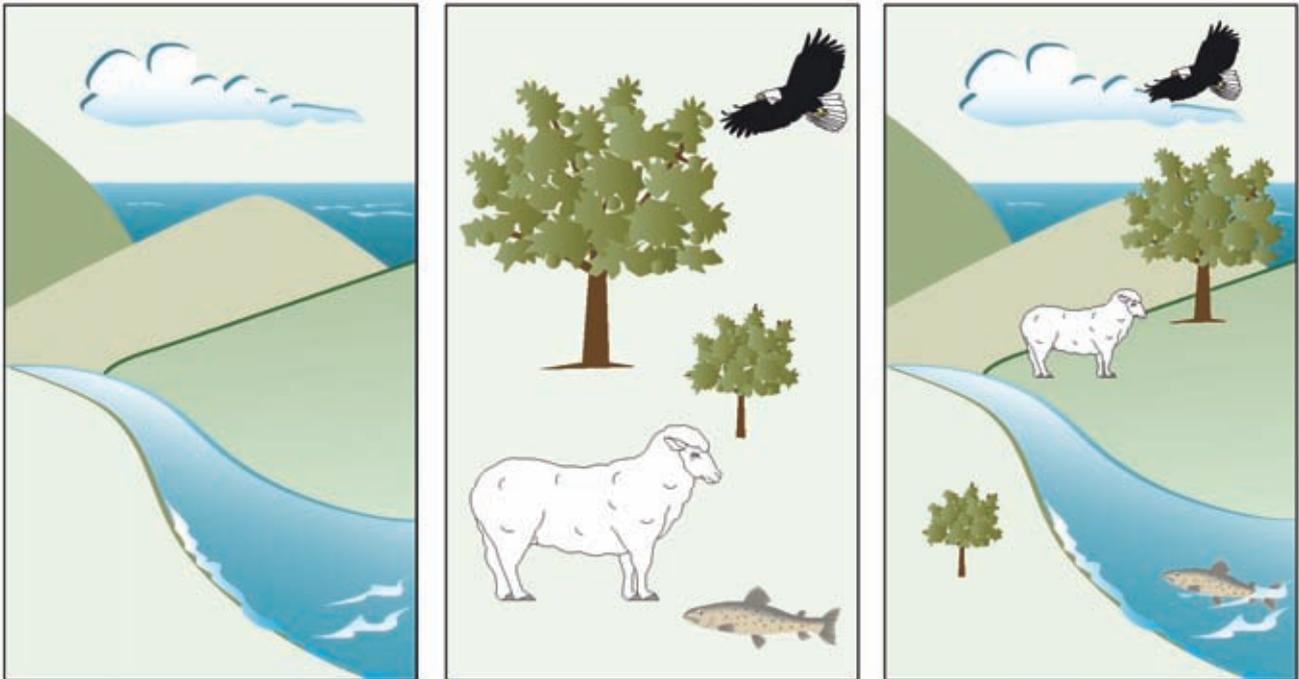


© 2008 Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety

### 問題 2：生命は互いに依存しあっていますか？

2.1 (a) 次の絵に生物共同体、生態系、バイオームの中から適切なものを当てはめてください。

2.1 (b) 植物と動物の相互依存性を示すために、中央の絵に矢印を書き加えてください。どの動物が相互依存していて、どの動物が相互依存していないのかに注意してください。



