那須塩原市における気候変動の影響と対応

中学生向け 「総合的な学習の時間」学習教材

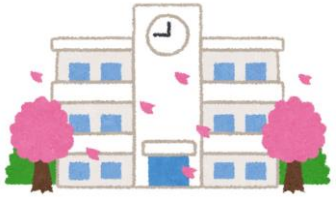
環境戦略部カーボンニュートラル課

本教材の構成

１．気候変動とは？

２．那須塩原市における気候変動の影響と対応

- 学校生活
- 農業
- 観光
- 防災（災害への備え，対応）



３．私たちが気候変動に対してできることとは？

【1時間目】

１．気候変動とは？

はじめに質問です。

Q1. みなさんは，「地球温暖化」という言葉を聞いたことがありますか？

Q2. その言葉をどこで聞きましたか？

Q3. 「地球温暖化」という言葉からイメージすることを挙げてワークシートに記入してください。

今日の授業で，身の回りで起こっている「地球温暖化」などの気候変動について知り，その具体的な影響について学びましょう！

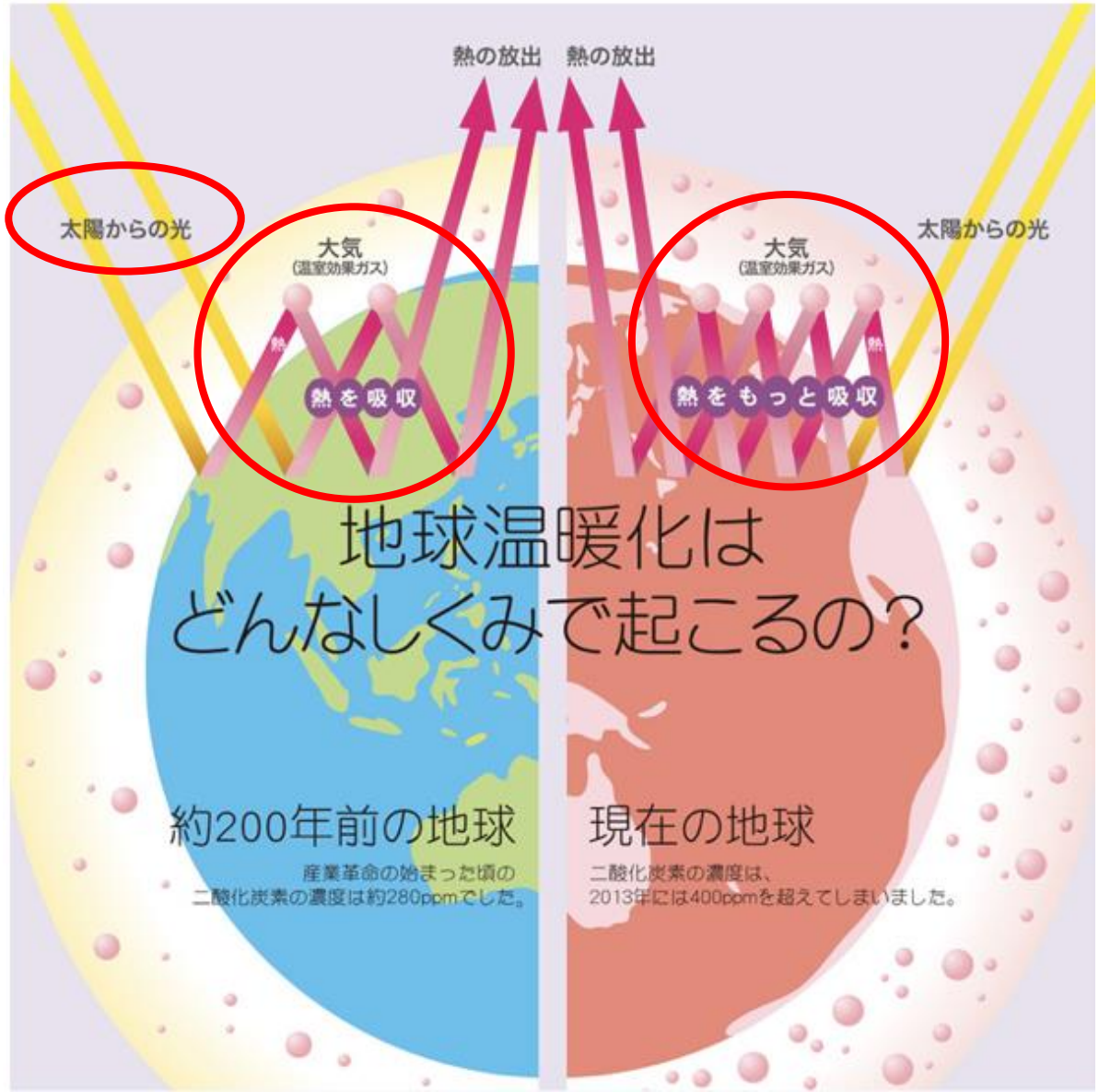
1）気候変動とは何か？

長い期間で見た時の気温，降水量などの気候の変化や変動のこと。
特に地球の表面温度が上昇する地球温暖化が課題となっている。

■ 気候変動の原因は？

- 主な原因として「自然による要因」と「人間による要因」があります。
- 「自然による要因」には，太陽や海，火山の活動の影響による大気中の微粒子（非常に細かな物体）の変化があります。
- 「人間による要因」としては，人間が石炭・石油・天然ガスなどの化石燃料を燃やしたり，森林を伐採したりすることによって，二酸化炭素などの **温室効果ガス** が増加することが挙げられます。

