

# 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校

令和7年度

## 自己表現検査

### 検査用紙

#### <注意事項>

- 1 開始の合図があるまで、この検査用紙を開いてはいけません。
- 2 問題は、1ページから13ページまで印刷されています。
- 3 筆記用具は、鉛筆またはシャープペンシルと消しゴムに限ります。
- 4 検査時間は60分です。
- 5 内容に関わる質問には、いっさい応じられません。
- 6 検査用紙、記述用紙1・2に汚れや印刷の不鮮明な箇所があった場合は、監督者に知らせなさい。
- 7 下書きやメモは、この検査用紙の余白を利用しなさい。
- 8 終了の合図があったら、すぐに記述をやめなさい。

受検番号

番

**問題 1** から **問題 4** の問 3 までは記述用紙 1 に解答しなさい。

**問題 1**

次の会話文と資料は“サイエンスフロンティア”を志す者の集う場(サロン)で生徒たちと先生が「“食糧問題”とは」について考えている時の会話である。これらを読んで、5 ページの問に答えなさい。

**【会話文】**

**先生:**「今日は『“食糧問題”とは』と聞いて考えられることについて授業で扱いたいと思います。ひと口に“食糧問題”といってもそれが食糧危機を意味するのか、単に食糧不足のことを示しているのか、対して過剰供給ならばそれは“食糧問題”ではないのか、考えることはたくさんありそうですね。誰か『“食糧問題”とは』と聞いて思い浮かぶことのある人はいますか?」

**生徒 A:**「はい、食糧危機とは、紛争、経済・気候危機、そして肥料の価格高騰などが重なって引き起こされる事態のことで、世界では最大 7 億 8000 万人あまりの人びとが飢餓に苦しんでいると聞いたことがあります。」

**先生:**「なるほど、他にはありませんか?」

**生徒 B:**「国連 WFP(国連世界食糧計画)が、データの入手が可能な 78 カ国から得た情報では、2023 年は 3 億 3300 万人が高いレベルの食糧不安に直面すると推定しているそうです。この数は、新型コロナウイルスの流行以前と比較すると 2 億人も増加していて、食糧や燃料価格の高騰により食糧支援を届けるための活動費が過去最高となる中、支援のための資金が追いつかないほど急性食糧不安の人びとが増え続けているようです。」

**先生:**「そうなのですね、なぜ食糧不安が拡大し続けているのでしょうか?」

**生徒 C:**「飢餓は危険な要因が重なり引き起こされているようです。紛争は依然として飢餓の最大の要因で、世界の飢餓に苦しむ人びとの約 70%は戦争や暴力の影響を受けた地域に住んでいます。また、気候危機は世界的な飢餓の急増の要因の一つです。気候危機は命を奪い、作物や生活を破壊し、人びとが食べ物を確保するのを困難にします。世界的に肥料価格も、過去 10 年で最高値に推移している食糧価格の高騰を上回る勢いで上昇しています。肥料価格の高騰によって 2022 年にはトウモロコシや米、大豆、小麦の生産が減少し、天然ガスの価格高騰など、戦争の影響によって、世界的な肥料生産と輸出に混乱が生じました。他の農作物に関しても収穫・供給の減少や、価格の上昇が懸念されます。」

**先生:**「では、何が解消されれば食糧問題・食糧危機・食糧不安・飢餓といった問題は解決されるのでしょうか?」

**生徒 D:**「人道支援団体の活動費の増加、財政状況の改善、支援レベルの向上です。これらが整えば食糧支援、現金支援、栄養支援を含めた活動、配給量や支援規模の拡充を図ることができます。」

**生徒 E:**「飢餓の根本原因へ対処する必要もあります。地域社会のレジリエンス(強靱性)を高めるための活動に投資し、地域社会にショックやストレスに耐える力をつけることで、政情安定化や紛争の解決を図ることができます。荒廃した土地を農地や牧草地に変え、季節的ショックに人々が耐えられるようにして、彼らが働く土地などの重要な自然資源へのアクセスを改善させれば、家族や家屋、所有財産や農地が気候の危機から守られるようになります。」

**先生:**「いわゆる『人道的な支援』があれば対策は充分だといえそうですか?」

**生徒 F:**「政府、金融機関、民間セクターの連携は危機を防ぎ、社会をつなぎ、人や財の育成を促すことで、経済の発展や繁栄につながる鍵ともなります。飢餓ゼロを達成するためには、より強固な政治的施策や関係性の構築が必要です。政治的な意思によってのみ地域での紛争を終わらせることができるから

です。パリ協定に盛り込まれているように、強い政治的関与無くしては、飢餓の主な要因である地球温暖化を食い止めることもできません。」

**先生:**「話が『“食糧問題”とは』と聞いて考えられること」から広がってきていますね。質問を変えましょう。果たして『“食糧問題”とは』国際機関や政治によって解決可能なもののみを指すのでしょうか?」

**生徒 G:**「どういうことですか?」

**先生:**「スーパーマーケットやコンビニにはたくさんの食品が並び、私たちのまわりには食べ物があふれています。そして、賞味期限が切れた食品は大量に廃棄されます。一方で、世界に目を向けると飢餓で苦しむ人も多いようですね。果たして地球規模で食糧は足りているのでしょうか?また、仮に“現在”足りているのだとしても、この先もそれは持続可能な生産量なのでしょうか?」

**生徒 H:**「以前、食品ロスと家畜飼料の活用法について株式会社日本フードエコロジーセンター代表取締役の高橋巧一さんから『世界の食糧問題について、人口に見合うだけの食糧は生産されているが、2015年以降、慢性的に栄養が不足している人の数は増加傾向にあり、2018年には推定で8億2000万人以上に達している。』と伺いました。」