Source: Das Biobuch 7. & 8. Schuljahr, Diesterweg, Frankfurt a. M. 1995, p. 179



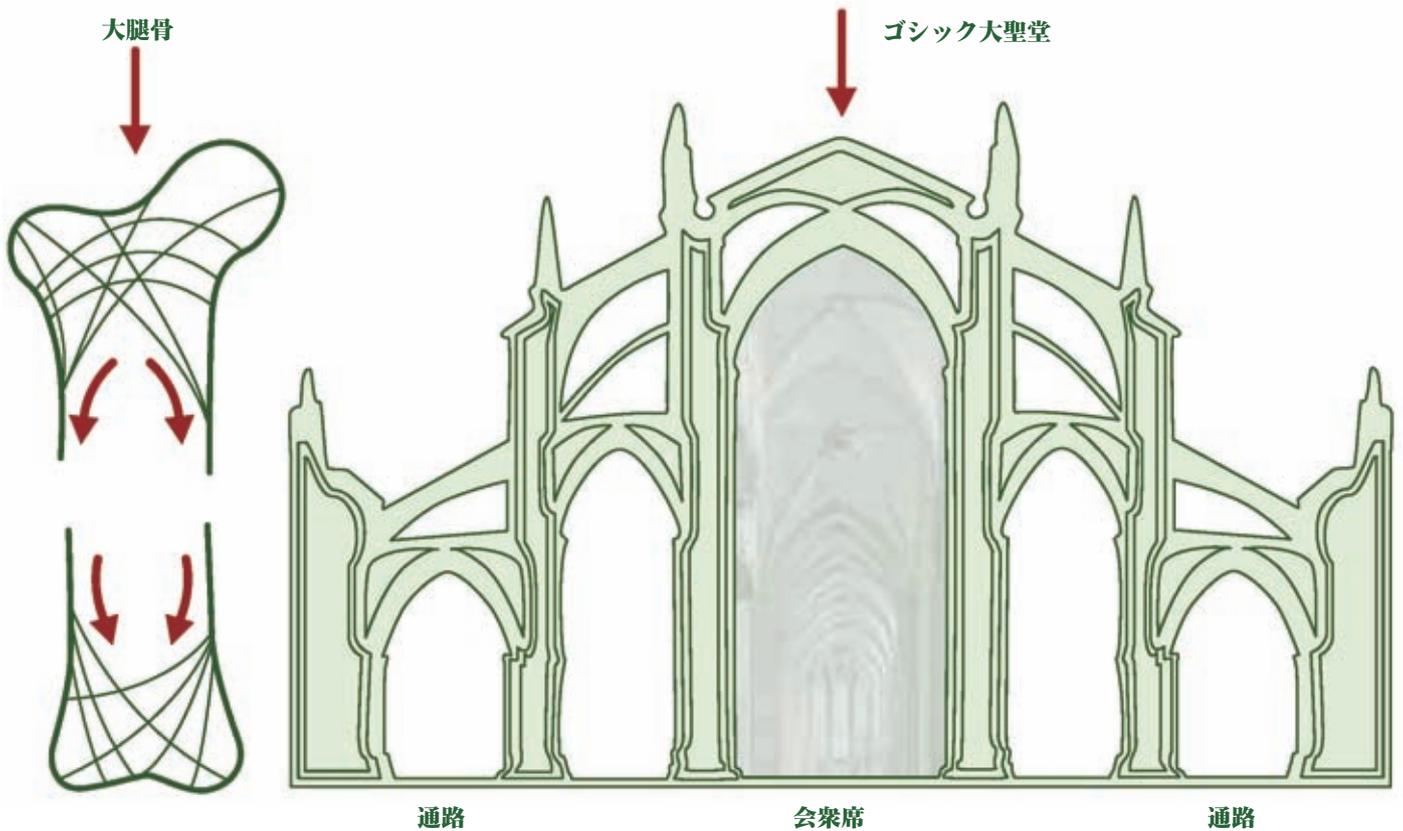
# 問題

能力評価 複合課題：生物多様性 3/12 ページ

© 2008 Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety

### 問題3：骨と大聖堂との共通点は何ですか？

骨は、非常に大きな圧力に耐えられるように作られています。牛の大腿骨は、自動車一台分の圧力に耐えられるということを知っていますか？大腿骨の図の内部に黒い線で示されている小さな梁（骨梁）は、一定の方向に走っています。こうした骨梁によって、大腿骨に加えられた圧力を均一に分散しています。このような構造を使って骨に加えられた圧力を吸収しているのです。そして下図のとおり、大聖堂にも同じような構造が使われています。



演習：

3.1 大腿骨の図をモデルとして使い、大聖堂の図の中に矢印を書き入れ、加えられた力の分散方向を示してください。

3.2 大聖堂の会衆席の両側に通路があるのは、なぜですか？

.....

.....

.....

.....

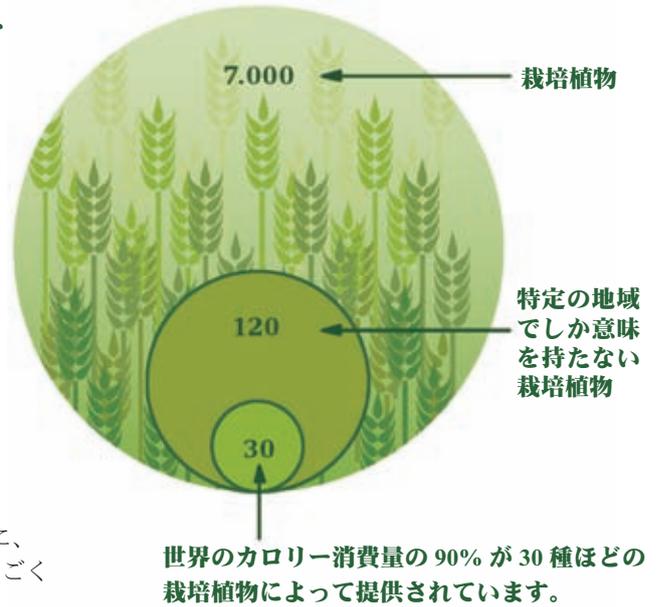
.....



