# 炭素循環における土の役割

# ～５年生との探究活動を通して～

大阪教育大学附属平野小学校
巽　　豊

# 本日の実践発表の内容

1 本校が取り組んでいる未来探究科について

2 「土の教育」の授業の様子

3 「土の教育」授業後の子どもたちの様子

4 今後の「土の教育」実践にあたって

# 本日の実践発表の内容

1　本校が取り組んでいる未来探究科について

2　「土の教育」の授業の様子

3　「土の教育」授業後の子どもたちの様子

4　今後の「土の教育」実践にあたって

# 未来探究科

1 実用的で学問的な ４領域

2 各教科の学びを統合・横断

3 児童自らが意味や価値を見出す探究学習

# 1 実用的で学問的な ４領域

A領域



地域

B領域



自然

C領域



文化

D領域



幸福

## １学期　「祭りプロジェクト」

A領域



地域



## ２学期「わははプロジェクト」

C領域






## ３学期　「水プロジェクト」

B領域



自然



## 通年「かっこいい大人プロジェクト」

D領域



幸福



# 学習内容（テーマ）の設定

縦系

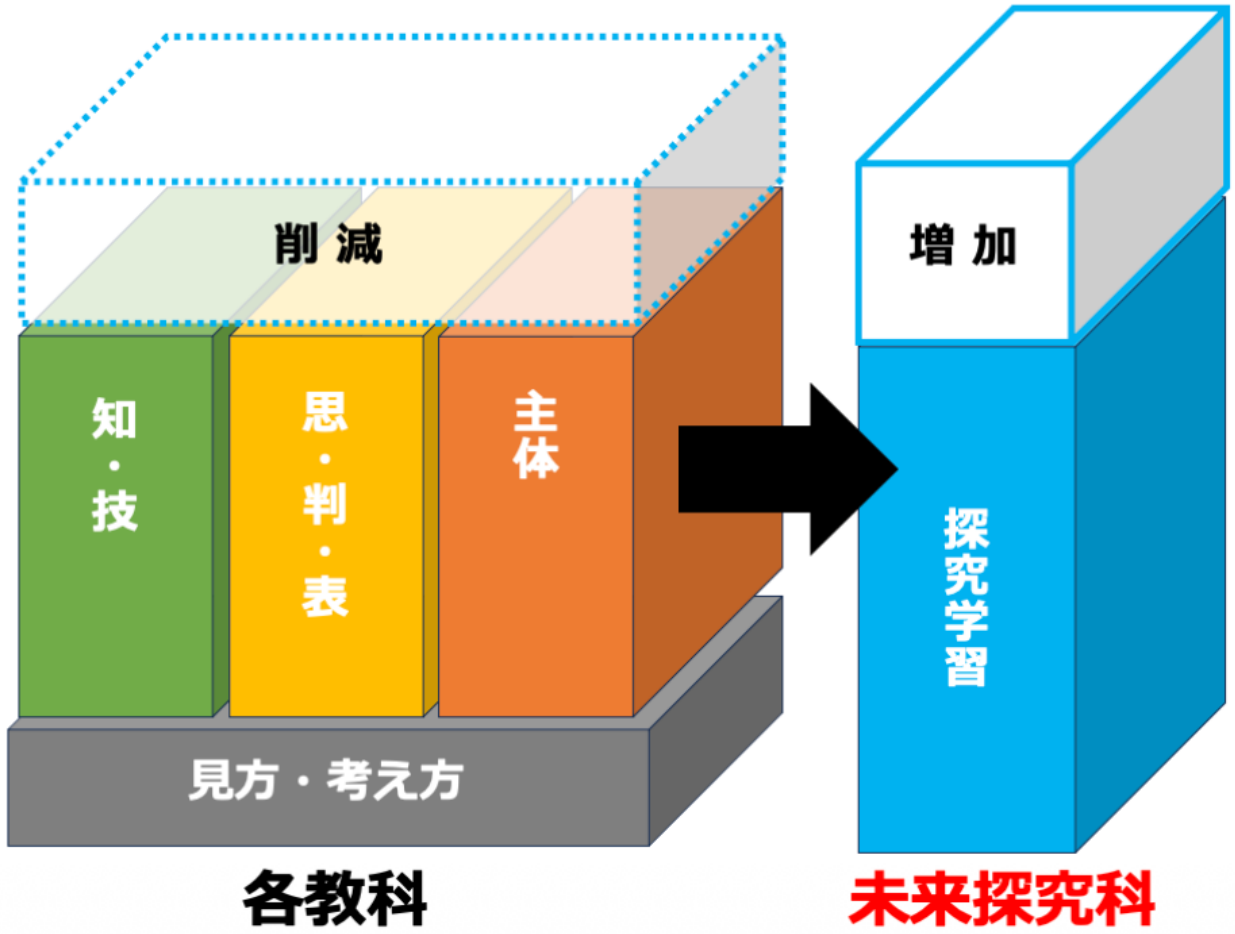
各領域の系統

| | A領域<br>地域社会を豊かにするには | B領域<br>自然と共に生きるには | C領域<br>生活を豊かにする文化の担い手として | D領域<br>だれもが幸福に生きるためには |
|---|---|---|---|---|
| 中心概念 | 豊かな地域社会は、地域の特色ある産業・風土・文化・歴史と関わり合いながら構築・維持される。【相互性】 | 自然と共に生きる社会は、すべての生命と資源には限りがあり、多様な生物が共存したり資源が循環したりすることで生命は維持される。【有限性】 | 生活を豊かにする文化は、国・地域・時代の中でそれぞれの特色がある。【多様性】 | 誰もが幸福に生きる社会は、多様な価値観が認識され、一人一人が自分らしく生きる。【多様性】 |
| | 豊かな地域社会は、多様な人たちが互いに連携・協力することで構築・維持される。【連携】 | 自然と共に生きる社会は、自然環境を守りながら科学技術を発展させる。【持続】 | 生活を豊かにする文化は、より多くの人と共有しながらそれぞれで創造される。【持続】 | 誰もが幸福に生きる社会は、全ての人の生命や権利が尊重される。【公平】 |
| 6年 | 民主主義 | エネルギー循環 | 多文化 | 幸福 |
| | 地方政治がどのようなシステムで成り立っているかを理解し、政治に関わり、人々の思いや願いを実現させるためにできることを考えて連携して行動する。 | 地球は、太陽の光を源とするエネルギーを供給・変換することで成り立っていることに気づき、地球環境の保全のために、エネルギーを効率よく使うための科学技術の発展や生活の工夫に着目して行動する。 | 多文化をその文化の背景や心のあり方なども含めた全体を多面・多角的に捉え、自らが実感した文化の意味や価値をいろいろな人に発信して生活に活かそうとする。 | 人によって幸福（価値観）の感じ方やその要因が様々であることに気づき、多様な立場の人と互いに尊重して語り合ったり協働したりしながら、幸福をめざす社会の実現に向けて行動する。 |