2）地球温暖化とその原因



太陽からの光で地球が温まる

↓

地球から放出されるはずの熱が，
大気中の温室効果ガスにより吸収

↓

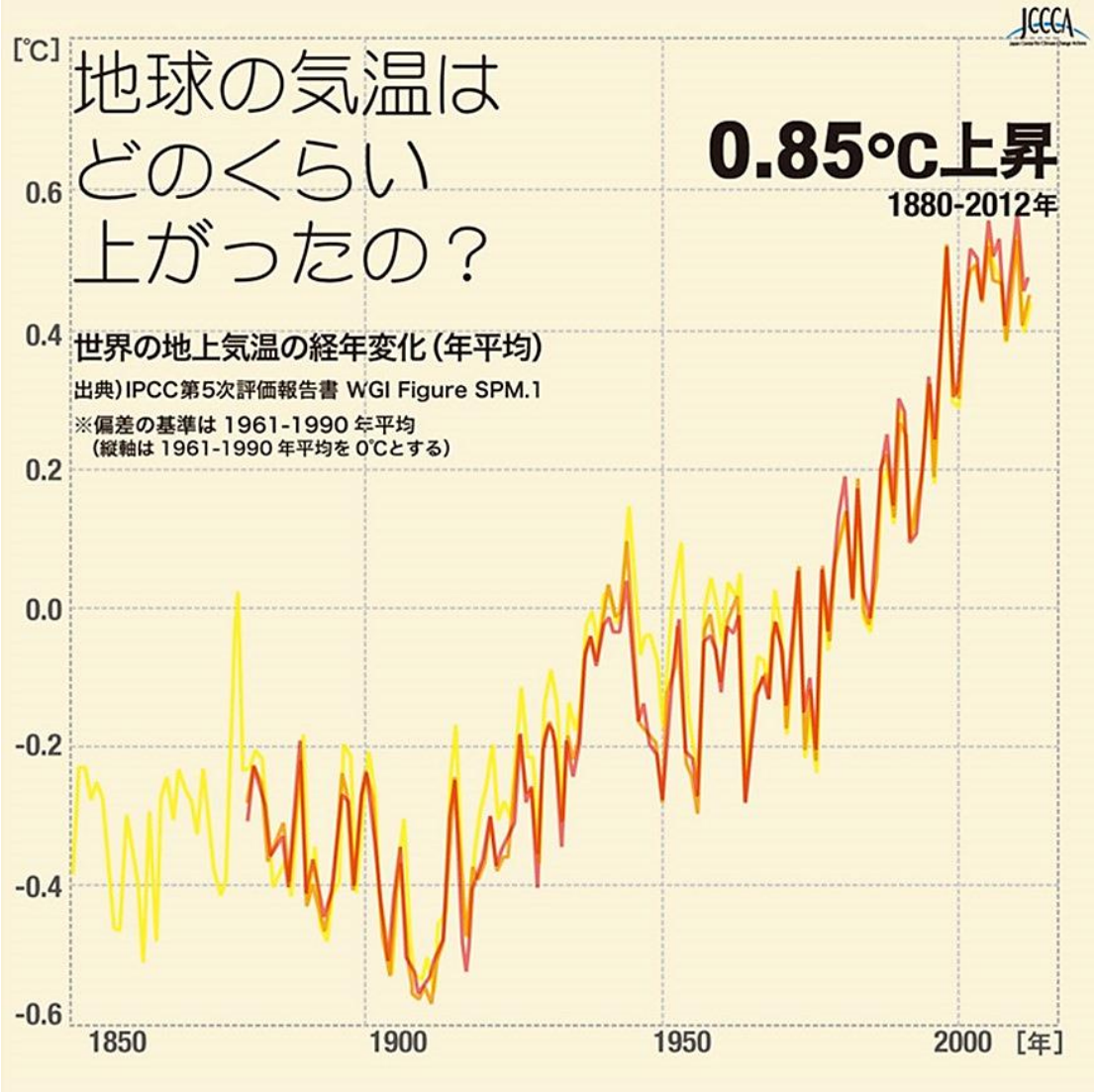
温室効果ガス濃度の増加

↓

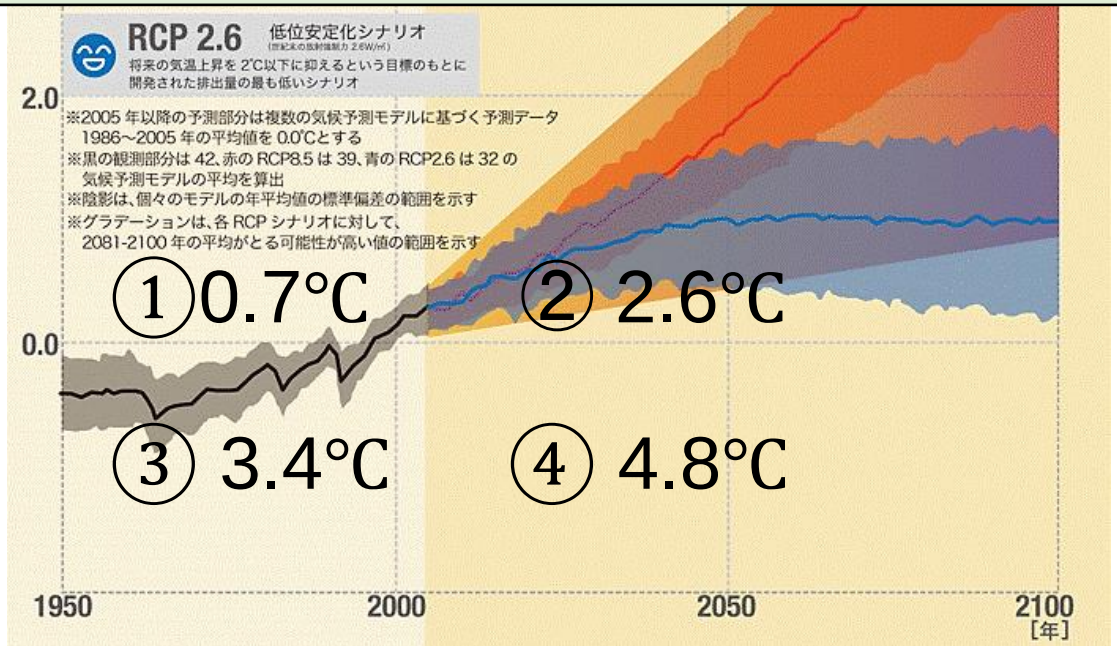
温暖化が進む

出典：全国地球温暖化防止活動推進センター

地球の平均気温の上昇と今後の予測

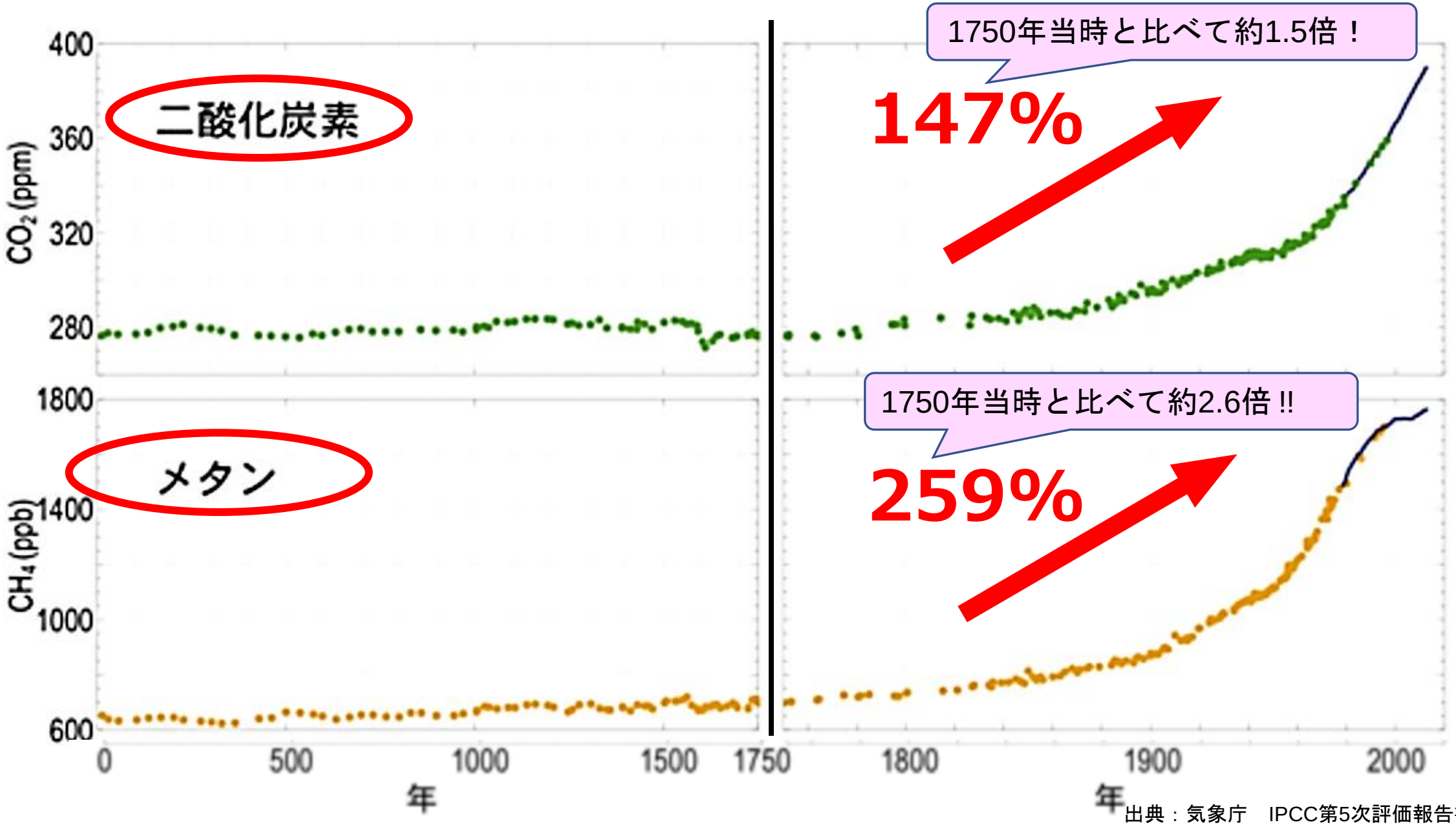


Q4. 1880年～2012年の約130年間で地球の平均気温は0.85度上昇しました。では，約80年後の2100年には，今よりどれくらい気温が上昇すると予想されているでしょうか？



出典 IPCC第5次評価報告書，全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト（http://www.jccca.org/）より