# 問題

## 問題 4: 栽培植物の多様性を維持しなければならないのは、なぜですか？

全世界には、300,000 から 500,000 種の高等植物があります。そのうち、記録されているのは約 250,000 種です。その中の 30,000 種が食べられるもので、7,000 種が栽培植物とみなされています（観賞用の植物や森林植物は含まれていません）。栽培植物は、ヒトに食料を提供するために使用されます。そのうち 120 種は、特定の地域でしか有用な植物として認識されていませんが、その場所では農産物として非常に重要な植物です。別の栽培植物の中にはそもそも特定の場所でしか育たないものもあります。30 種ほどの栽培植物が世界の食糧の 90% を供給しています。コメ、コムギ、サトウキビ、トウモロコシといった種だけで、世界の食料の 65% になります。図からもわかるように、農業の分野で実際に使用されている栽培植物は、全体のごく一部です。



Source: FAO, 1996



### 演習：

4.1 栽培植物の種の多様性を維持しなければならない理由をできるだけ挙げてください。

.....

.....

.....

.....

.....

4.2 ほとんど、あるいはまったく使われていない栽培植物の種を保存するには、どうすればよいでしょうか？

.....

.....

.....

.....

.....

# 問題

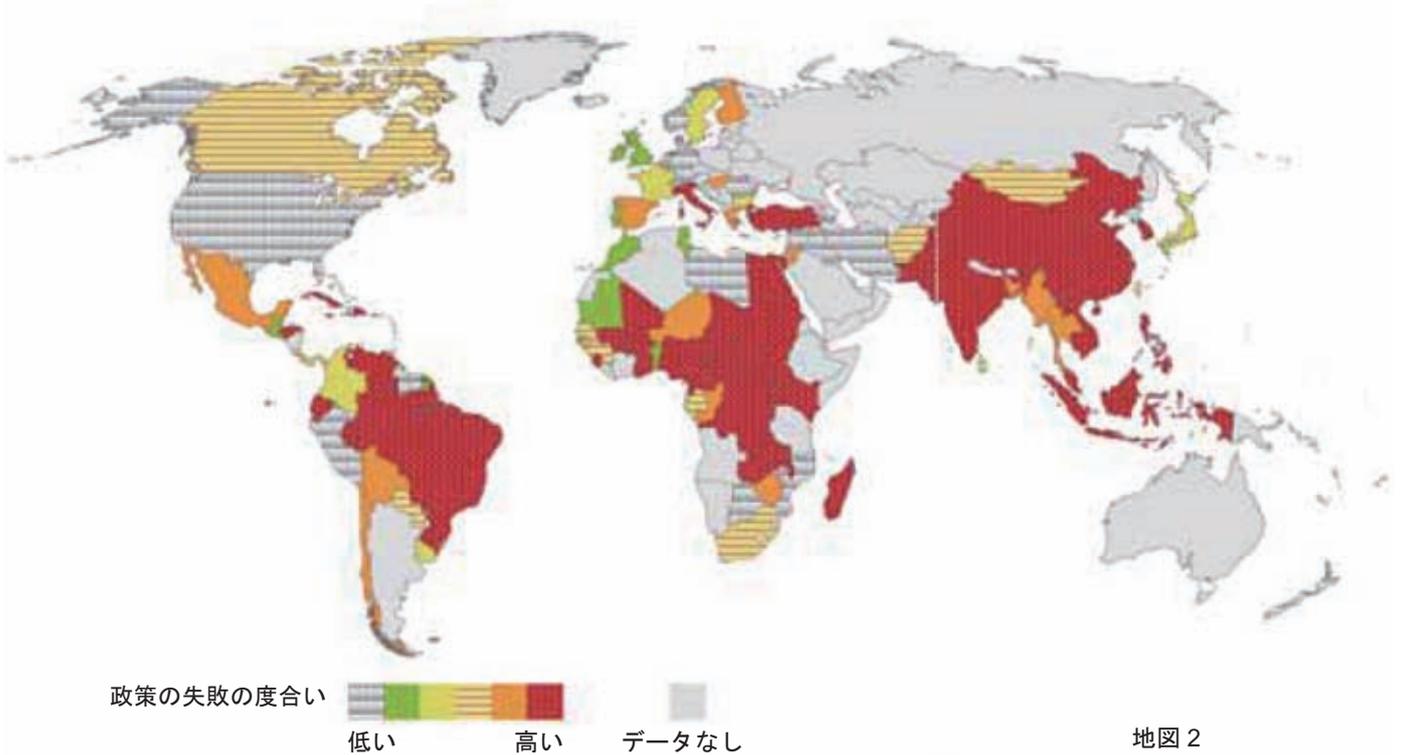
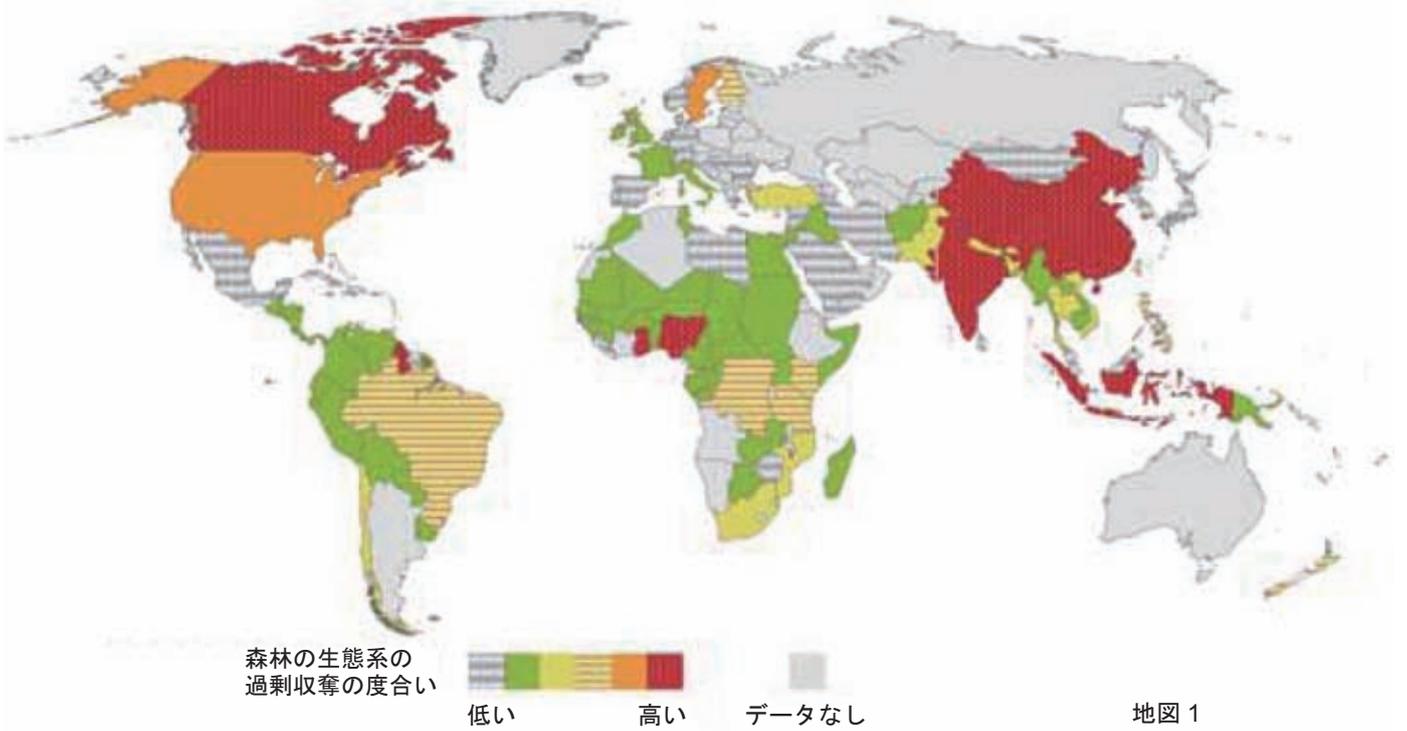
能力評価 複合課題：生物多様性 5/12 ページ