**先生:**「ほう、それはつまりどういうことでしょうか?」

**生徒 I:**「『8億以上の人々が栄養不足だということ、食糧が不足していると受け取られるかもしれませんが。ところが、実は世界中の人たちを飢えさせないだけの食糧は生産できているのです。食糧が足りているのに、どうして飢餓に苦しむ人が存在するのかということ、主な原因は3つあります。気候変動、紛争、そして経済停滞です』とのことでした。」

**先生:**「では、現在の食糧生産量が維持できれば世界の栄養不足は解決できる可能性があるということですね?」

**生徒 J:**「いえ、先進国の人口は減少傾向にありますが、まだまだ増加の一途をたどっている国があります。現在、77億人とされる世界の人口は、2050年には97億人まで増えると予測されています。当然、食糧の生産性を高める必要があり、それは今より50%以上、60%程度の増産を必要とする可能性があるそうです。しかも持続可能な方法で実現されなければなりません。ある試算では2000年代初頭に比して2050年には穀物の需要が1.5倍、肉類の需要は1.8倍に増加するそうです。畜産は大量の飼料を与えて牛や豚を育てるため、穀物に比べて生産効率が良くありません。しかし、人間の体内で合成できない必須アミノ酸は食事で摂取しなければならないため、タンパク質の増産は避けられない課題です。食糧廃棄も気候変動に影響を及ぼしますし、その食糧廃棄自体が冷蔵設備の不足によって招かれることもあります。消費者に届く前に食糧が腐ってしまうのです。また運搬経路の整備が不十分なために、届ける前に食糧を劣化させてしまうこともあるようです。」

**先生:**「では、国際機関と連携して、食糧の物流体制の拡充に努める施策が必要な場合もあるのですね。」

...

**生徒 K:**「肉がダメなら魚を食べたら良いのではないかな?」

**生徒 L:**「肉よりも魚の方が鮮度は大事な気がするけれど…」

**生徒 M:**「海中におけるプラスチックごみの量が魚を上回る時代が来ると聞いたこともあるよ。」

**生徒 N:**「そもそも海にいる魚の量って正確に計ることができるのかな?」

**先生:**「かなりみんなの興味・関心が広がってきてしまいましたね。では、せっかくだから“海の資源”という観点も加えて冒頭の『“食糧問題”とは』と聞いて考えられることについて考えていきましょう。次の資料に目を通してください。」

## 【資料】

イギリスのジャーナリストが強い警告を発している。資源という意味でいうなら、われわれの子孫の時代にはマグロは絶滅する、と。問題は資源の管理と保護であり、もちろん持続可能な漁獲という主題に話は至る。少なくとも現在の漁業は、持続不能な漁業だ。

海に最大の損害を与えるのは、漁業か公害か。後者だと思ってきたのが今日の環境保護者たちに共通する考え方だ。しかし「オランダ人の科学者、ハン・リンデブームは、毎年トロール漁は何百万トンもの魚を殺しているから、公害よりも営利漁業の方法のほうが有害なのは明白だと主張した」。これは北海での話である。漁業が現在の技術水準で行われる限り、資源の限界にただちに行き当たるということは、容易に想像がつく。その象徴が国際的にはマグロなのである。

「国連食糧農業機関の推計によると、世界中の漁獲の約3分の1（およそ2700万トン）が無駄に捨てられているという。これに加えて、網やラインやワナにかかって死ぬか、けがで水揚げされなかったたくさんの生物（クジラ、ネズミイルカ、カメ、鳥など）や、海底で殺された生物がある」「こうした無駄になった要素をすべて考慮に入れると、タンパク質源として人や動物に食べられたのは、水揚げされた9500万トンのうち20%にも満たず、毎年海で殺される海洋生物の重量の10%にしかならないと結論づけることができる」「野生の魚を捕らえるのは、無駄の多い商売なのだ。それにしても海の生産性には感心する」という著者の述懐には多くの人が賛同するであろう。その生産性を維持すること、それが本当にきちんとしてできているかは、陸の緑を考えたら、すぐにわかるはずである。目の前に見えている緑という自然ですら、持続可能性が危ぶまれている。いわんや、目に見えない海の底においてをや、である。

環境関係の真面目な本は、現在のわれわれ自身の生活に、強く反省を迫る。かつては当然の権利と見なされたものが、いまではそうではない。自然との関係では、これはやむを得まい。

**生徒 O:** 「『そもそも海洋資源の量を測定するという作業には困難が生じる』と聞いたことがあります。水域に国境が交わったり、捕らえる魚の体長しだいで翌年の資源回復の見込みが大きく変わったりするので、“持続可能な漁獲量”というのが策定しにくいのだそうです。」

**生徒 P:** 「それじゃあ一匹も捕らない方が良いということなのかな？」

**生徒 Q:** 「少なくとも今の捕り方ではもう立ちゆかない所まで状況が切迫してきてしまっていることは確かでしょうね。」

**生徒 R:** 「海でも陸でも、そして人間社会でも、捕る側にも捕られる側にも課題が山積していて、そう簡単に“食糧問題”というものの自体を定義することも難しいし、それを“解決”するとなると、現代の世界を平面的に見渡すだけでは事足りなくて、将来をどのように推し量るかという視野や視線が欠かせなくなりそうですね。」

**生徒 S:** 「最初に『“食糧問題”とは』と聞いて考えられること、と言われたときに『日本の状況は少なくとも戦時中(第二次世界大戦・太平洋戦争)よりも改善されているんだろうなあ』と安易に思っていたけれど、物差しの当てようや考えようによっては社会や世間がある意味で今よりもっと大変だった時代の方が“食糧問題”を計る指標は良かった時期があるのかも知れないとさえ思えてきたよ。」