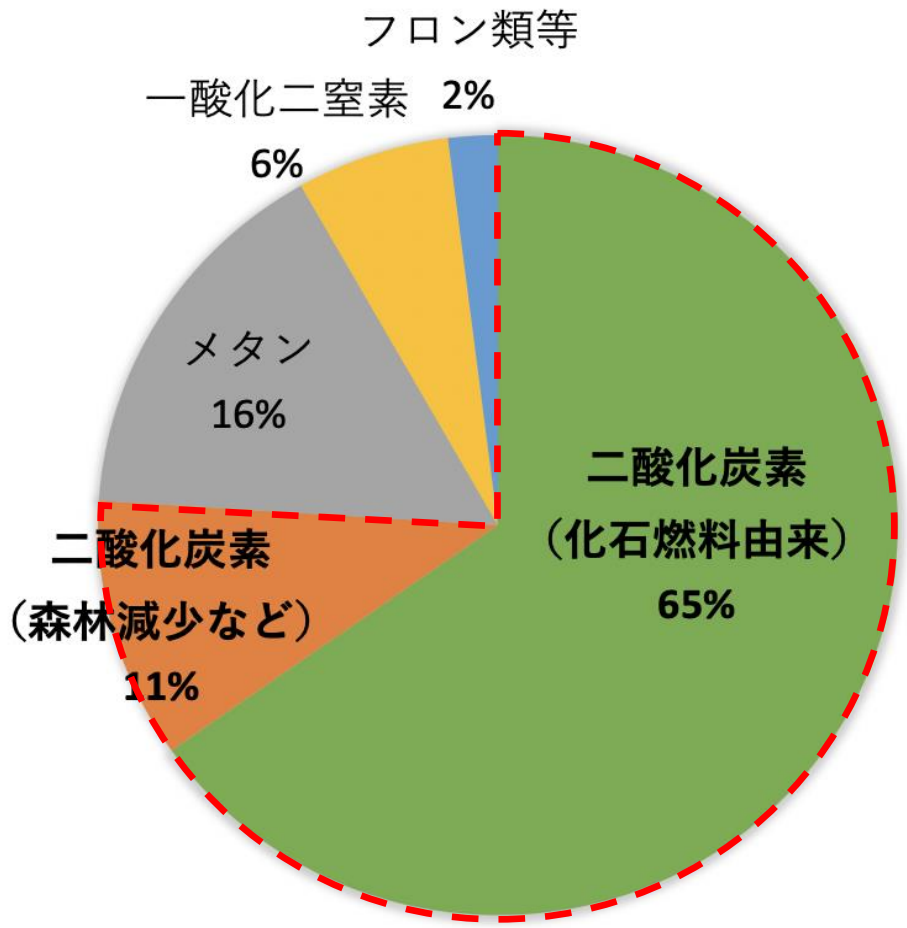
地球上の温室効果ガス（二酸化炭素，メタン）の増加



出典：気象庁　IPCC第5次評価報告書

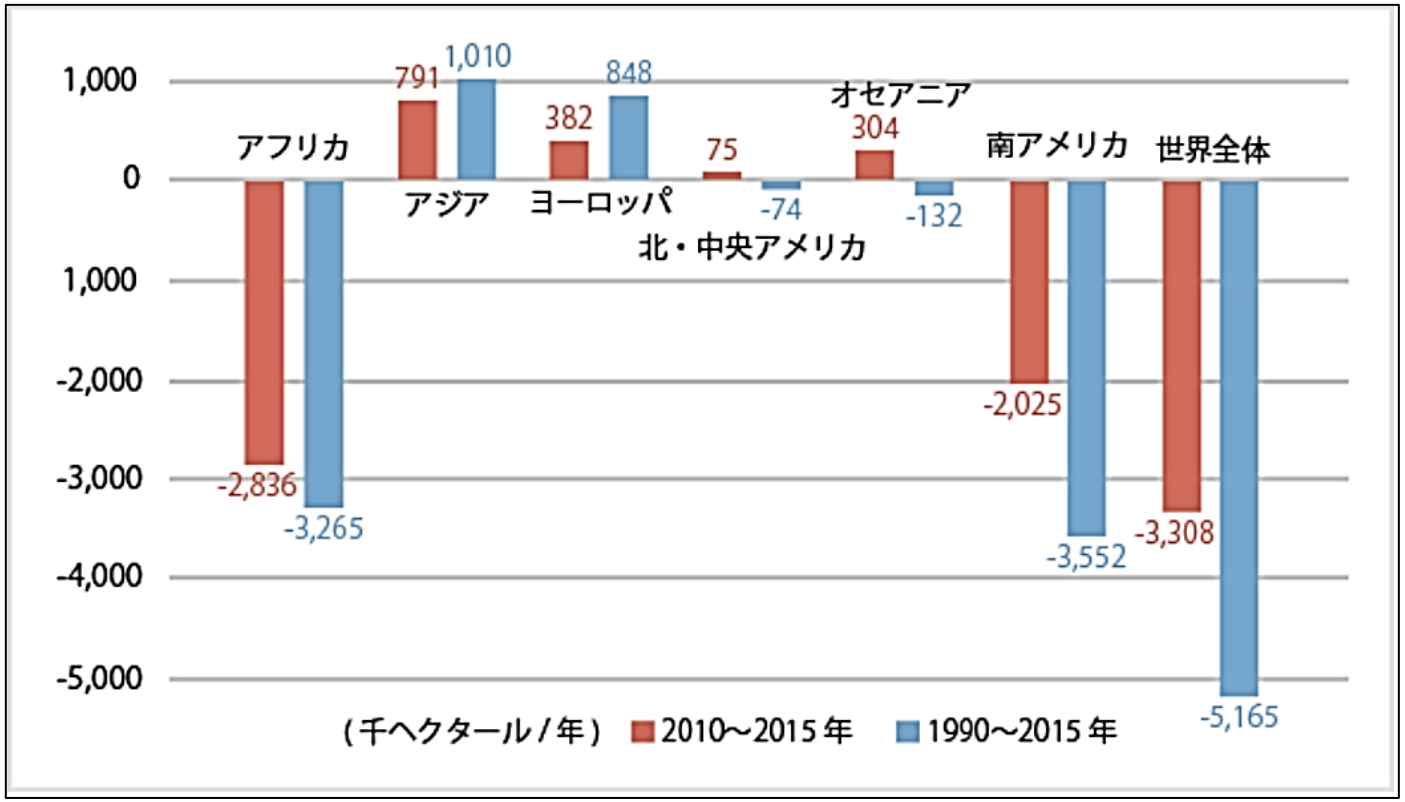
■ 温室効果ガス① 二酸化炭素

世界の温室効果ガス排出量の内訳



温室効果ガスの約76%が二酸化炭素

世界の森林の増減

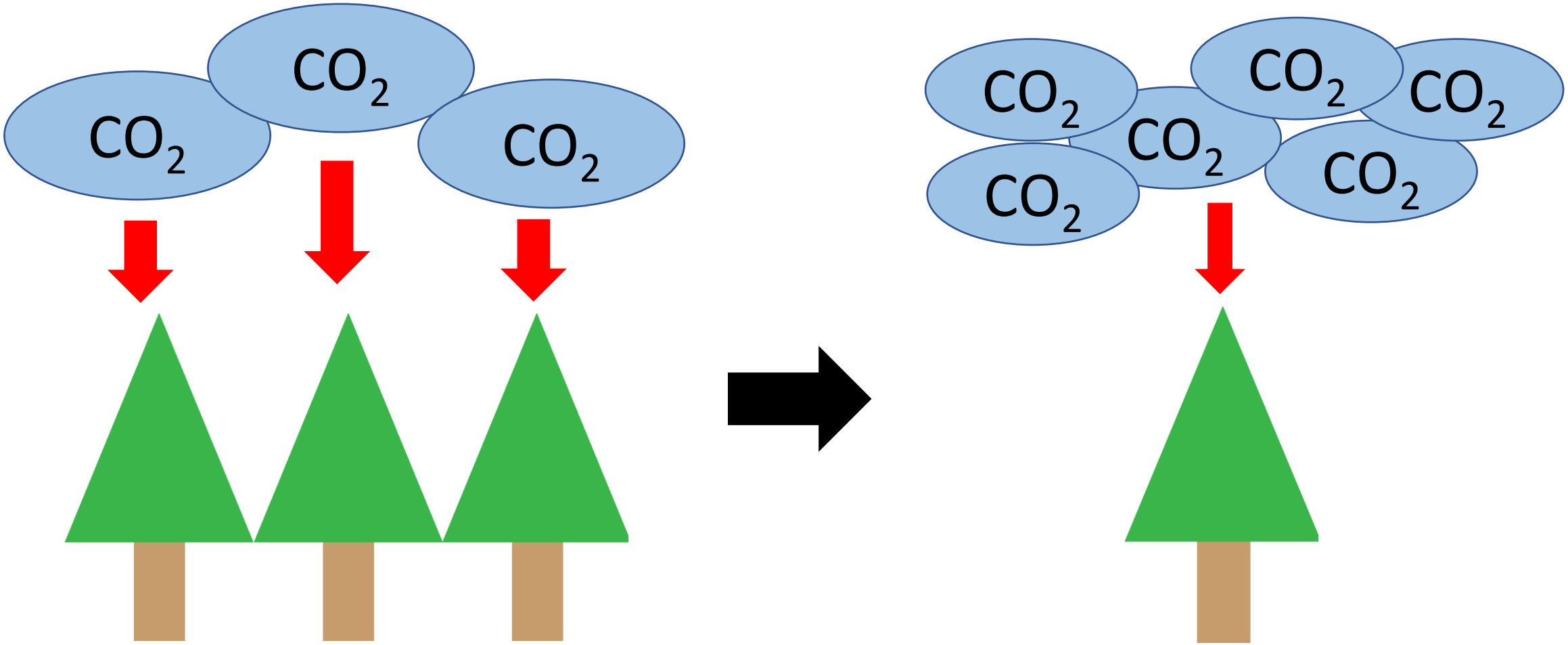


世界で毎年那須塩原市 87 個分の森林が減っている。

→ 特に南アメリカ，アフリカなどの熱帯の森林

出典：気象庁　IPCC第5次評価報告書、環境省　世界の森林の現状

森林と二酸化炭素の関係



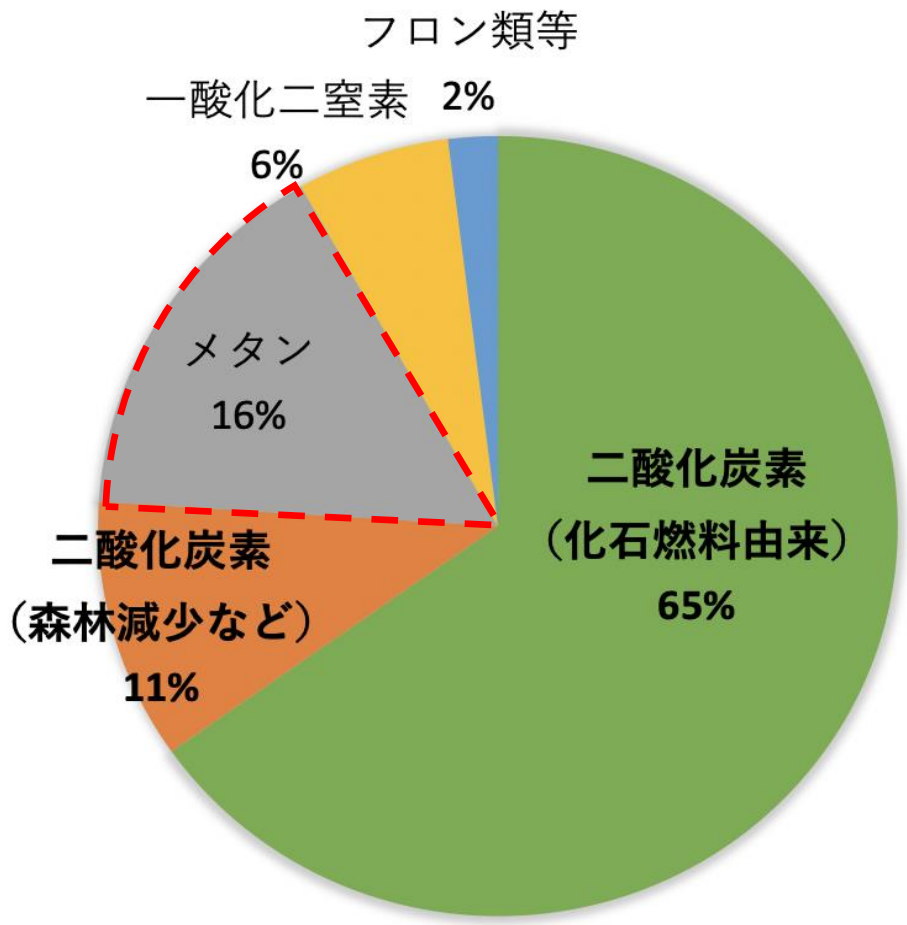
産業革命（18世紀後半）より前

現在（21世紀前半）

森林が少なくなったため，大気中の二酸化炭素を十分に吸収できない → 二酸化炭素が増加

■ 温室効果ガス② メタン

世界の温室効果ガス排出量の内訳



全体の16%を占めている

- ごみの埋め立て地，下水処理のほか，石油や天然ガスの採掘時，家畜のゲップやふん尿などからも放出される。
- 温室効果は二酸化炭素の25倍もあるため，少量であっても温暖化に及ぼす影響は大きい。

出典：気象庁　IPCC第5次評価報告書

３）地球温暖化による影響

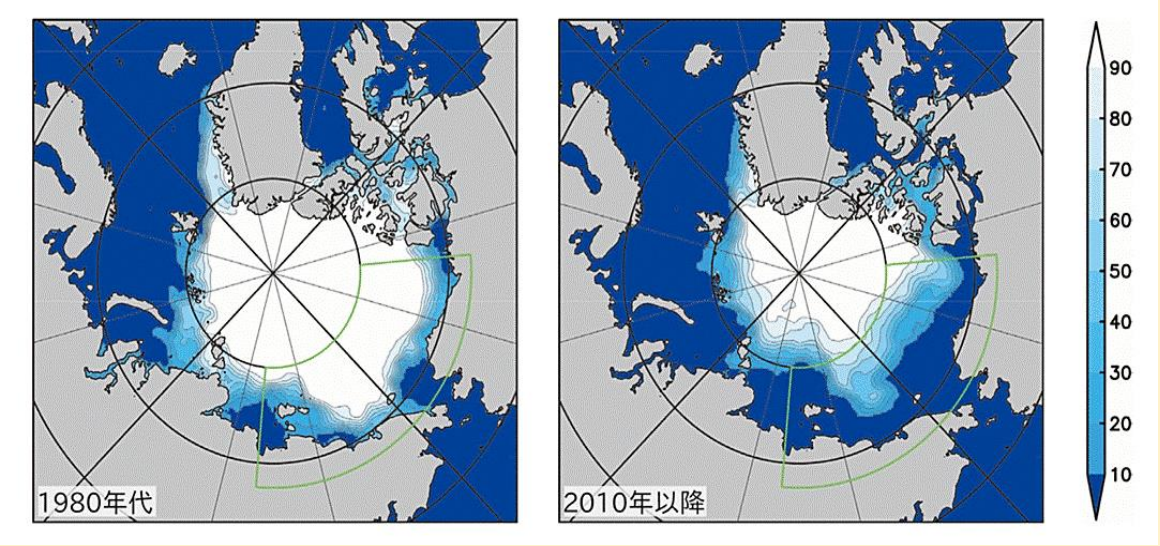