© 2008 Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety

## 問題 5：誰も生物多様性に対する過剰な取奪を止められないのはなぜですか？

世界中の多くの地域で樹木が再生するよりも速い速度で切り倒されています。いくつかの国で森林が急速に失われてきているのは、こうした理由からです。こうした行為は、過剰取奪と呼ばれています。地図 1 は、この過剰取奪の度合いを示したものです。



Source of diagrams: WBGU (German Advisory Council on Global Change), Annual Report 1999 - Summary for Policymakers: World in Transition - Conservation and Sustainable Use of the Biosphere; [www.wbgu.de/wbgu\\_jg1999\\_ultra\\_engl.html](http://www.wbgu.de/wbgu_jg1999_ultra_engl.html) - World map: © cartogis, 2004



## 問題

能力評価 複合課題：生物多様性 6/12 ページ

© 2008 Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety



演習：

5.1 2つの地図を比較して、データ収集の時点（1999年以前）で、森林の生態系の過剰収奪を止める可能性がほとんどなかったと思われる国を5つ挙げてください。なお、どの国にあたるのかは、他の地図も参考に確認して下さい。

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.2 熱帯雨林の過剰収奪と闘っている組織に所属しているとして、過剰収奪を止めるために必要な活動に関して途上国の政府に助言する機会があったと仮定します。この時、どのような活動を提案するかについて、その理由も含め、3つ以上挙げて下さい。