**生徒 T:**「となると現在世界で生産されている食糧が、その販路や保存方法が整備されて、紛争も収束して、流通が円滑に行われることで、世界中の人々に行き渡るようになったとしても、その結果、人口が爆発的に増え続け、食糧の増産ばかりが必須とされるようになっていくのだとしたら、また新たな“食糧問題”を生み出す土壌になりかねないことになるね。」

**先生:**「今日の一時的な問題の“解決”が、かえって未来の“問題”や、それを引き起こす引き金になりかねないことを我々は肝に銘じた方が良いのかも知れませんね。このことはひょっとすると“食糧問題”から示唆される“食糧問題だけに止まらない”意味での“『食糧問題とは』と聞いて考えられること”なのかも知れませんね。」

**生徒 U:**「地球環境を保全しつつ、食糧問題も解決できるような新技術の開発が期待される場所だね。」

**生徒 V:**「それこそ文字通り“絵に描いた餅”にならなければ良いのだけれど…」

♪チャイム♪

**生徒 X:**「あ、時間だぞ。チャイムが鳴るということは、今日は試験の前日だったかな?」

**生徒 Y:**「グラウンドに出てサイエンス体操をしなくっちゃ。」

**生徒 Z:**「うん、何事も十分に準備や対策をしさえすれば円滑な実施や有意義な振り返りにつながりそうなものではあるけれど、食糧問題についてはある科学者が『経済、社会、生態系の三つが揃い踏みで両立することはない。一つは進んで犠牲にしなければならない。』と語ったことがあるように、何事も三方良しの結論には容易に至りづらいことを肝に銘じて行動・活動しなければいけないね。」

**先生:**「それでは皆さん、体操もほどほどにして、良い休み時間を過ごしてくださいね。」

**生徒一同:**「はい。」

【出典】

- ・ 世界的な食糧危機 | World Food Programme (wfp.org)
- ・ 「食糧不足」と「食品ロス」 ～今、世界と日本の食糧問題を考える～ | Science Portal - 科学技術の最新情報サイト「サイエンスポータル」 (jst.go.jp)
- ・ 「〈自分〉を知りたい君たちへ 読書の壁」養老 孟司 毎日新聞出版
- ・ 「飽食の海 世界からSUSHIが消える日」チャールズ・クローバー 著，脇山 真木 訳 岩波書店

**問** 下の1～5の文章が、**会話文**および**資料**の内容と合致している場合には「○」を、合致していない場合には「×」を、それぞれ解答欄に記入しなさい。

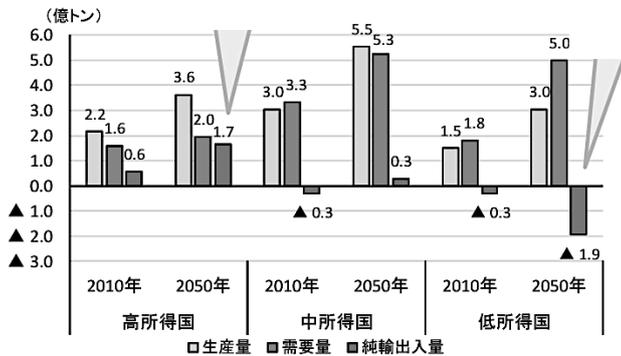
- 1 魚と肉なら魚を食べた方が身体に良い。
- 2 食糧危機の要因には紛争・気候危機・肥料・食糧価格の高騰がある。
- 3 人類の食糧問題は悪化の一途を辿<sup>とど</sup>っている。
- 4 海のプラスチックごみの量が魚を上回る時代が来る。
- 5 人類の英知を結集すれば食糧問題を初めとする諸問題は解決可能だ。

## 問題 2

以下の問 1 から問 4 に答えなさい。

問 1 次の資料 A・B を適切に読み取っている人の組み合わせを 1～4 から 1 つ選び、番号で答えなさい。

【資料 A】小麦の所得階層別生産量・需要量・純輸出入量 【資料 B】世界の人口の見通し



【資料 B】は著作権の関係上、表示できません。

(農林水産省 HP「世界の食糧需給の動向」「知ってる?日本の食料事情 2022」より作成)

ちひろ：小麦においては、2050 年も高所得国が最も純輸出入量が多く、利益を上げる見込みなんだね。

はると：2050 年に中所得国が最も多くの小麦を生産していて、純輸出入量も高所得国より多くなるんだね。

み き：開発途上国は人口増加が見込まれ開発途上国に属する低所得国は小麦の需要量が高所得国より多いね。

いずみ：高所得国である先進国は人口増加が見込まれ、小麦の需要量は 2050 年には減少する見込みなんだね。

- 1 ちひろ・み き      2 ちひろ・いずみ      3 はると・み き      4 はると・いずみ

問 2 次のりかさんの学習メモの **A** に当てはまるものを 1～4 から 1 つ選び、番号で答えなさい。

### 【りかさんの学習メモ】

●学習テーマ：リカードの比較生産費説

【表 1】A 国と B 国の生産力の比較（生産に必要な時間は同様であるとする）

	A 国	B 国
自動車を 1 台生産するのに必要な労働力	50 人	300 人
小麦を 1t 生産するのに必要な労働力	200 人	150 人
全労働者数	250 人	450 人

○表 1 から読み取れること

A

- A 国も B 国も自動車・小麦の生産に必要な労働力に違いはない。
- A 国と B 国を比べると、共に全労働者数が等しく、自動車・小麦の生産に必要な労働力に違いはない。
- A 国は自動車に、B 国は小麦に全労働者を振り向けることで、2 カ国合計の生産量は増加する。
- A 国は小麦に、B 国は自動車に全労働者を振り向けることで、2 カ国合計の生産量は増加する。