| 5年 | 産業 | 炭素循環 | 和食 | 平和 |
| | 地域の産業がどのようなシステムで成り立っているかを理解し、産業をつなげて、人々の思いや願いを実現させるためにできることを考えて連携して行動する。 | 地球に多様な姿で存在する炭素が、地球上や生物の間で循環していることに気づき、生態や気候のバランスを保つために取り組んだり、生活をより良くするために活かしたりする。 | 和食（和文化）をその文化の背景や心のあり方なども含めた全体を多面・多角的に捉え、自らが実感した文化の意味や価値をいろいろな人に発信して生活に活かそうとする。 | 社会には様々な立場の人がいることに気づき、互いに尊重しながら共に関ったり交流したりすることの意義を感じて行動できる。 |
| 4年 | 祭り | 水循環 | お笑い | 仕事 |
| | 地域の祭りがどのような仕組みで維持・発展されているのかを理解し、地域の人々の思いや町の歴史を受け継ぎ発展させるために、できることを考えて行動する。 | 地球に存在する水は、姿を変えながら地球全体を循環し、多様な生物やその環境に影響を与えていることに気づき、健全な水循環を維持するために行動する。 | お笑い文化（地域の無形文化）を習得しようとすると多様に広がっていくことに気づき、いろいろな人に発信して一緒に楽しむ。 | 社会の仕事や働く思いは多様であることに気づき、自分や他者の将来に向けて進んで考え行動する。 |
| 3年 | 安心 | 生態 | 名物 | 生活習慣 |
| | 地域の人々の生活を支える仕組みを理解し、地域の人々が安心して暮らせる生活環境をつくるために、できることを考えて行動する。 | 地球には、地域の環境によって多様な生物が関係し合って生きていることに気づき、それぞれの地域の環境を保全しようと行動する。 | 名物（地域の有形文化）を追求すると多様に広がっていくことに気づき、いろいろな人に発信して一緒に楽しむ。 | 一人一人に合った生活習慣があることに気づき、自分や地域の人の健康的な生活のためにできることを考えて行動する。 |
| 2年 | 町 | つながる命 | 季節 | 役割 |
| | 町にある様々なものや人に役割があり、私たちの生活が支えられていることに気づく。 | 地球には、同じ種類でも多様な個体差がある生物が子孫を残すことで命をつなぐことに気づき、1つ1つの命を尊重して次の世代につなごうとする。 | 季節を多様な方法で表現して楽しむことができることに気づき、いろいろな人たちと一緒に楽しむ。 | 一人一人に居場所があって役割がある。かけがいのない存在であることに気づき、それぞれの居場所で自分の見出した役割を全うしようとする。 |
| 1年 | 学校 | 生き物 | 遊び | 個性 |
| | 学校にある様々なものに役割があり、私たちの学校生活が支えられていることに気づく。 | 地球には、多様な種類の生物が存在することに気づき、多様な生物を知って自分なりに関わる。 | 多様な遊びを経験したり遊びを工夫したりすることで楽しみが無限に広がることに気づき、楽しい人たちと一緒に楽しむ。 | 自分や友だちにはそれぞれの個性があることを理解し、互いに認め合いながら、様々な人と親しくなる。 |