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## どの程度準備が整いましたか？生徒の PISA（学習到達度調査）への準備はどうか？

この教育サービスは、主に科学的、地理的、および社会的な研究課題に関する情報を提供しています。本サービスの目的は、生徒に対して、今日および明日の社会の一員として、十分に理解し、責任を持って行動するための現代科学的なスキルを提供することです。これは、PISA 試験の枠組みの中で国際基準に照らして能力評価を行うことに対応しています。同時に、試験問題は、生徒が達成した能力レベルを教師が評価できるように設計された教育サービスを前提に作成されています。

獲得しなければならない能力は、多岐に渡り、たいへん高度なものです。この課題に向けた教材では、生徒に積極的なスキルを身に付けてもらうことを目的としています（[www.blk.de/Info-rundgang/Gestaltungskompetenz.php](http://www.blk.de/Info-rundgang/Gestaltungskompetenz.php) を参照してください）。品位が高く、実践指向で、状況および問題に適合した基礎科学教育（生徒に科学的な教養を身に付けさせること）は、一般に次の 5 分野に分けられると考えられます。

- 科学的な概念と原理
- 科学的な調査方法と科学的な思考方法
- 科学において特別なものに関する概念
- 科学、技術、および社会の関係に関する概念（社会学、経済学、および環境学という視点からの『科学ビジネス』の理解）
- 私たちの生活圏の一部としての自然及び科学の応用についての価値判断と態度

### 科学的な教養の中心を構成するのは：

**科学的な手段** — 科学的な方法で考え、実践すること（たとえば、科学を応用することによって、ある問題が解決できることを認識し、データと発見に基づいて結論を導き出すこと、科学的な議論に基づいて他人に何かを説明できること、データ、再現、および事象に基づいて予測ができること）。

**科学的な概念と題材** — 科学者によって事実と発見が提供されている対象分野と応用分野（たとえば、作用と反作用、進化、免疫システム）。

**現代科学に対する私たちの理解では、応用分野が非常に重要であると考えられています。**つまり、取得した知識は、教室や実験室以外の場所で使用されるものだということです。個人的な重要性、地域的な重要性、地方自治体にとっての重要性、地球規模での重要性は、すべて区別して考えなければなりません。

**能力レベルは、次の 5 種類に分類されます。**

#### 能力レベル I：

##### 形式的な科学教養

生徒が日常的な科学知識を使って結論を導き出し、簡単な科学的知識を再生産できるレベルです。



## 能力レベル II：

### 日常的な知識に基づいた機能的な科学教養

生徒が推論したり、説明したりするために日常の科学的な知識を適応できること。結論を引き出したり、その結論を評価するために、科学情報を参照できるレベルです。

## 能力レベル III：

### 科学知識を応用できる機能的な科学教養

このレベルの生徒は、現象を説明したり、推論するために科学的な概念を活用することができます。また、ある問題が科学的な調査で解決できるかどうかを見極めることができます。

## 能力レベル IV：

### 概念的、手続き的な科学教養

このレベルの生徒は、有効な結論を導き出すために必要な情報を認識し、文章で説明することができます。また、議論の連鎖の中で関連するデータを使用し、伝達することができます。さらに、詳しい科学概念を使って推定内容を表現し、説明することができます。

## 能力レベル V：

### 高いレベルの概念的、手続き的な科学教養

概念モデルを使用することができ、実験の内容を体系的に分析することができます。単一の研究対象をいくつかの異なる視点から考察して議論することができます。

能力レベル IV と V の違いは、一連の問題を解決するために必要とされる複雑さの度合い、精密さ、体系的なアプローチという点です。2000 年のピサ試験では、質問の 60% が択一問題、40% が説明問題でした。この教科書では、択一問題は簡単に作成でき、一般的に使われているという理由から、このような問題配分は行っていません。説明問題を多くしたのは、こうした理由からです。

教育サービスが取り組んでいるすべての課題分野で、上記の能力レベルにそって問題が作成され分類されます。この分類は、妥当性のある推定に基づいたもので、究極の判断基準にしようとするものではありません。むしろ 1 つの提案として捉えるべきもので、教師が自分の経験に基づいて調整することができ、また、させなければならぬ提案です。これは、試験の難易度や問題に対して可能性のある回答の数についても言えることです。教育サービスは、将来的には、試験問題や演習問題に関して、教師からの直接的なフィードバックを反映させようと考えています。また、以下のポイントも指摘しておきます。

1. 2000 年の PISA 試験では、ドイツの 15 歳の受験者（中等教育を行うすべての種類の学校の生徒を含む）は、能力レベル II の上位に集中していました。能力レベル V を達成したのは、わずかに 3.4% で、26% は能力レベル I と判断されました（なお、能力レベル II が 26%、能力レベル III が 20%、能力レベル IV が 24% となっていました）。
2. 一連の訓練だけで基礎的な科学教養のすべての面をカバーすることはできません。それぞれの面に対していくつかの訓練が必要になります。
3. 演習問題の中には、生物多様性に関するこの教科書には記載されていない情報を見つけて、使用しなければならぬものが含まれています。これはカリキュラムに固執しすぎることがないように能力分類の際に一般的に採られている手法であり、かならず必要になる手法です。