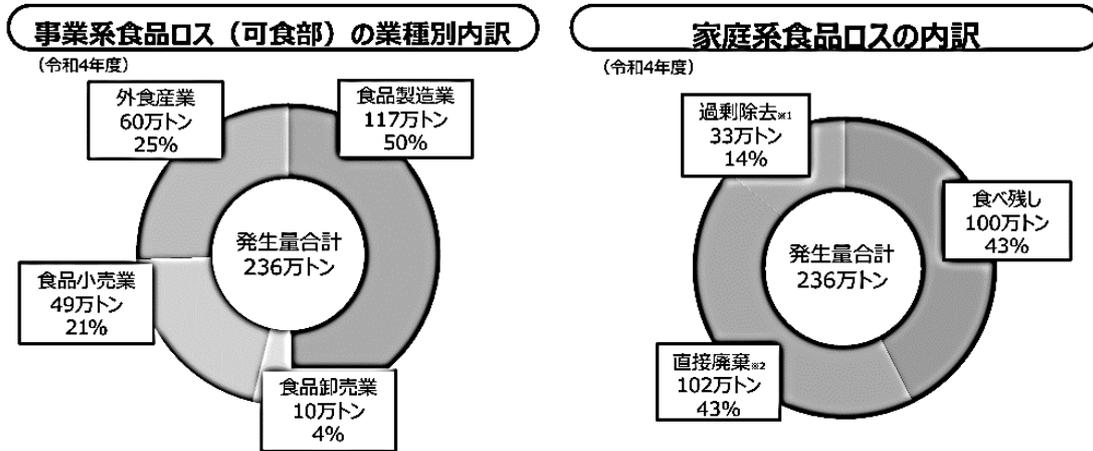
## 【りかさんの学習レポート】

●学習テーマ：日本の食料市場の課題

### 【授業で学習したこと】

日本の食料自給率はカロリーベースで 38%、生産額ベースでも 58%（いずれも令和 2 年度）と他国と比べても低く、食べ物の多くを輸入に頼っている現状がある。

### 【資料 1】日本の事業系・家庭系食品ロスの内訳（令和 4（2022）年度）



（農林水産省「食品ロス及びリサイクルをめぐる情勢」より作成）

※食品ロスとは…

本来食べられるのに、捨てられてしまう食品のこと（農林水産省 HP より）

(1) 上の資料等を見て、疑問に思ったこと

日本は輸入しなければならぬほど食料が足りていないのに、なぜ、食品ロスが発生するのだろうか？

(2) 疑問を解決するために集めた資料

破れて見えなくなってしまった所

(3) (2) の資料から考えたこと（まとめ）

食品ロスの削減のためには、良心に訴えかけることも大事だが、(a)経済的な手法を用いて人々に行動変容をうながすしくみづくりも大事だと思った。

**問 3** りかさんは授業で課されたレポートを作成したが、カバンの中で破れてしまい、途中の記事が見えなくなってしまった。上のりかさんの学習レポートの破れて見えなくなってしまった所に当てはまる最も適切なものを下の 1～4 から 1 つ選び、番号で答えなさい。

- 1 家庭系食品ロスを調べるために、近所のスーパーの野菜売り場の 1 週間の売り上げを調べた資料。
- 2 諸外国の食品ロス対策を調べるために、インターネットで EU の農業政策を調べた資料。
- 3 事業系食品ロスを調べるために、りかさんの家の直近 1 ヶ月の食品ロス量 (kg) を調べた資料。
- 4 外食産業で食品ロスが発生する原因について調べるため、近所の中華料理店にインタビューに行った資料。

**問 4** りかさんの学習レポートの下線部(a)を具体化したものとして、最も適切なものを下の 1～4 から 1 つ選び、番号で答えなさい。

- 1 インターネットやリーフレットの配布を通じて、人々に食品ロス削減の意義を広報し理解の浸透を図る。
- 2 食品ロスを大幅に削減したレストランに地方自治体等が税の減免と表彰状を授与する制度を作る。
- 3 学校の授業や企業の研修などで「食育」を展開し、食品ロス削減の効果について、教育の機会を創出する。
- 4 ゴミの分別項目に「食品ロス」を追加し各家庭にゴミを出す前に食品ロスの重量を計量させる条例を作る。

### 問題 3

次の会話文は、2024年9月に、ある中学校であきら（Akira）とみねお（Mineo）が会話したものである。この会話文とグラフ①②③を見て、以下の問1から問4に答えなさい。

#### 【会話文】

**Akira** : What did you choose for your summer homework, Mineo?

**Mineo** : I chose “food crisis\*.”

**Akira** : Oh! I chose the same! I chose it because I couldn’t buy rice at a shop in August. All the rice was sold out at that shop. I was very surprised. Why did you choose “food crisis?”

**Mineo** : I chose it because I visited a salmon\* hatchery\* in Canada\* this summer. The number of salmon is declining\* because of a dam\*. The hatchery was built to improve the number of fish. I learned that a hatchery could be one of the very important answers to the food crisis, and I became interested in salmon around the world. Look at these graphs\* ①. These graphs are from the North\* Pacific\* Anadromous\* Fish Commission\* (NPAFC). They show the commercial catch\* of salmon.

**Akira** : Wow! These graphs are very interesting! In Japan and Korea\*, the largest part of the commercial catch was chum salmon\*, and in Russia\*, the largest part was pink salmon\*. In Canada in 2010, the largest part was sockeye salmon\*.

**Mineo** : Yes! Look at these graphs③. You can see how many salmon each country releases\*. In 2023, Japan released the largest number of chum salmon, and the USA\* released the largest number of pink salmon.