横系

各教科との関連

# 2 各教科の学びを統合・横断

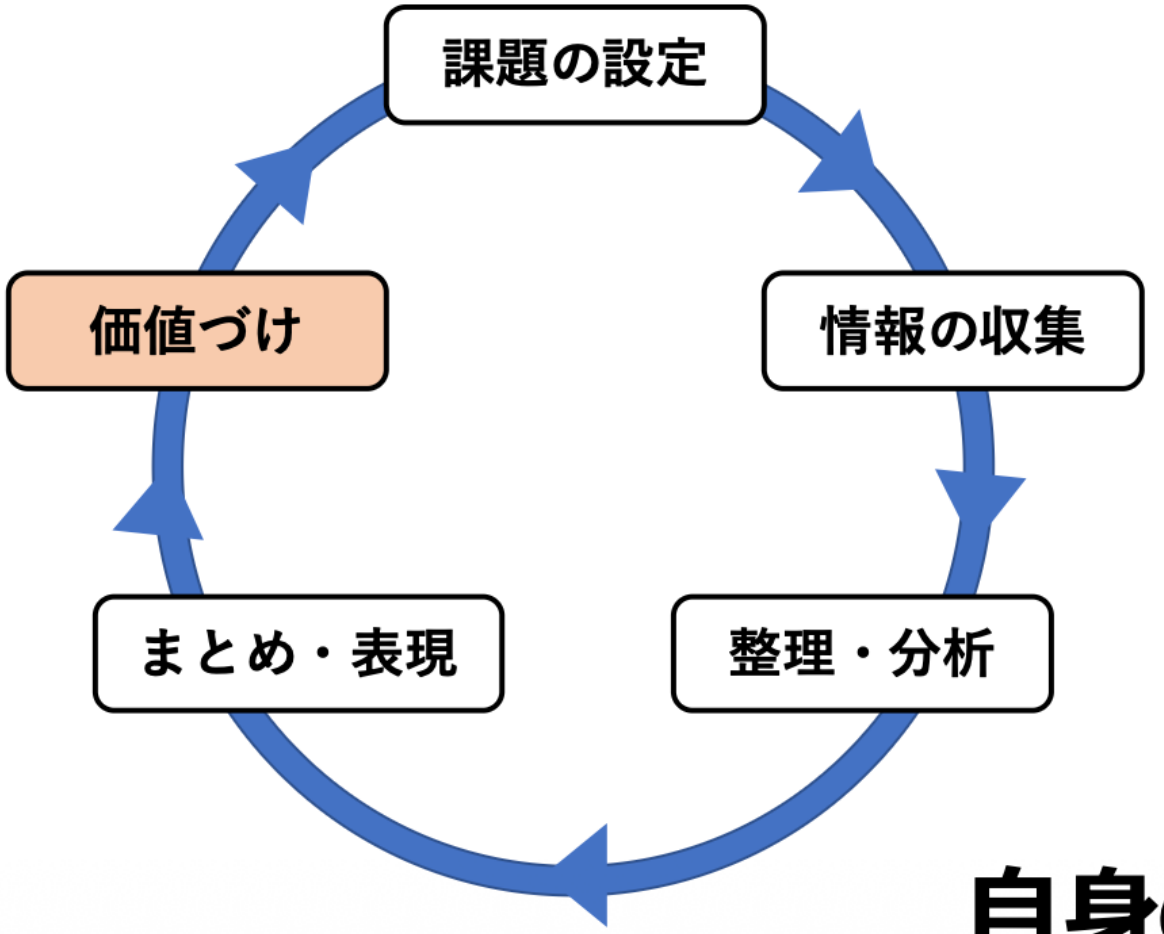



年間時数

**245～280**

**１領域 ７０時間**

# 3 児童自らが意味や価値を見出す探究学習




## 「価値づけの時間」

これまでの活動を中長期的にふりかえり、自分の生き方や考え方、社会での意味や価値について考える時間。

自身の成長を実感 ・ 行動の変容

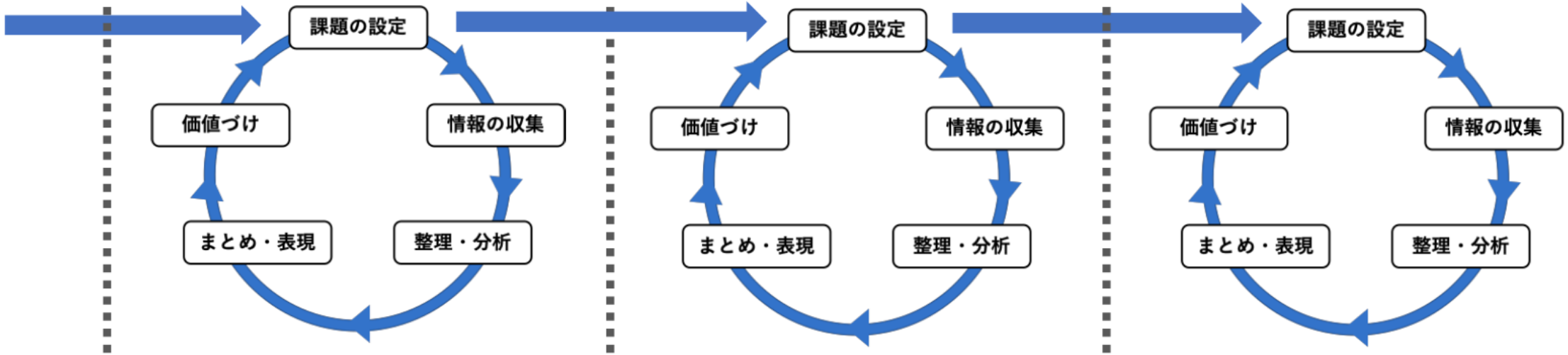
# 未来探究科 の 単元構成

**0** 次サイクル

**1** 次サイクル

**2** 次サイクル

**3** 次サイクル

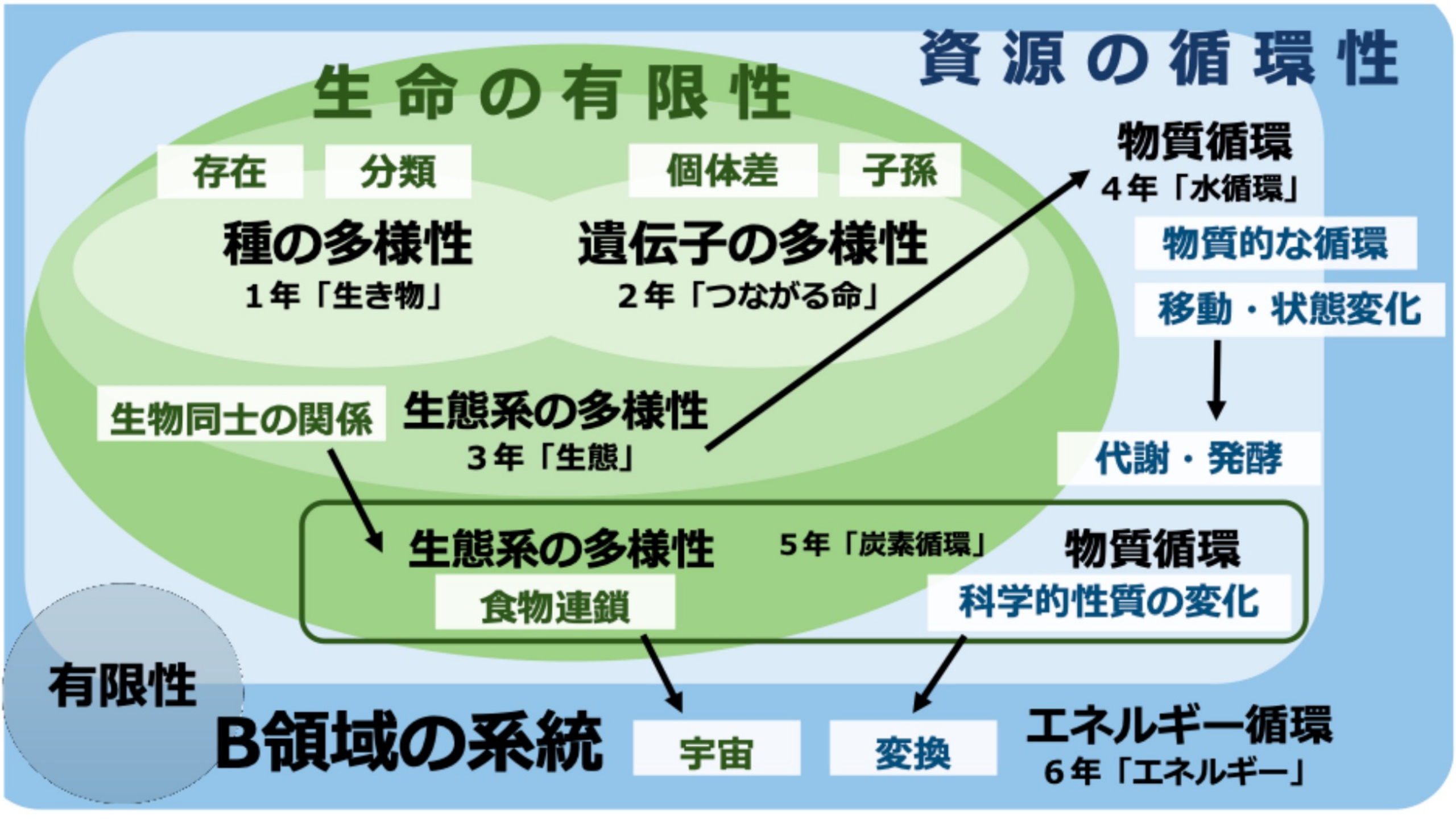