# 解答

能力評価 複合課題：生物多様性 9/12 ページ



© 2008 Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety

## 質問 1：

### 出題の意図：

必要な情報を見つけ出し、教科書に記載されている事実を再現できること — 能力レベル I に対応した問題です。

### 1.1 解答：

植物も動物もヒトも、自分だけでは生命を維持することができません。個々の種は、生物多様性によって守られています。

### 1.2 解答：

- a) 生態系は、植物と動物の相互作用（コミュニティ、または生物共同体）とそれらが生息する環境（生息場所またはバイオトープ）によってその特徴が決まります。
- b) さまざまなサイズの生態系が無限に存在します。
- c) 生態系の状態は、種の多様性から判断することができます。
- d) 生態系の中では、生命体が資源を争い、互いに食べ、食べられながら相互に支えあって生きています。

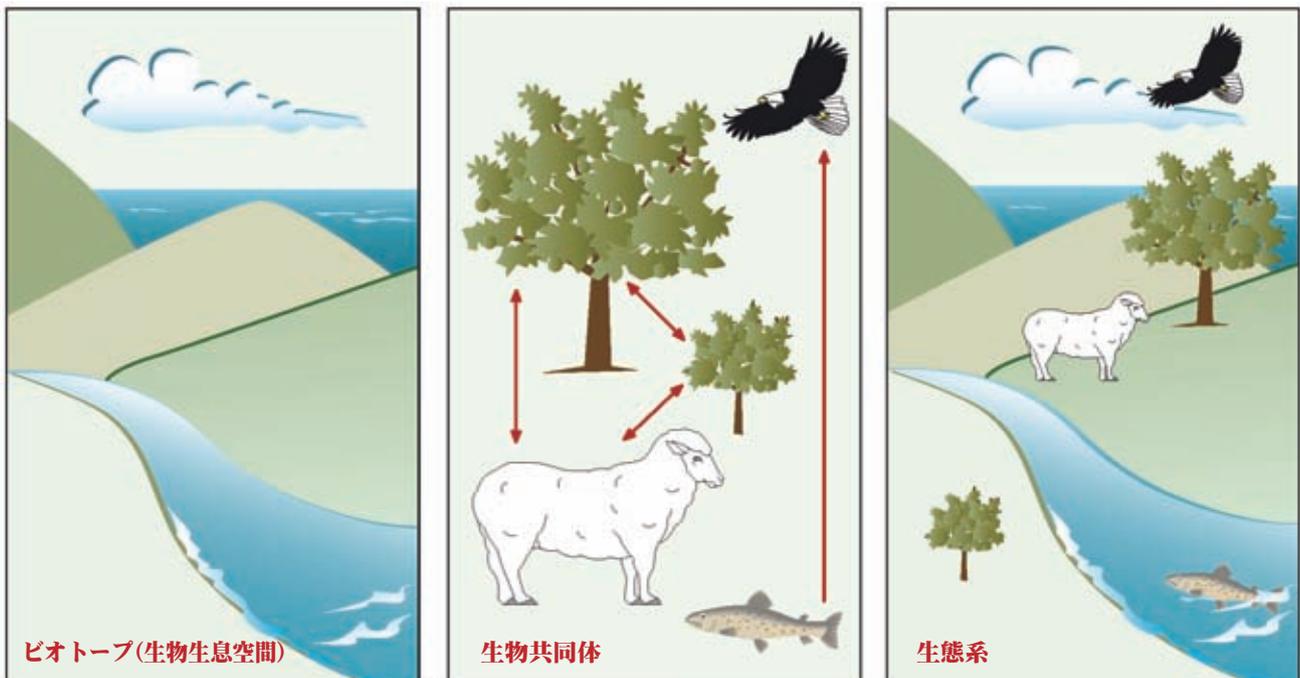
## 質問 2：

### 出題の意図：

まずは、生徒がそれぞれの絵に正しい言葉を当てはめることができるかどうかを確認します。

次に、手助けなしにそれぞれ絵について正しく説明できるかどうかを確認します。これは、能力レベル II に対応した問題です。