Q5. 地球温暖化の影響として，世界ではどのようなことが起こっているか，知っていますか？　知っていること，思いつくことを挙げ，ワークシートに記入してみましょう！

地球が温暖化していることにより，自然環境や人間の生活にとって様々な悪い影響が発生しています。主なものは次の通りです。

- 北極海の海氷の減少
- 海面の水位の上昇
- 異常気象や自然災害の増加
- 食料の不足
- 感染症の拡大

■ 地球温暖化による世界での影響

・北極海の海氷の減少



出典：北海道大学 低温科学研究所,国立極地研究所

→ 北極海の海氷は過去40年で約半分の面積となった。21世紀末には，ほぼ無くなると予想されている。

→ ホッキョクグマやアザラシなどの生息地がなくなってきている。

・海面の水位の上昇

出典：全国地球温暖化防止活動推進センターホームページより（http://www.jccca.org/）

→ 陸上の氷河が解けて海に流入することにより，水位が1901～2010年の間に19 cm上昇。

→ フィジー諸島，ツバルなどの島国では，海の潮が満ちると海水が住宅や道路に入り込む被害が発生。

・異常気象や自然災害の増加

森林火災
出典：環境省HP

タイ国チャオプラヤ川で発生した大洪水による影響
出典：国土交通省　平成23年度国土交通白書（2012）

→ これまでの降雨パターンが変化し，水害，森林火災，ハリケーン，熱波の発生数が増加し。干ばつの長期化による被害も増加。
→ 人の命のみならず，生活，経済などへの影響も大きい。