対象と
出会う

対象そのものを
理解する

他と
比較・関連付けて
理解を深める

社会に働きかける

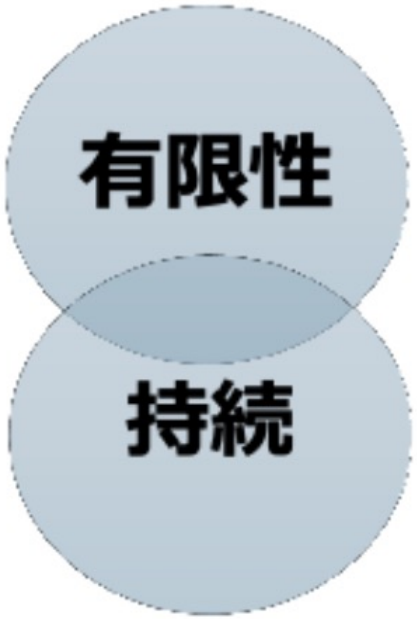

資源の循環性
生命の有限性
存在
分類
個体差
子孫
種の多様性
1年「生き物」
遺伝子の多様性
2年「つながる命」
物質循環
4年「水循環」
物質的な循環
移動・状態変化
代謝・発酵
生物同士の関係
生態系の多様性
3年「生態」
生態系の多様性
5年「炭素循環」
物質循環
食物連鎖
科学的性質の変化
有限性
B領域の系統
宇宙
変換
エネルギー循環
6年「エネルギー」