### 解答：



Source: Das Biobuch 7. & 8. Schuljahr, Diesterweg, Frankfurt a. M. 1995, p. 179



# 解答

能力評価 複合課題：生物多様性 10/12 ページ

© 2008 Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety

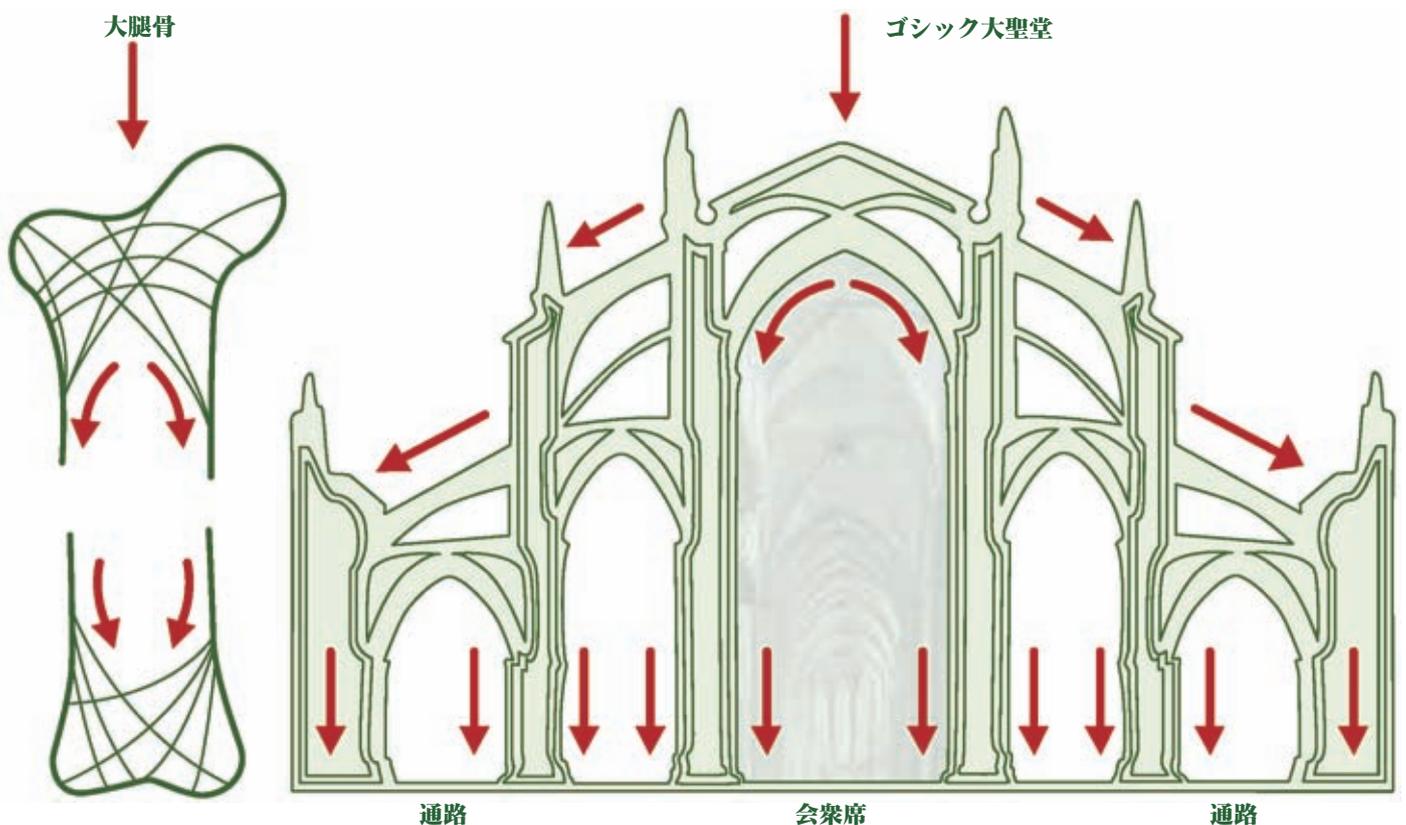
羊は、植物を食べます。その排泄物は、土を肥沃にします。これにより土に栄養素が供給され、栄養素は土の中の微生物によって分解され、植物がそれを吸収します。この栄養素のおかげで植物は育ちます。羊は、木の新芽を食べるので灌木類は丈が低いままとなります。その結果、ヒースの野原としての生態系が保たれるのです。トチは、成長して大きくなった木がつけた実（種子）からしか芽吹きません。つまり、種子によって再生産が行われるのです。猛禽類（ウミワシ）は、魚を食べます。食物連鎖の頂点に立つ種の一つです。矢印は、魚からワシに向かう一方のみを指し示すものでなければなりません。樹木からワシに向かう矢印も正解となります。それは、ワシは樹上に巣を作るからです。羊と若木、成長した木とを結ぶ両方向の矢印がないのは、不正解となります。