・食料の不足

→ 小麦の収穫量が減少し，世界的な需要増加も影響して，小麦を使った製品（パン，パスタ等）の価格が上昇傾向。

→ 農作物が育ちにくい地域が拡大。

・感染症の拡大

→ 蚊が繁殖しやすい環境となったことで蚊を媒介とする感染症（マラリア，デング熱等）が拡大。

→ 水害等で水質が悪化することで，水を感染経路とする感染症（コレラ、サルモネラ等）が拡大。

環境省「おしえて！地球温暖化」より（http://www.jccca.org/）

動画を見てみよう！

[地球のミライ] 2100年に“待っている未来” | NHKスペシャル「2030未来への分岐点」暴走する温暖化 “脱炭素”への挑戦 | SDGs | NHK

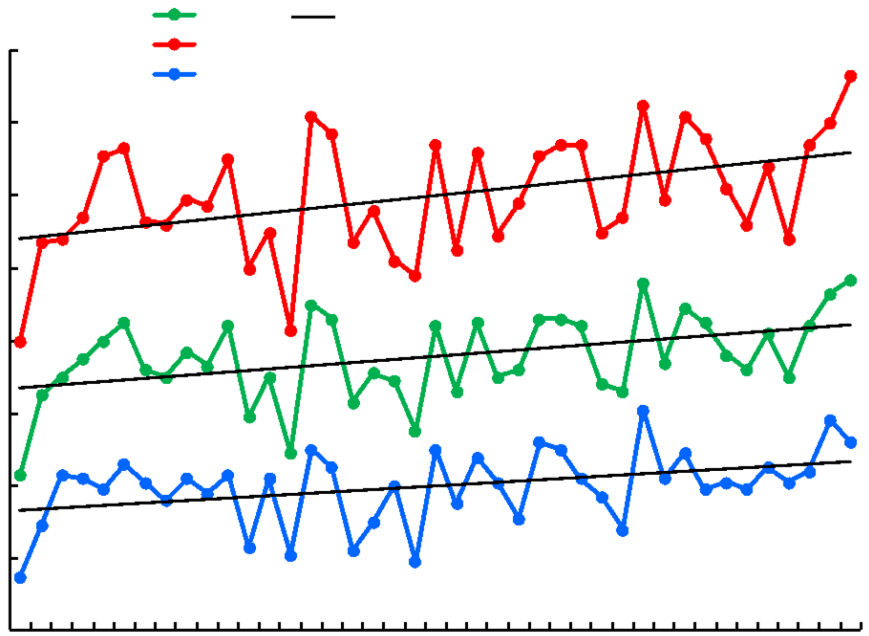
https://youtu.be/f6J3gptt76I

【２時間目】

２．那須塩原市における気候変動の影響と対応

１） 那須塩原市と温暖化

Q1. 皆さんが生活している那須塩原市では，昔と比べて温暖化が進んでいると思いますか？ また，なぜそう思いますか？



那須塩原市の41年間の８月の気温の変化

・平均気温（緑），最高気温（赤），最低気温（青）

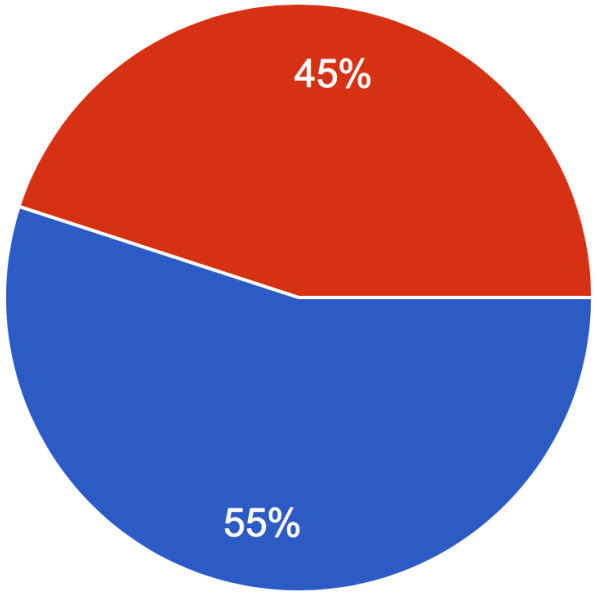
ともに上昇傾向にあるが，最高気温の上昇程度が一番大きい。

・最高気温は40年間で約2℃上昇。

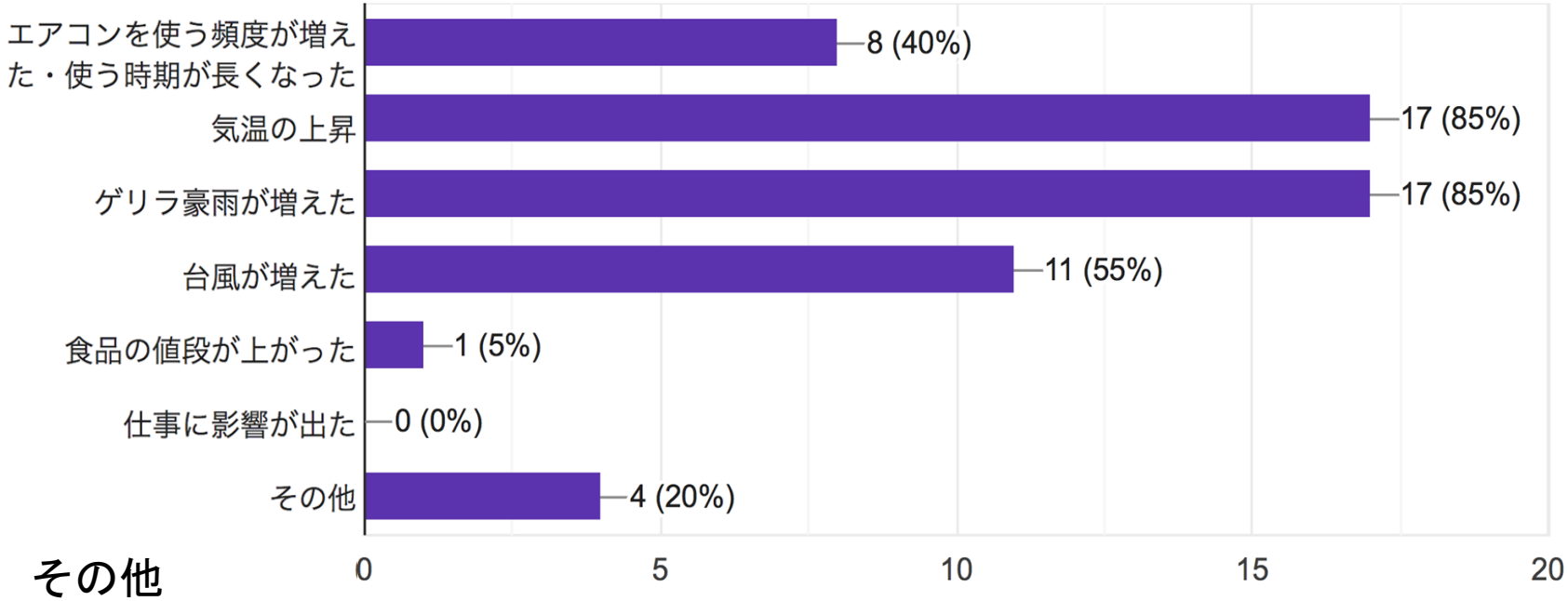
・別の統計では，1年間の中での「夏日」（最高気温30度以上の日）が増加し，「冬日」（最低気温０℃未満の日）が減少していることも報告されている。

■ 那須塩原市の気候変動に関するアンケート結果（市内の20名対象）

Q.日常生活の中で気候変動を感じる時はありますか？



Q.どんなときに気候変動を感じますか？

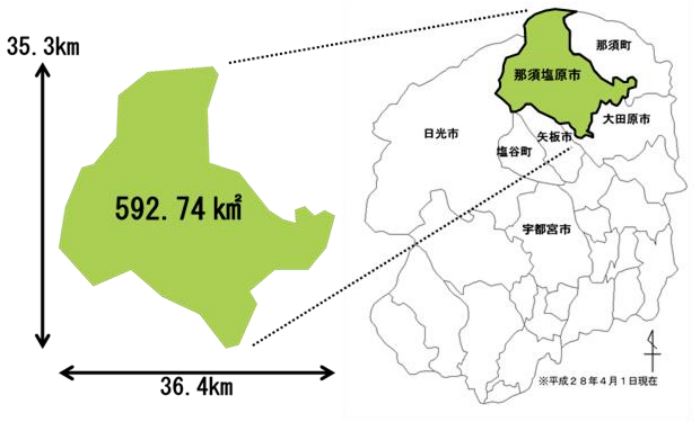


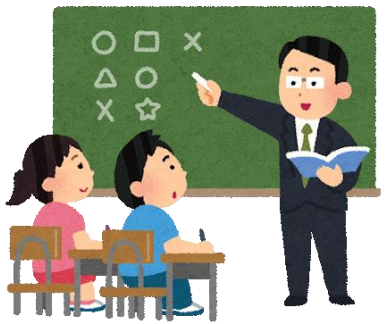
その他

- 四季の変化が分かり難くなった。
- 綺麗に紅葉しないまま、冬になって葉が落ちる現象も発生している。
- 夏の異常な暑さ。
- 今までは10月末頃には時雨てきていたが，11月になっても暖かな日が続く。
- 冬の雪の量や降雪回数など。

Q2. 那須塩原市における温暖化の影響として，次に示す分野においては，具体的にどのようなことが起こっていると思いますか？ 皆さん自身や皆さんの周りの状況を思い出しながら，予想してみてください。