# B領域の系統

# 自然とともに生きるには

自然

**概念**




循環する資源を有効活用し、全ての生命が存続するための条件やバランスを保つ。

自然環境を守りながら科学技術を発展させる。

**方略**

**科学的プロセス**

身の回りの事物や現象から疑問や予想を見出し、法則を導き出す。

# 本日の実践発表の内容

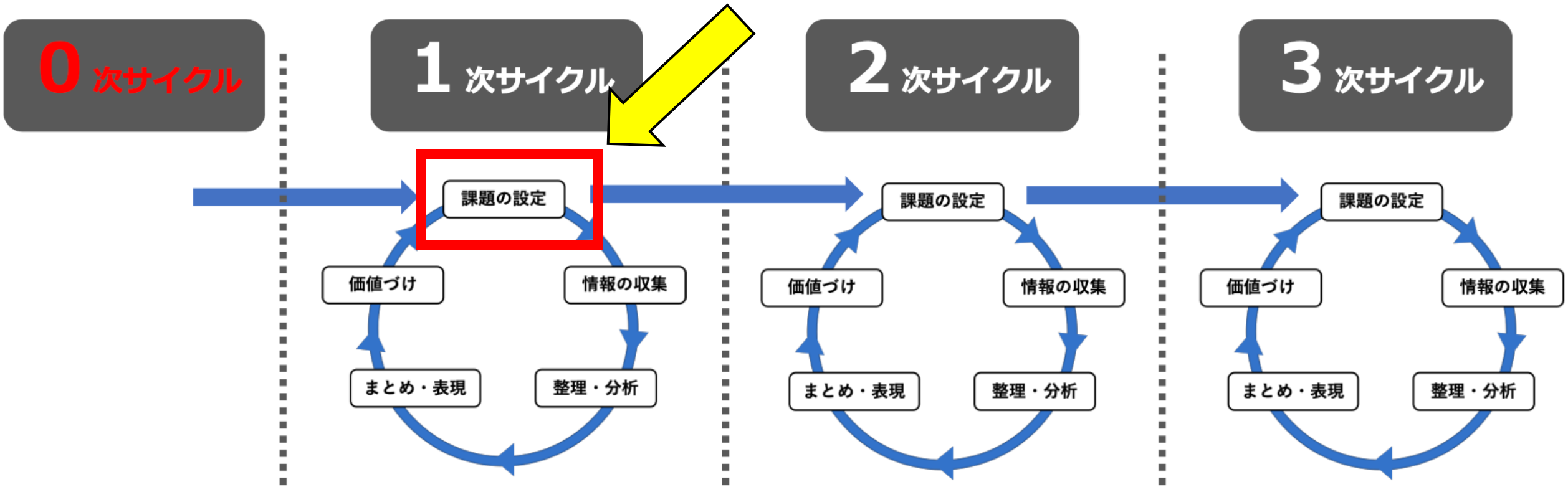
1　本校が取り組んでいる未来探究科について

2　「土の教育」の授業の様子

3　「土の教育」授業後の子どもたちの様子

4　今後の「土の教育」実践にあたって

# 未来探究科 の 単元構成




対象と
出会う

対象そのものを
理解する

他と
比較・関連付けて
理解を深める

社会に働きかける

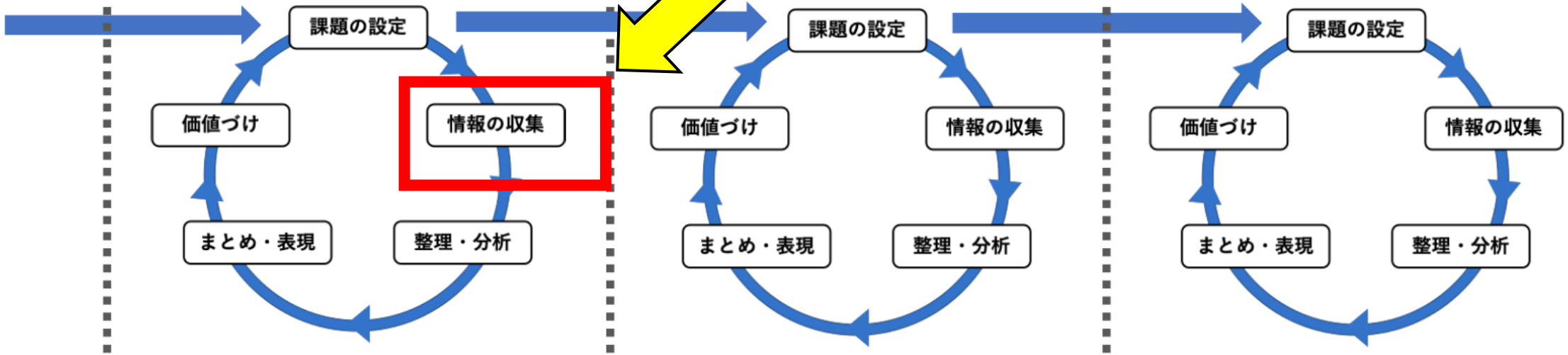
# 未来探究科 の 単元構成

**0** 次サイクル

**1** 次サイクル

**2** 次サイクル

**3** 次サイクル



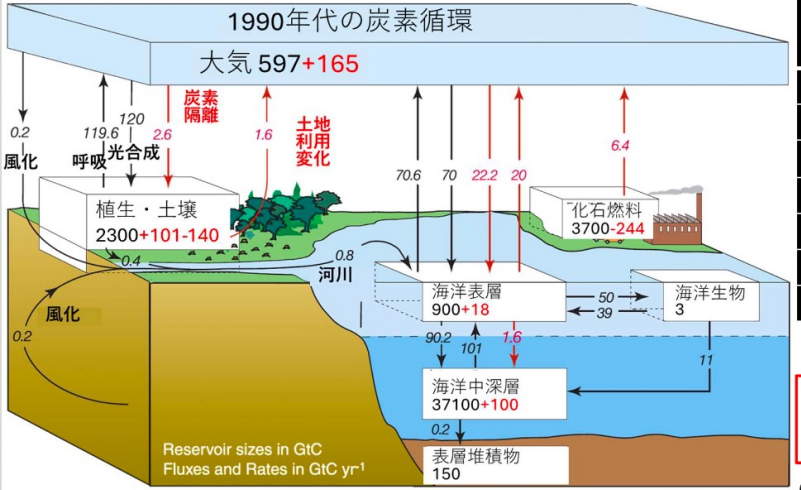

対象と
出会う

対象そのものを
理解する

他と
比較・関連付けて
理解を深める

社会に働きかける

## 1990年代の炭素循環と産業革命以降の炭素収支
(黒字は自然起源、赤字は人為起源)