### 質問 3：

#### 出題の意図：

生徒が力の作用の方向に関する科学的な概念を正確に述べるができるかどうか、加えられた力の扱いを間違えるとどんなことが起こるのか予測できるかどうかを確認します。

#### 解答：



### 3.1

注：正解とするには、屋根の下に曲線で矢印が描かれていること、通路に曲線で矢印が描かれていることが必要です。

## 解答

能力評価 複合課題：生物多様性 11/12 ページ



© 2008 Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety

3.2

通路は、屋根から受けた力を吸収します。控え壁と小塔によって、アーチからの横方向の力が縦方向のたわみに変換されます。この部分に通路がないと、会衆席が崩落してしまいます。

### 質問 4：

#### 出題の意図：

生徒が与えられたデータから連鎖的に議論を発展させることができるかどうかを確認します。この質問は、生徒がより高度な言葉と複雑な因果関係の連鎖を使って状況を説明することができるかどうかを確認するためのものです。この質問は、能力レベル IV に対応しています。

#### 解答：

4.1

- 環境条件が変化した場合、新たな状況に対応するには、栽培植物の多様性に頼ることができる状況を維持しておかなければなりません。
- 将来、生物多様性が失われると、食の安全性が脅威に曝されます。
- 生物多様性（環境能力）を保全するには、種の多様性を失うよりは、多くの変種が出てくるほうが望ましい結果になります。
- 私たちには、植物にどのような天然の活性成分があるのかが分かりません（薬としての利用など）。
- 多様性は、それだけで価値あるものです（美学的、倫理的側面）。
- 栽培植物の多様性は、農業手法に関する知識と連動しています。対応する種が絶滅すると、（地方特有の）ノウハウも失われます。

4.2

可能性は、2つあります。

- 栽培植物として栽培する方法を体系的に再構築することや、現存する株の保護（生息環境における保全）を通して、自然の中で保全する。
- 植物園やシードバンクなどに植物を集めて保存したり、植物の DNA を集めて保存する（生息環境外での保全）

（解答例の出典：WBGU（ドイツ地球環境変動諮問委員会）、年次報告 1999 年—政策立案者のための概要 — 生物圏の保全と持続可能な方法での利用：[www.wbgu.de/wbgu\\_jg1999\\_ultra\\_engl.html](http://www.wbgu.de/wbgu_jg1999_ultra_engl.html)、特に 86 ページ以降）

注：生徒は、必ずしもここに示されている構成通りに理由を述べなければならないというわけではありません。個人による違いが多いほど、学習効果が高かったと判断してください。

### 質問 5：

#### 出題の意図：

生徒が概念モデル（経済的な理由および政策上の誤りによって、生物多様性が失われたなど）を使用することができ、信頼性の高い科学的な説明に体系的にたどり着くにはどうすればよいのかを説明できることを確認します。生物多様性を減少させた経済的要因や政策的要因を列挙する際には、生徒はさまざまな視点から要因を選ぶ必要があります。



## 解答：

### 5.1

中国、インド、インドネシア、マレーシア、ガーナ、ナイジェリア、カナダ、スウェーデン、ブラジル、コンゴ民主共和国、ケニア、南アフリカ、トルコ、フランス、パキスタン、タイ。答えは、過剰収奪の度合いと政策上の誤りの度合いの比較から得られます。ここでは、上記の各国が答えとなります。中でも、中国、インド、インドネシア、マレーシア、ガーナ、ナイジェリアを挙げるのが重要です。これらの国を挙げた生徒に最高点を与えてください。

### 5.2

a) 次のような政策を挙げることができます。

- 規制のための法律を制定すると同時に、森林保全プログラムを策定する（植樹用植物の生産奨励を含む）。その理由は、制裁のみならず保全の動機付け（支援を通じた）になるため。
- 伐採と成長との比率を適切に保つ必要があるため、伐採量の割り当てを固定する。
- 無秩序な伐採を抑制し、適切にコントロールする必要があるため、伐採区域を定める。特に保護を必要とする区域に対しては、保護を強化するのもよい。
- 最低でも現在の損害の一部を埋めあわせなければならないため、森林再生方法とアクションプランを立案する。
- 統制と制裁が実際に機能していなければ、法律も保全計画も実効力を持たないため、森林保護機関による管理を行う。
- 管理できない移住や開墾を抑制し、特定の地域を恒久的に利用するため、農業や移住ができる区域を指定し、知識、社会基盤、マイクロクレジット、種子などの形で支援を行う。

b) 政府以外の団体の貢献

- 地方自治体や、名誉のために積極的に働きかけ、統制を援助し、国際社会の注目を集めることができる（国政レベルの）圧力団体などと協力し、樹木の伐採を抑止する。
- 生物多様性を保全し、伝統的な森林利用方法を実践している地方団体は、過剰収奪に対して反対を表明することが多いため、これらの団体を支援する。

注：生徒は、ここに記載されている解答例以外の解答を出すことも可能です。その際に重要なことは政策の妥当性だけでなく、その政策に期待される効果です。