**Akira** : I see. I understand releasing anadromous fish is one thing we can do to help improve the number of fish. When I was doing my summer homework, I was thinking about a solution\* for this rice crisis. I thought releasing Japan’s stockpiled\* rice could be a solution, but the government\* didn’t release any rice this summer.

**Mineo** : Yes! I was surprised at the TV news. The Japanese government always keeps 1 million\* tonnes\* of rice in total\*!

**Akira** : Oh! That is so much rice!

**Mineo** : I also learned some other countries save rice for emergencies\*. Do you think all the governments should release their rice?

**Akira** : Yes and no, ha ha ha! It is not that easy, but I agree that we have to do something to solve\* the world food crisis. I learned there are about 800 million hungry people in the world. This is not because there is not enough food. About 2.7 billion\* tonnes of grain\* are produced\* in the world every year. If we gave that to all the 8 billion people in the world equally\*, each person would get more than  kilograms\* of grain in a year. This means there is enough food for everyone to eat in the world.

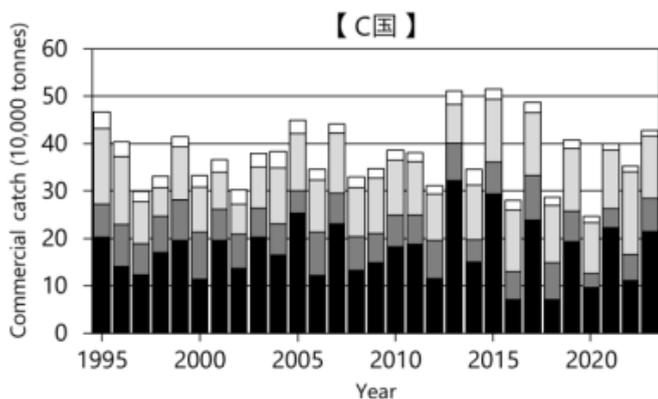
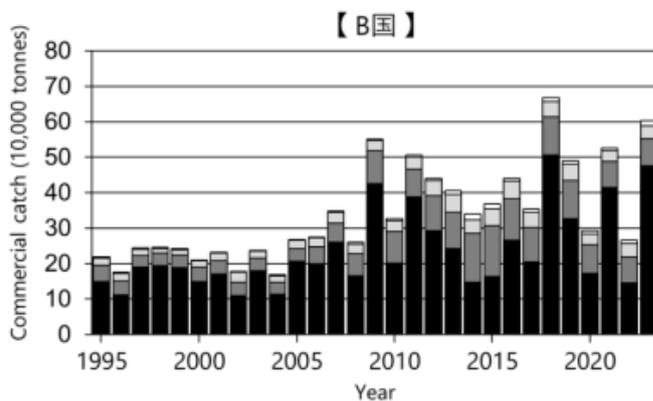
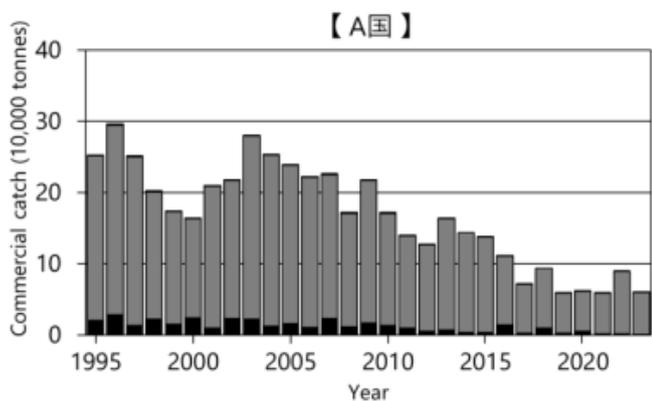
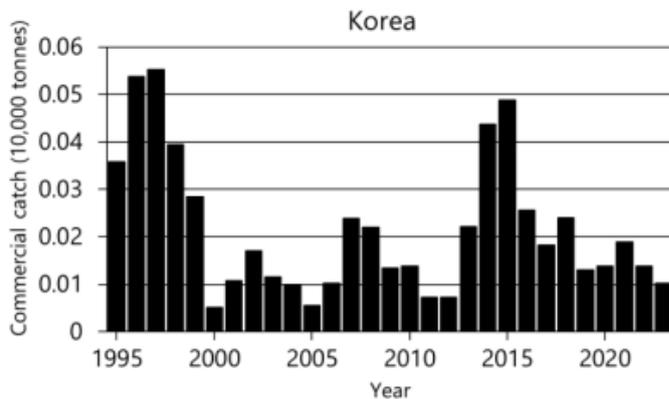
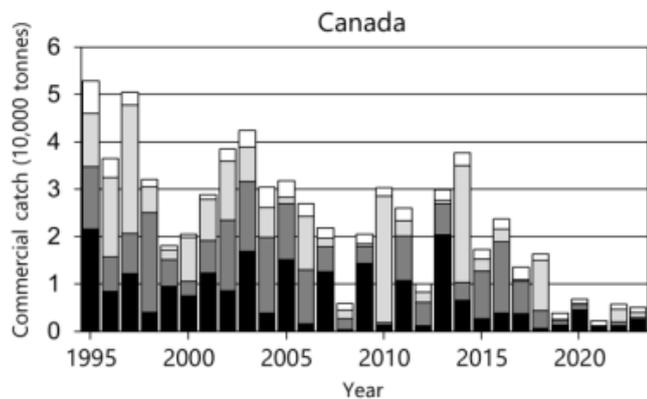
**Mineo** : Oh! The first class is now starting! Can you tell me more about your summer homework during lunch time today? I want to talk about the food crisis more with you, Akira!