学校生活　農業　観光　防災（災害への備え，対応）

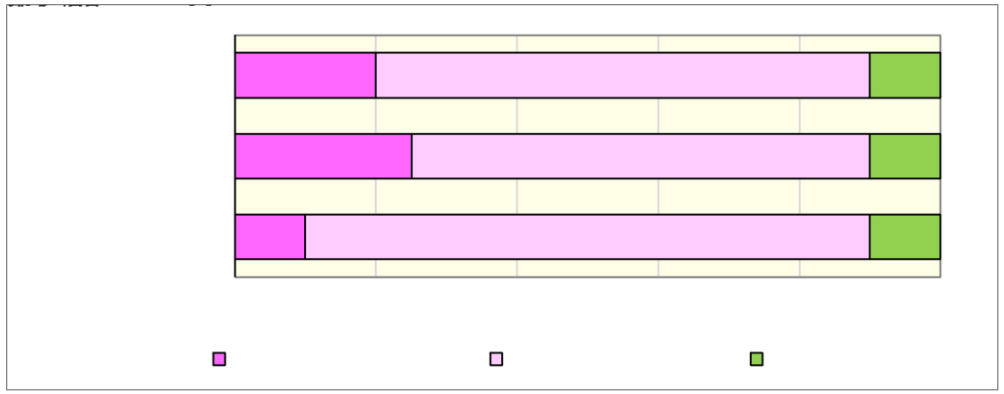




２）学校生活への影響

■ 熱中症の児童生徒の増加（市内の小中学校30校の養護教諭を対象とした調査）

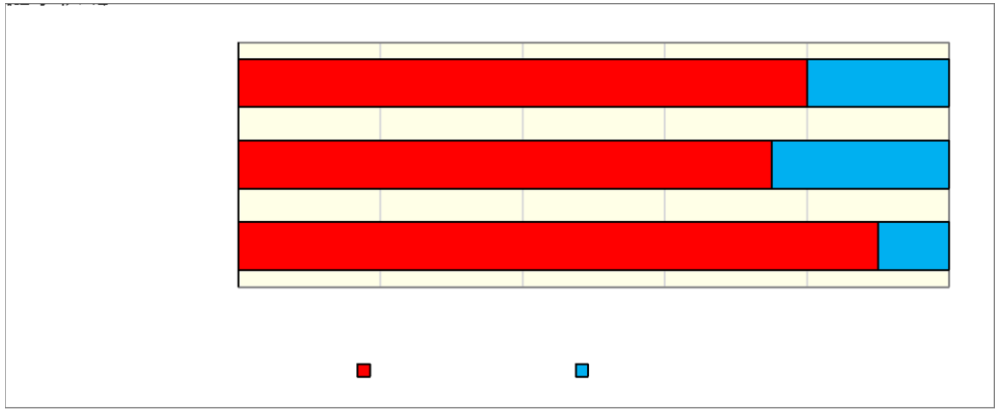
・最近の熱中症の児童生徒の増減に対する認識



→ 20%の養護教諭が，熱中症の児童生徒が「かなり増加」，70%が「やや増加」と回答しています。

→ 最近では，夏季の屋外での活動が制限され（中止や実施時間の変更），校外学習，学校行事での対策（休憩，給水タイム等）の機会も増加しています。

・熱中症とみられる児童生徒の発生状況



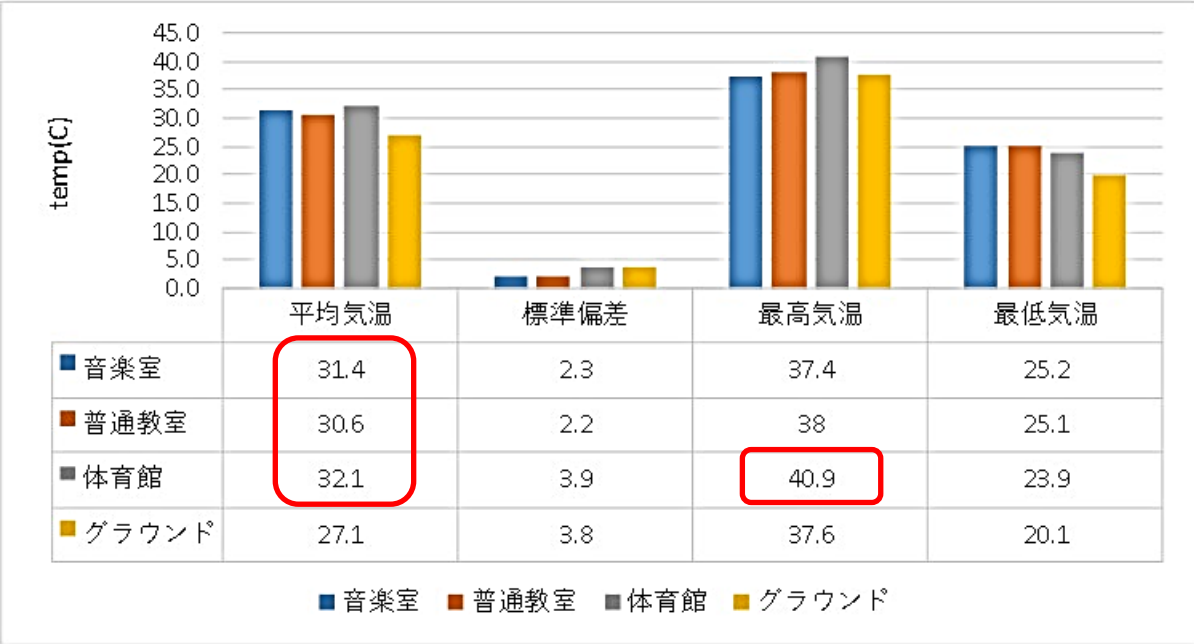
→ 2019年４月～2020年9月の間に，市内の80%の学校で熱中症と見られる児童生徒が発生しています。

→ 8～9月に，校庭や体育館での発生が多く，小学校では昼休み等の休み時間，中学校では運動会及びその練習時，部活動時での発生が目立ちます。

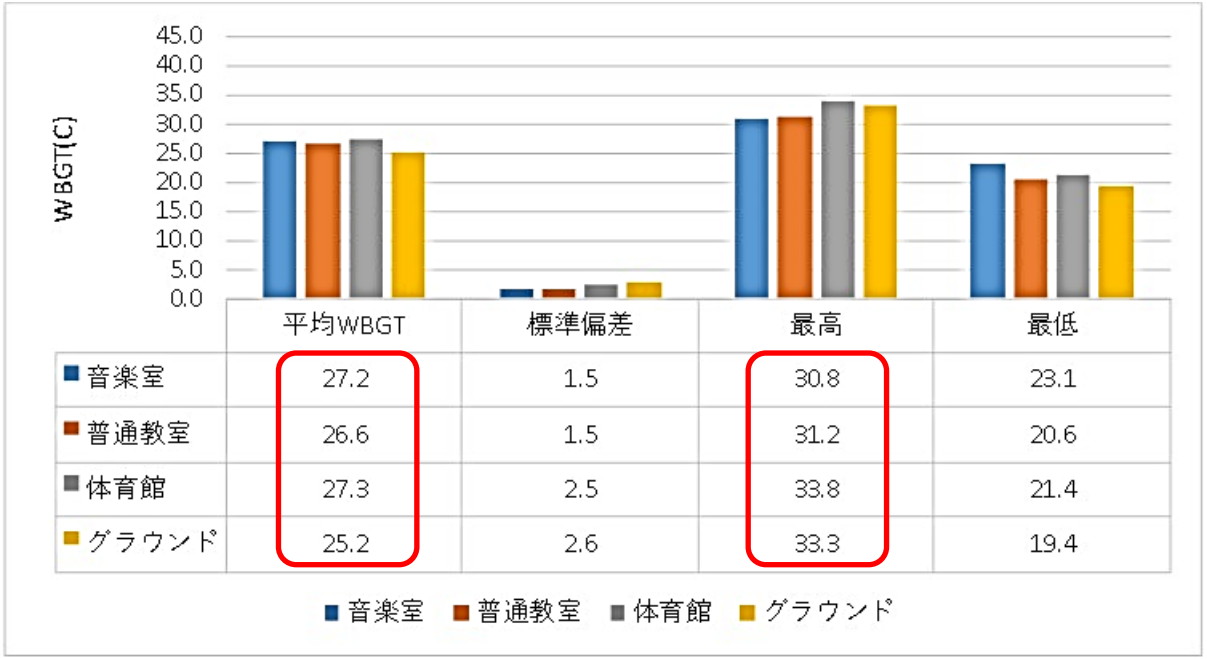
■ 学校の暑熱環境の厳しさ

熱中症の予防のための指標。 単位は（℃）。日常生活では，25℃未満で「注意」，25～28℃で「警戒」，28～31℃で「厳重警戒」，31℃以上で「危険」という指針がある。

・市内のA中学校における8月の気温（左）とWBGT（右）の基礎統計量



	平均気温	標準偏差	最高気温	最低気温
音楽室	31.4	2.3	37.4	25.2
普通教室	30.6	2.2	38	25.1
体育館	32.1	3.9	40.9	23.9
グラウンド	27.1	3.8	37.6	20.1



	平均WBGT	標準偏差	最高	最低
音楽室	27.2	1.5	30.8	23.1
普通教室	26.6	1.5	31.2	20.6
体育館	27.3	2.5	33.8	21.4
グラウンド	25.2	2.6	33.3	19.4

→ 屋内（普通教室，音楽室，体育館）は，いずれも平均気温が30℃を超えており，特に体育館では最高気温が40℃を超えていました。

→ WBGTを見ると，各地点の平均値で25.2～27.3 ℃（警戒レベル），最高値では30.8 ～33.8 ℃（厳重警戒～危険レベル）であり，屋内外を問わず，熱中症の発生の危険性が高い状況でした。