| | $CO_2$フラックス 1990-1999 (GtC/yr) | $CO_2$収支 1750-2000 (GtC) |
|---|---|---|
| 排出 | | |
| 化石燃料燃焼 | 6.4 | 244 |
| 土地利用変化 | 1.6 | 140 |
| 行末 | | |
| 大気残存 | 3.2 | 165 |
| 海洋吸収 | 2.2 | 118 |
| 土地吸収 | 2.6 | 101 |

(1Gtは10億トン)

➢土地に炭素が吸収されている？
植生？土壌？

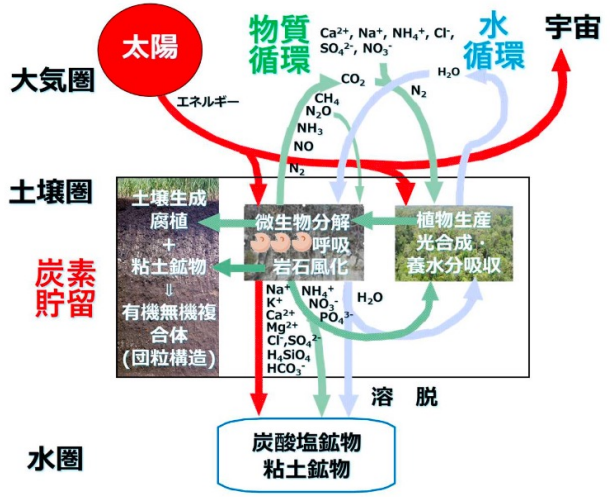
(Figure 7.3 in Climate Change 2007)

Denman, K.L., G. Brasseur, A. Chidthaisong, P. Ciais, P.M. Cox, R.E. Dickinson, D. Hauglustaine, C. Heinze, E. Holland, D. Jacob, U. Lohmann, S Ramachandran, P.L. da Silva Dias, S.C. Wofsy and X. Zhang, 2007: Couplings Between Changes in the Climate System and Biogeochemistry. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change