crisis\*危機 salmon\*サーモン, サケ, サケ・マス類 hatchery\*<sup>ふか</sup>孵化場 Canada\*カナダ decline\*減少する  
dam\*ダム graph\*グラフ north\*北,北の Pacific\*太平洋の anadromous\*<sup>さくか</sup>溯河性の commission\*委員会  
North Pacific Anadromous Fish Commission\*北太平洋溯河性魚類委員会 commercial catch\*商業漁獲量  
Korea\*韓国 chum salmon\*シロザケ Russia\*ロシア pink salmon\*カラフトマス sockeye salmon\*ベニザケ  
USA\*アメリカ release\*を放流する,放出する,放流,放出 solution\*解決策 stockpile\*を備蓄する  
government\*政府 million\*100万 tonne\*トン in total\*全体で、総計で emergency\*緊急事態  
solve\*を解決する billion\*10億 grain\*穀物 produce\*を生産する equally\*等しく,平等に kilogram\*キログラム

【グラフ①】

Graphs①

Commercial Catch of Pacific Salmon (Weight)  
 国別のサケ・マス類漁獲量の推移（1995年～2023年）

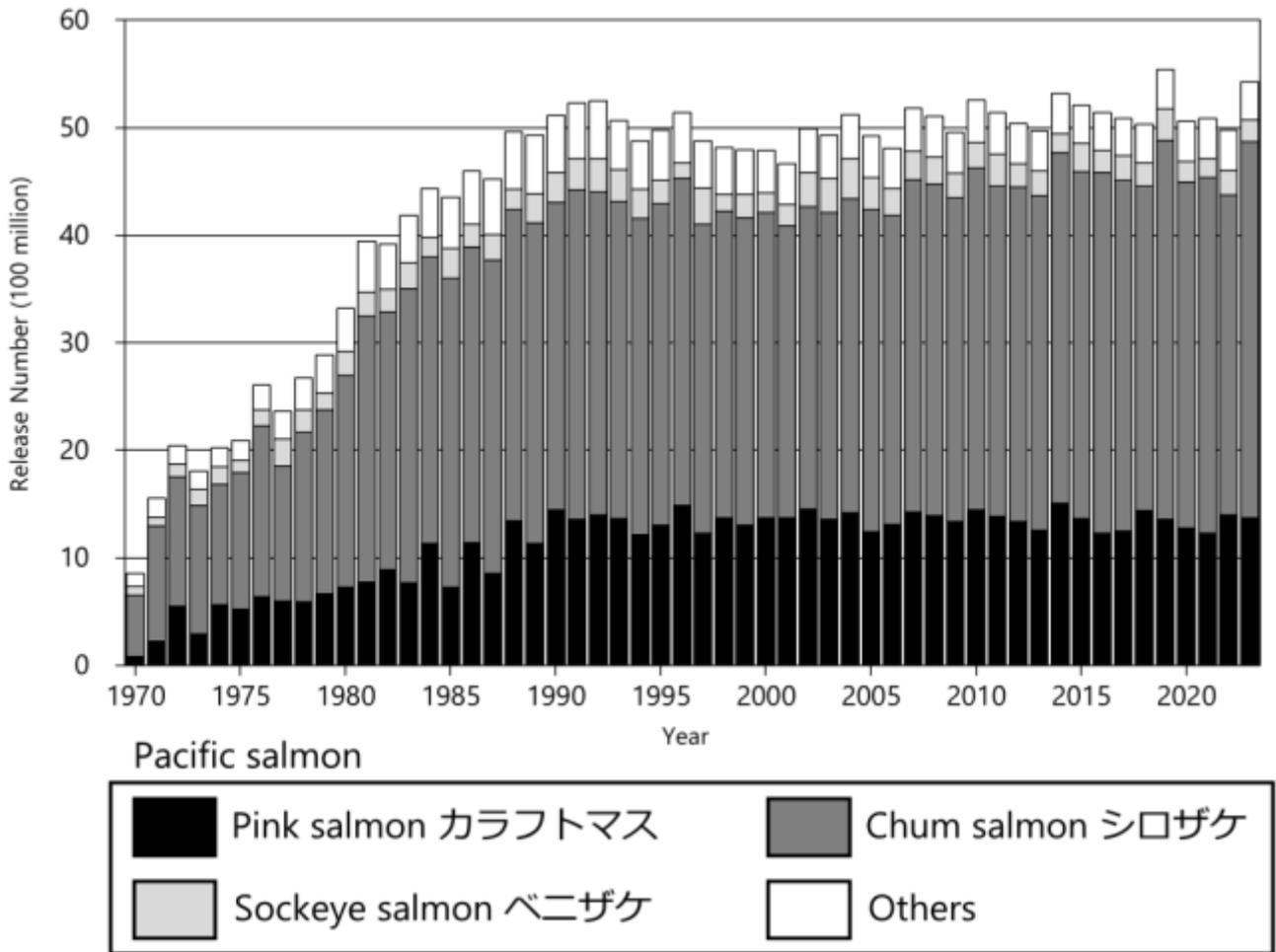


【グラフ②】

Graph②

Hatchery Release of Pacific Salmon (Number)