自然災害の影響

・市内の小中学校の教員が感じている自然災害の影響や不安と，実施している対応

自然災害の影響
・ゲリラ豪雨の増加，局所化 ・川の増水が年1度程度発生 ・台風による休校判断の困難化 ・学校の裏が崖であり土砂災害が心配
自然災害への対応
・雷への対策を重視し，雷鳴発生時はすぐに待機させている ・竜巻，風水害を想定した避難訓練を実施 ・蛇尾川の土砂災害警戒区域に隣接していることを周知し，ハザードマップを掲示 ・台風による休校判断を迅速化している ・学校危機管理マニュアルを策定

那須水害について

・1998年8月26～31日にかけて，栃木県北部では記録的な大雨となり，那須町の余笹川や黒川などが氾濫し，多くの被害が発生しました。

・気候変動が進むことにより，那須水害のような規模の災害も再び起こる可能性もあることから，対策を取っておくことが重要です。

水害時の余笹川の写真

（那須塩原市役，http://www.city.nasushiobara.lg.jp/05/000335.html より）

3）農業への影響

- お米（コメ）への影響

黄色枠の米と赤枠の米の違いは？

品質が良い米

品質が悪い米

→ 粒が小さくて，色が白っぽい

8月に高温（夜）が続くと，米の品質が悪くなり，量もとれなくなります。

野菜や果物への影響

那須塩原市では，涼しい気候をいかして，夏イチゴ「なつおとめ」や冬には「とちおとめ」が栽培されています。

Q3. 温暖化で夜も暑い日が続くと，「なつおとめ」の果実はどうなるでしょうか？

① 大きくなる　② 甘くなる

③ 形が悪くなる　④ 酸っぱくなる

なつおとめ

A. 正解 ③

・イチゴはタネのような小さなものが本当の果実（そう果）で，受粉して胚が育つと成長ホルモンが作られて，果実全体が大きく，バランス良い形に成長します。

・高温下では受粉が失敗したり，胚がうまく育たないことが多く，形が悪くなります。

Q4. 温暖化で夜も暑い日が続くと，「とちおとめ」の果実はどうなるでしょうか？

① 成るのが早まる　② 成るのが遅くなる

③ 大きくなる　④ 甘くなる

とちおとめ

A. 正解 ②

- 冬春用のイチゴは，花をつけるためには，短い日長と涼しい温度が必要です。
- 夏から秋にかけて，花をつける時期に高温が続くと，花が咲くのが遅くなり，果実が出荷できる時期も遅くなってしまい，クリスマス前の大事な出荷時期に間に合いません。

那須塩原市では，リンゴやブドウなど果物も栽培されています。

Q5. 温暖化で夜も暑い日が続くと，リンゴやブドウの果実はどうなるでしょうか？

① 大きくなる　② 甘くなる

③ 形が悪くなる　④ 色がつかない

リンゴ，ブドウの色も温度で変化（イメージ）

A. 正解 ④

- リンゴやブドウの果実の表面ではアントシアニンという色素が蓄積されて，赤や黒紫色に変化し，鳥や動物においしく熟したサインを送っています.
- ところが，夜も気温が高い日が続くと，色素の合成に必要な糖分が呼吸で少なくなったり，必要な遺伝子が働かなくなり，本来の色がつかなくなります。

病害虫による作物被害の増加

- **那須塩原市のウイルス感染トマト（図1）から，<u>トマト黄化葉巻ウイルス（TYLCV）</u>を検出**

  → 1996年に東海地方で初確認

- **トマト黄化葉巻ウイルス（TYLCV）の運び屋のタバココナジラミ（図2）が気候温暖化で北上？**

病害虫防除の負の連鎖

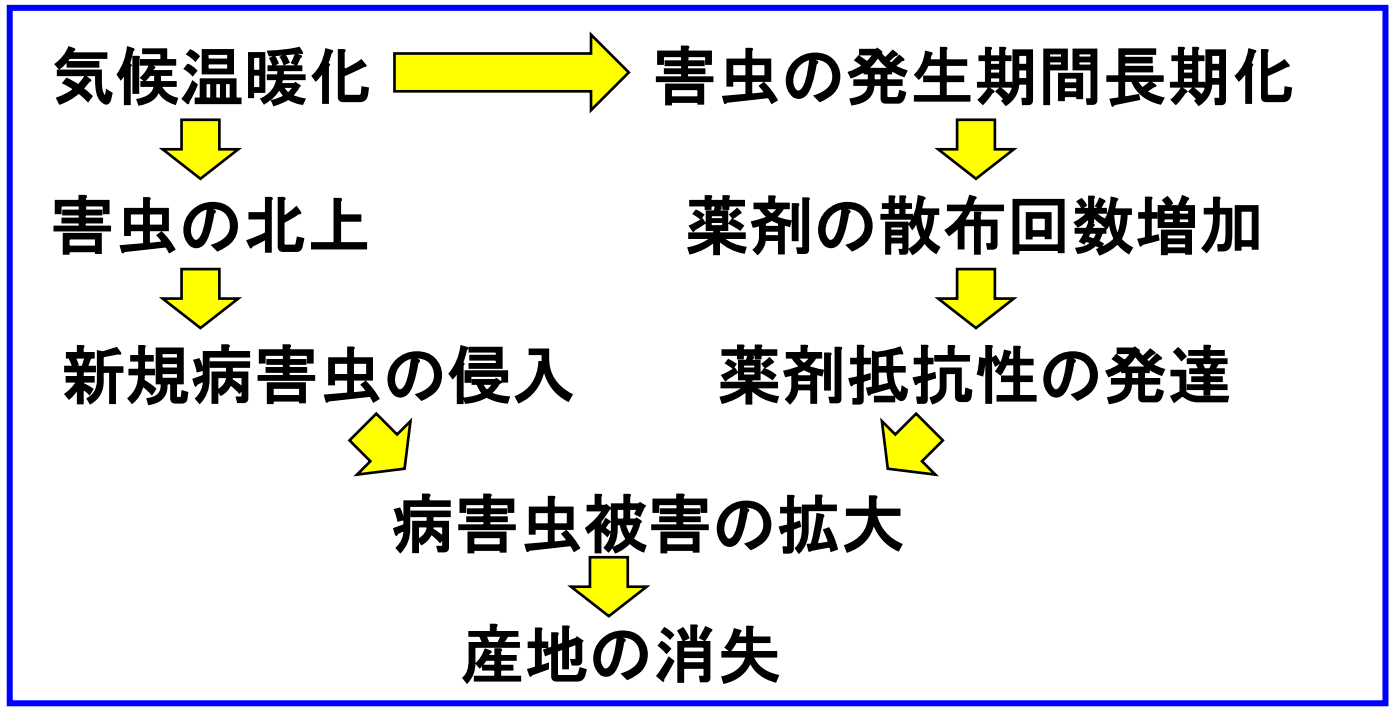


図1 ウイルス感染の病徴である黄化と葉巻を示すトマト

図2 タバココナジラミ

４）観光への影響

■ 高温化がもたらすもの

写真：Moora Beat提供

写真：Moora Beat提供

✓ 山々の生態系，風景への影響

・那須塩原の山々には，多様な生態系が息づいています。

・気候変動により，今まで涼しかった場所でも気温が上昇し，植物が変わりつつあります。

・植物が変わると，そこで暮らしていた昆虫などもいなくなってしまい，風景も変わってきています。

✓ 季節のイベントへの影響

・年々気温が高くなりつつある影響で，桜の開花，ぼたんの開花，もみじの紅葉の時期が遅れつつあります。

・お花見，ぼたん祭り，もみじ狩りなど，季節のイベントを行う時期を予想するのが大変になりつつあります。

箒川沿いの紅葉

ぼたんの花
（那須塩原市ホームページ）

✓ スキー場への影響

- 雪不足の時でもスキーが楽しめるように人工降雪機があります。
- しかし，気候変動の影響で冬の気温が０℃より高くなると，人工降雪機でも雪をつくることが難しくなります。
- 那須塩原のスキー場では，０℃より高くても人工雪をつくることができるクーリングタワーという装置を使って対応しています。

ハンターマウンテンスキー場の人工降雪機

■ 集中豪雨がもたらすもの

- 那須塩原には川やダム湖があり，美しい景観を見たり，楽しんだりすることができます。
- 気候変動の影響により集中豪雨が発生すると，川の水が増水し，上流から土砂が大量に流れ，河床に土砂たまっていきます。
- 美しい川やダム湖の景観が大きく変わってしまい，美しい風景を楽しみに来る観光客も来なくなってしまうかもしれません。