土壌生成過程を通して土に炭素が蓄積する—*植物と微生物、岩石の風化が土を作る。*




- 植物は光合成のために、土壌から水を吸収して大気に蒸散する(水循環)。
- 植物は同時に土壌から養分を吸収して有機物を生産する。枯死した有機物は土壌微生物により分解される(物質循環)。
- 増殖した微生物の死骸は腐植となり、岩石の風化により生成した粘土鉱物と結合して有機無機複合体となり団粒構造を作り有機炭素を蓄積する(炭素貯留)。
- 団粒構造ができると、水や養分の保持が良くなる。根が張りやすくなります。

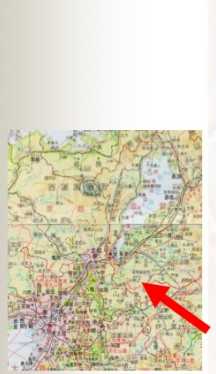
➢食料を得るためにはどうする？

「日本の土壌事典(2023)」から作成)



# 土壌とは？

- 森で1cmの土壌ができるのに100~1000年かかる
- だんだん深くなり異なる層ができてくる



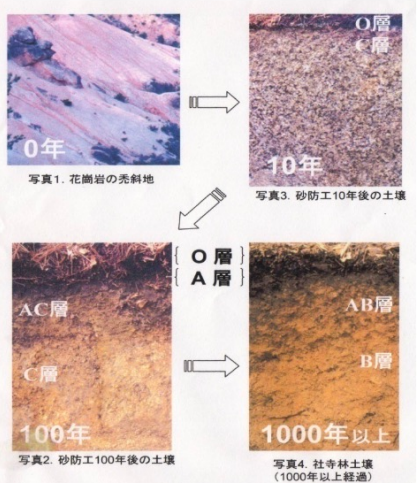



写真1. 花崗岩の禿斜地
写真3. 砂防工10年後の土壌
写真2. 砂防工100年後の土壌
写真4. 社寺林土壌
(1000年以上経過)

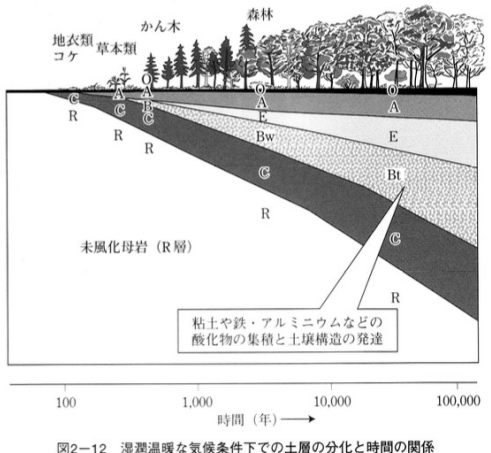



図2−12　湿潤温暖な気候条件下での土層の分化と時間の関係

# 土壌改良するには？

- 家庭菜園の土壌に有機物を入れてみよう
  - 身近な有機物はどんなものがあるかな
- 木が植わっている下の土をみてみよう
  - 自然が土壌に有機物をためる方法を学ぼう

作物に肥料を与えすぎると海に流れアオコ・赤しおが発生する地球温暖化、つまり環境問題になるとき炭素循環は地球温暖化、富栄養化などの地球環境悪化につながるとわかりました。$CO_2$が数十億も出ているとしったとき地球温暖化はひどく進んでいるなと分かったのでそれを食いとめたいとおもいました。土は植物の4倍も炭素をすっているときいたとき、じゃあ土をふやしたらいいんじゃないかと思ったけどそうすると海がへってしまうのでかんきょうはむずかしいなぁとおもいました。

なんで、炭素が木植物とかんけいしてるのかあまり分からなかったけれど植物が$CO_2$をすって炭素をはくという仕組みがすごいなと思いました。→その仕組みをつかえば、植物を大量にふやして炭素をいっぱいふやせばいいのではないか？ときもんに思いました。腐った植物が土へいく仕組みは、良いことだなと思って「腐る」というのは、食品だけではなく、植物まで腐るっていう生物ってすごいな。$CO_2$が○○ギガトンもでているのは、よくないから、植物をふやして、$CO_2$をいっぱいすってもらって炭素を出せばいいのになー。

土じょう改良ってむずかしそうで自分達にはできないと思っていたけど落ちばや生ごみを土の上においておくだけで自分たちにでもできると知ってびっくりしました。しかも、土の上に生ごみとか、すてちゃダメ!!と反対で考えていました。がいいことばかりでこれにもびっくり

腐植した土じょうが、地球温だん化をおさえるのならば、大量に腐植させればいいんじゃないかな?と思いました。いつもあたり前にある土だけれど、なくなったらすごく不べんになると分かりました。土を吸収したりするのは植物で植物がかれたら、土が吸収するというのは、反対のかんけいにあるからすごいなと思います。