北太平洋におけるサケ・マス類の放流数（1970年～2023年）

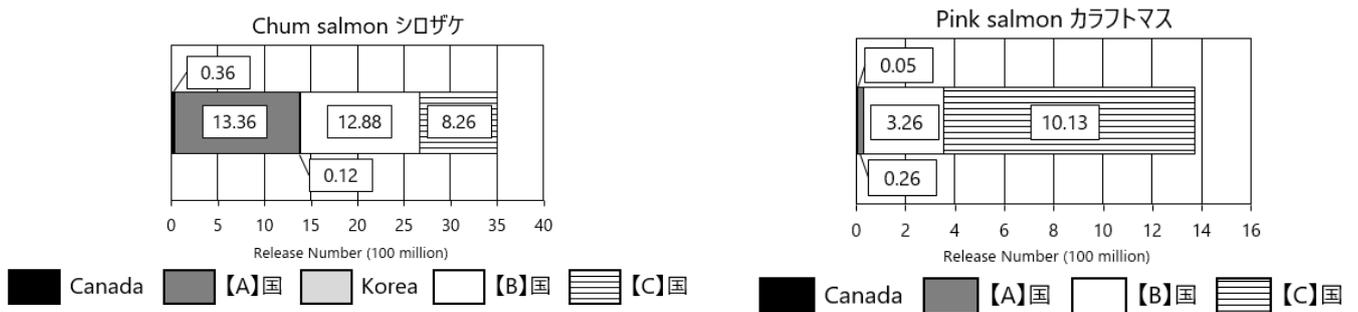


【グラフ③】

Graphs③

Hatchery Release of Pacific Salmon (Number)

国別のシロザケ・カラフトマス放流数の推移（2023年）



問1 グラフ中のA国・B国・C国にあてはまる国名の組み合わせとして正しいものを、下の1～6から1つ選んで、番号で答えなさい。

	A国	B国	C国
1	USA	Japan	Russia
2	USA	Russia	Japan
3	Japan	Russia	USA
4	Japan	USA	Russia
5	Russia	Japan	USA
6	Russia	USA	Japan

問2 下の1～5の各文章中の下線部が、**会話文・グラフ**の内容と合致している場合には「○」を、合致していない場合には「×」をそれぞれ解答欄に記入しなさい。

- 1 In 1996, country 【A】 caught the most fish among these 5 countries.
- 2 In total in these 5 countries in 2023, chum salmon was caught the most.
- 3 In 2023, the country which caught the most pink salmon released the most pink salmon.
- 4 Canada's highest commercial catch of Pacific salmon was in 1995.
- 5 Between 1970 and 2023, the hatchery release of Pacific salmon in 2023 was the largest.

問3 に入る数字を計算して**整数**で答えなさい。割り切れない場合には、小数第一位以下を切り捨てて解答しなさい。

【出典】

- ・ North Pacific Anadromous Fish Commission 北太平洋<sup>さくか</sup>溯河性魚類委員会
- ・ 国立研究開発法人 水産研究・教育機構
- ・ 認定 NPO 法人ハンガー・フリー・ワールド

## 問題 4

次の文章・資料・図・表を読み、以下の問1から問4に答えなさい。

### 【文章】

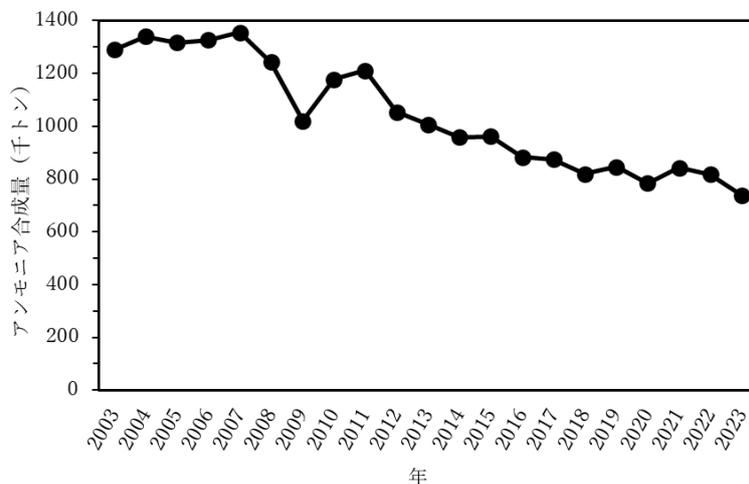
19世紀の産業革命以降、爆発的な人口増加を支えた要因の一つに化学肥料の開発が挙げられる。化学肥料によって大量の食物の生産が可能となり、人類を飢餓から救ったのである。

そもそも植物はヒトと同様に様々な元素から構成されている。酸素は呼吸で手に入れたり、水素は水として根から吸い上げたり、炭素は空気中の二酸化炭素を葉から取り入れたりすることで自身の構成成分としている。一方で植物の育成において欠かせないが不足しやすいものとして、窒素 N が挙げられる。窒素 N は窒素分子  $N_2$  として空気の約 80% を占めているが、植物は  $N_2$  の形では自身の生育に利用することができない。植物が利用できる窒素の形はアンモニウムイオン  $NH_4^+$  や硝酸イオン  $NO_3^-$  である。自然界において窒素  $N_2$  がアンモニウムイオン  $NH_4^+$  や硝酸イオン  $NO_3^-$  に変換されることは“固定”と呼ばれており、文献において次のように記されている。

### 【資料 1】「絵とき 植物生理学入門」より

空中の窒素を利用するためには窒素をアンモニアや硝酸に変えるため窒素の固定が必要となるが、植物は窒素固定の能力をもたない。窒素固定はもっぱら微生物（原核生物）によって行われており、自然界における大気からの窒素固定の大半はこれらの微生物によって行われる。ほかに、大気中での雷のような放電でも窒素固定は起こる。自然に起こる窒素固定の量は人工肥料の量より多い。窒素固定をする微生物は、ラン藻、アゾトクバクターなどの好気性土壌細菌、クロストリジウムなどの嫌気性土壌細菌、根粒細菌などである。