箒川

塩原ダム　写真：Mizudori提供

５）防災（災害への備え，対応）への影響

■ 気候変動と防災

気候変動により，日降水量100mm以上，200mm以上の年間発生回数は増加すると予想されています。

そうなると・・・

大雨の増加による洪水・内水氾濫の発生頻度の増加や大規模化

斜面崩壊発生確率の上昇

などが予想されます。

行政，森林組合，牧場などでの調査

・現場では，気候変動による温暖化によって大雨による災害のリスクが高まっていると感じている。

・自然を活用して水を一時的にためて下流に流さないようにできる可能性がある。

■ 「生態系に基づく気候変動適応」（Ecosystem-based Adaptation: EbA）による対策

自然を活用した解決手法の例

- 「自然を基盤とした解決」（Nature-based Solution: NbS）
- 「グリーンインフラ」（Green Infrastructure）
- 「生態系に基づく防災・減災」（Ecosystem based Disaster Risk Reduction: Eco-DRR ）

「生態系に基づく気候変動適応」（Ecosystem-based Adaptation: EbA）

- 気候変動に対する全体的な適応戦略の一部として，生物多様性や生態系サービスを活用すること

例）田んぼダム

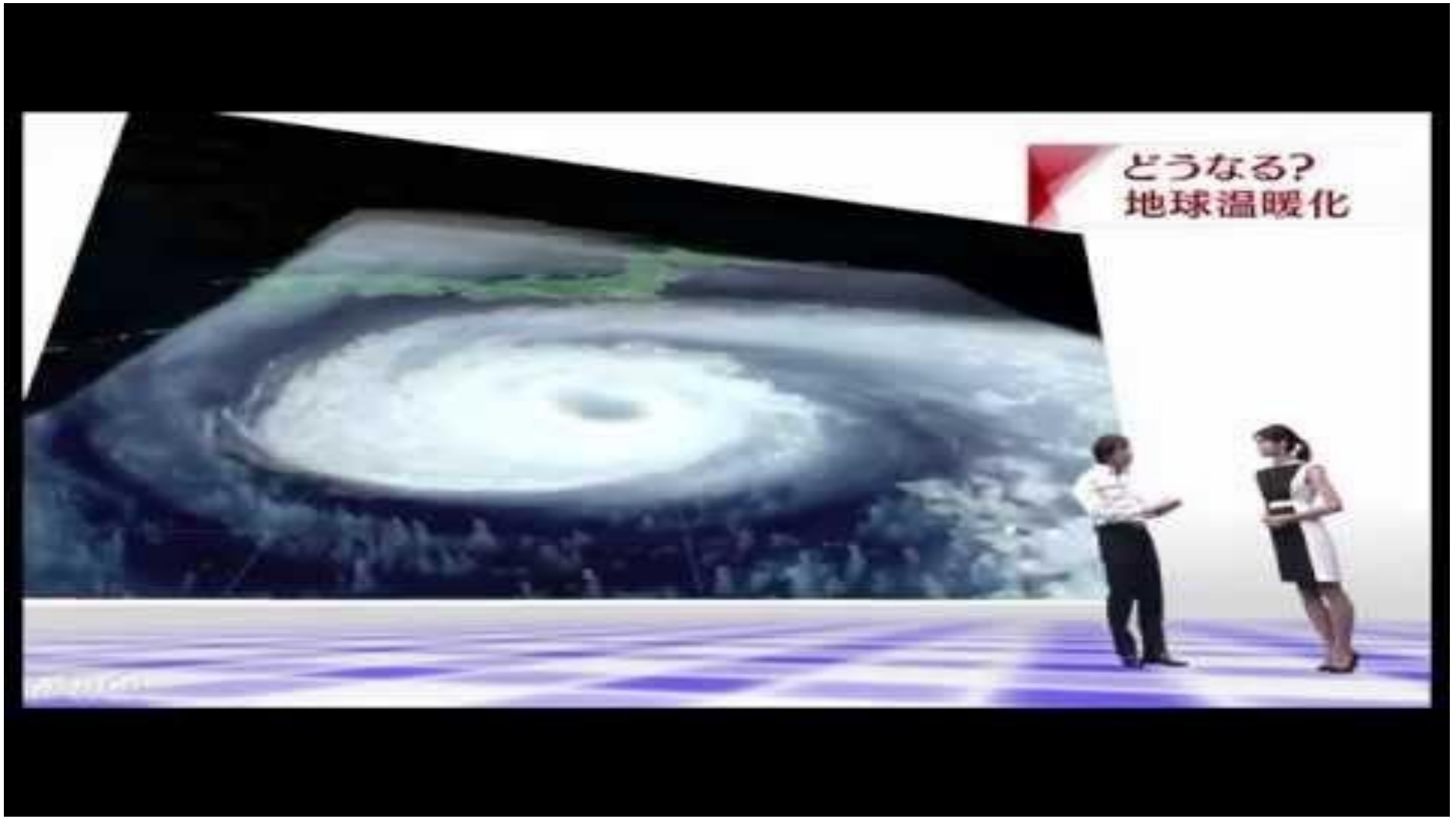
田んぼの排水口に調整板や管等を設置し雨水を一時的に田んぼに貯め，時間をかけて少しずつ排水することにより，下流の洪水被害を防止，軽減しようとする取組。

田んぼの活用

【３時間目】

３．私たちが気候変動に対してできることとは？

動画を見てみよう！ 世界気象機関（WMO）：2050年の天気予報（NHK）



https://youtu.be/NCqVbJwmyuo

このままのペースで温暖化が続いた場合の約30年後の世界の予測です！

1）気候変動への対応方針の２つの柱

出典:環境省

■ 私たちの身の回りで行われている「緩和」と「適応」の具体例としてどんなことがあると思いますか？

・どちらか一方だけでは，気候変動の影響を防ぐことができない。

・両者は互いに補完しあい、気候変動のリスクを大きく低減することが可能。(IPCC 第4 次評価報告書)

① 緩和：地球温暖化の原因となる温室効果ガスの排出抑制等を行う。

② 適応：気候変動の影響による被害を回避・軽減する。

「緩和」と「適応」の具体例

例① 省エネ行動，省エネ家電の普及
例② エコカーの普及
例③ 自転車での移動
例④ こまめな電源OFF
例⑤ 再生可能エネルギーの活用

例① 熱中症予防（活動制限，水分補給等）
例② 感染症予防のための虫刺され注意
例③ 暑さに強い農作物の品種改良，暑さをしのぐ栽培技術の導入
例④ 堤防を高くして災害から守る，ハザードマップや避難所の確認

出典：国立研究開発法人国立環境研究所：A-PLAT

２）SDGsの視点に基づく気候変動の対策

■ SDGsとは

・Sustainable Development Goals（持続可能な開発目標）のことで，国際連合加盟の193か国が達成を目指す2016年から2030年までの国際目標です。

ロゴ：国連広報センター作成

内閣府ホームページ（http://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000270588.pdf）より

・地球規模の問題を解決するために17の目標（左）を設定しています。
・目標13として「気候変動に具体的な対策を」が設定されています。
・17の目標は相互に関連しており，1つの目標に取り組むことが，他の目標の課題の解決にも役立ちます。
・目標13は，目標2，3，6，7，11，12，4，15などと関連が強いです。

目標13「気候変動に具体的な対策を」の具体的なターゲット

① 気候に関する災害や自然災害に対応したり，そこから立ち直ったりできるような力を，すべての国でそなえる。

② 気候変動への対応を，それぞれの国の政策や戦略，計画に入れる※。

③ 気候変動が起きるスピードをゆるめたり，気候変動の影響に備えたり，影響を減らしたり，早くから警戒するための教育や啓発を，より良いものにし，人や組織の能力を高める。

※「世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保ち，1.5℃に抑える努力をする」というパリ協定（2015年）を日本も批准しています。

３）私たちができる気候変動への取組とは？

- あなたが，<u>すぐにでも出来そうな</u>気候変動への対策や取組は何ですか？「緩和」と「適応」の視点から挙げてみよう！

緩 和	適 応

- 市町村などの自治体や，民間企業，市民団体等で行われている気候変動（温暖化）に対する具体的な「取組」について，次のキーワードを参考にしながら,インターネット上で調べ，ワークシートにまとめてみよう！

学校　農業　水産業　漁業　林業　建築　観光　旅行
防災　スポーツ　病院　介護　幼稚園　保育園　など

例えば…

気候変動　取組　旅行　企業 ×　検索

- あなた自身の10年後の姿を思い浮かべてください。

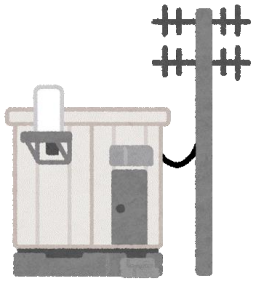
あなたは10年後に，気候変動に対して

・「どのような立場で」

・「どのような取組を」

おこなってみたいですか？

ワークシートに記入してください。



私たちの美しい地球を次の世代に残すために

気候変動に対する「緩和」と「適応」について

- 自分のできることから始めてみよう！
- 自分のできることを少しずつ広げていこう！
- 友達，家族，地域の人々と一緒に取り組んでみよう！