しかし自然界に存在する微生物による窒素固定だけでは、我々人類の食糧を確保することは難しかった。そこで冒頭で述べたように、化学肥料の開発が人類を救うことになった。具体的には、アンモニアの工業的製法（ハーバー・ボッシュ法）の開発である。ハーバーは鉄を主成分とした触媒を用いて、水素と窒素からアンモニアを合成することに成功した。そしてボッシュは高圧に耐えられるような装置を改良し実用化にこぎつけた。アンモニアは肥料として加工され、多くの作物を育てることにつながり 20 世紀における「食糧」をめぐる課題に貢献した。近年の日本におけるアンモニア合成量は図 1 のようになっている。



【図 1】 日本のアンモニア合成量  
(経済産業省生産動態統計より作成)

世界で合成されているアンモニアのほとんどは化学肥料として消費されているが、近年燃料としての用途が注目されている。アンモニア NH<sub>3</sub>は N 原子と H 原子しか含まず燃焼時に二酸化炭素 CO<sub>2</sub>を排出しないことから、既存の化石燃料をアンモニアに置き換えていくことで「低炭素社会」の実現につなげることが期待されている。その可能性について次のように報告されている。

**【資料 2】**「アンモニアが“燃料”になる?! (前編)」 経済産業省 資源エネルギー庁ホームページより

近年では、燃料としての利用も研究されはじめました。アンモニアは燃焼しても CO<sub>2</sub>を排出しない「カーボンフリー」の物質です。将来的には、アンモニアだけをエネルギー源とした発電を視野に入れた技術開発が進められていますが、石炭火力発電に混ぜて燃やす（混焼）ことでも、CO<sub>2</sub>の排出量を抑えることが可能です。

前述した通り、アンモニアはすでに生産・運搬・貯蔵などの技術が確立しており、安全性への対策やガイドラインが整備されています。さらに、サプライチェーンが確立されていることから、初期投資をあまりかけずにエネルギーに転用することができることも考えられています。このように、早期の実用化が見込まれることは、次世代エネルギーとして大きな利点です。

現在、石炭火力にアンモニアを 20 %混焼する実証実験が進められています。もし仮に国内の大手電力会社が保有するすべての石炭火力発電所で 20 %混焼をおこなえば、CO<sub>2</sub>排出削減量は約 4000 万トンになります。さらに今後は、混焼率を向上させる技術を確立させていくとともに、アンモニアだけを燃料として使用する「専焼」も将来的に始まる見通しとなっています。もし、こうした石炭火力がすべてアンモニア専焼の発電所にリプレース（※1）されれば、CO<sub>2</sub>排出削減量は約 2 億トンになると試算されています。燃料アンモニアの導入には、大きなインパクトがあるのです。

※1 リプレース：置き換えること

**【表 1】**日本の石炭火力発電所においてアンモニア混焼・専焼を実施した場合の CO<sub>2</sub>排出削減量とアンモニア需要量（※2）

	20 %混焼	50 %混焼	専焼
CO <sub>2</sub> 排出削減量（※3）	約 4,000 万トン	約 1 億トン	約 2 億トン
アンモニア 需要量	約 2,000 万トン	約 5,000 万トン	約 1 億トン

※2 国内の大手電力会社が保有する全石炭火力発電で、混焼/専焼を実施したケースで試算。

※3 日本の二酸化炭素排出量は年間約 12 億トン、うち電力部門は年間約 4 億トン。

**問1** 植物の生育と窒素の利用について、**文章・資料・表・図**の内容と合致しているものを下の1～4から1つ選び、番号で答えなさい。

- 1 多くの植物は窒素を呼吸により葉から取り入れている。
- 2 植物が窒素成分を取り入れることを固定という。
- 3 窒素は植物の育成に欠かせないが、不足しがちである。
- 4 自然に起こる窒素固定は微生物によってのみ引き起こされている。

**問2** 次の**表2**は様々な要因が植物の育成に与える影響を調べた実験を表している。肥料 ( $\text{NO}_3^-$ ) の量が与える影響だけを考察するためには、どの実験の結果を参照すればよいか A～Hの中から最も適切な組み合わせを選び記号で答えなさい。ただし、順番は問わない。

**【表2】** 植物育成実験の条件

実験	A	B	C	D	E	F	G	H
日当たり	日陰 <sup>ひかげ</sup>	日陰	日陰	日陰	日向 <sup>ひなた</sup>	日向	日向	日向
肥料 ( $\text{NO}_3^-$ )	20 g	20 g	50 g	50 g	20 g	20 g	10 g	10 g
温度	15 °C	5 °C	15 °C	5 °C	25 °C	30 °C	25 °C	30 °C
水量	50 mL	100 mL	150 mL	200 mL	50 mL	100 mL	50 mL	200 mL

**問3** アンモニアを1トン生産するのに窒素は  $658 \text{ m}^3$  必要である。窒素は空気から供給されるものとして、20トンのアンモニアを生産するために必要な空気の体積 ( $\text{m}^3$ ) を**整数**で答えなさい。割り切れない場合には、小数第一位以下を切り捨てて解答しなさい。ただし、窒素は空気の80%を占めるものとする。

**問4** 日本の石炭火力発電所における燃焼をアンモニアの20%混焼に置き換える際に、課題として考えられることを次の条件に従って、**記述用紙2**に解答しなさい。

**条件1** 80字以内で答えること。

**条件2** **図1**及び**表1**の両方から、あなたが考える課題の根拠となる数値を引用すること。

**条件3** 解答欄の1マスに1文字を書きなさい。数字、化学式を示すアルファベット、カッコ、句読点、記号は、上付き下付き文字も含めて下の解答例に示すように1文字とみなしなさい。

(解答例)

マ	ニ	ユ	アル	に	従	っ	て	,	2	0	2	4	年	の	C	O	₂	発
生	量	(	横	浜	市	)	を	測	定	し	た	。						

このページには問題は印刷されていません。

このページには問題は印刷されていません。