# 本日の実践発表の内容

1　本校が取り組んでいる未来探究科について

2　「土の教育」の授業の様子

3　「土の教育」授業後の子どもたちの様子

4　今後の「土の教育」実践にあたって

本当に土は層になっているの？

生ゴミを置くだけで本当に分解されるの？

場所によって、土の性質に違いはあるの？

土には本当に微生物がいるの？

# 結果

1層目



運動場の土の1層目はキャベツがしなしなになしなって水分が抜けていました。

2層目



2層目はキャベツの葉が破れて、色がほとんどなくなっていました。 水分がほとんど抜けたようでした。

3層目



3層目は水分がなくなり、カラカラで丸まっていました。腐った要素はあまりありませんでした。

## 考察

土にいた菌によりキャベツの葉が分解されている？その中にはキャベツを腐らせている菌もいる？虫虫村前ではコケが多かったから菌が住みやすい環境だったのでは？

## 結論

土により性質が違う。なので菌の住みやすさもちがう。それにより菌の性質も違い、かびやすいものとかびにくいものの差が出る。どの土もがかびたり腐ったりするわけではない。

# 5年　未来B自然環境チーム

## 仮説

微生物はリンゴ園、ムシムシ村、南運動場の種類の違う土でも働く。

## 実験方法

みかんという有機物をリンゴ園、ムシムシ村、南運動場の3種類の土の上に置く。温度はリンゴ園、ムシムシ村、南運動場の３つとも常温。



## 結果

3日経っても変化がなかったので、それはみかんに微生物が入り込むための穴がないからと考えた。しかし、5日経っても見た目は変化がなかった。しかし、匂いは変化があり、異臭がした。

## 考察

微生物が有機物を発酵・腐敗させるためには、5日という短い時間ではなく、もっと長い時間常温で保管する必要がある。

## 結論

微生物が有機物を発酵・腐敗させるためには、長い時間常温で保管する必要がある。微生物は種類の違う土でも働く。

①仮説 生ゴミを埋めたものと乗せたものだったらどっちの方が植物が育つのか、（土は変わらないものとする。）

②実験方法　まず穴を掘る穴を掘った後は生ゴミを入れる。で、その後は1週間放置で、その後1週間後にまた見る。
コンポストでも上に野菜を行って実験をした

③結果　1週間で土にはあまり解けなかったけど、少し土は柔らかくなっていた
コンポストのほうは、あんまり溶けてなかった



④考察　腐葉土を作るには相当な時間が必要だと思いました。

**⑤結論　1週間では腐葉土ができず、植物を育てられなかった。**
**だが、植物が少しずつ土に溶けたのかもしれない=ちょっとずつ柔らかくなっていた**

# 地層について

地層についての仮説
地層の土の色が違うのは微生物の量と関係があるのか⁉
実験方法
袋に地層ごとの土を入れてニンジンを二切れを入れました。
そのまま3日くらい放置して変化を見ました。
なぜそのような実験をしたかと言うと
長居自然史博物館で食品を土の上に乗せると
毛カビというカビが生えてきているのを
見て土には微生物が深く関わることを知り
そこから地層の土に毛カビが生えてくるのかを
知るためにこの実験をすることに決めました。
結果
ニンジンには何の変化もなく理由は
ニンジンに糖分が少ないから毛カビが生えてこなかったと分かりました。
考察
土に糖分が含まれている物を置くと
毛カビが生えてくる。
結論
土に糖分が含まれてれば毛カビが生えてくる



# レポート

## 仮説





土の層はたくさんのいろにわかれている
→このへんかには微生物が関係してるのではないか

実験方法
袋を閉じた状態でいろいろな層の土壌をいれる＋参2切れ→日にちが同じ時に開封
色が変わっているか確認

ほぼ表面、ちょい深め、粘土







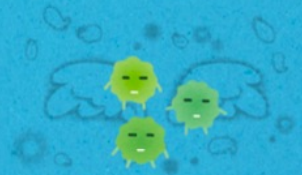
## 結果

人参にカビはつかなかった
→カビがつく条件がととのっていなかった？

## 考察

カビがつかなかったのは空気をとじこめていたからでないでしょうか。
それで微生物が死滅していた
それとカビが生えるための栄養(糖分・でんぷん)がたりなかったからだ(多分)

## 結論



微生物の活動には空気が必要であり空気がないと腐敗が起こらない

# レポート ～微生物～

私はヤギのフンと土壌との関係について考えています。特に、フンが肥料として利用されることを耳にしたことがあるため、微生物との関連性について知りたいと考えています。

## 実験方法



土を焼かないものと、土を焼くものに分けて、1つ目はヤギのフンで、2つ目はにんじんです。そしてどちらも、土を焼いたものと焼いていないものの上に乗せました。




## 結果






写真でご覧の通り、私はフンの方が微生物が多く含まれ、減少するのではないかと考えていました。しかし、焼いたものと焼いていないもののいずれも、結果には大きな違いが見られませんでした。一方、にんじんに関しては、焼いていない方が焼いたものよりもわずかに減少していたように思います。

## 考察

私はよくスプーンなどを熱湯で除菌する事があるため、微生物がいなくなるのではないかと考えていましたが、焼いた土の上に、にんじんを置いたものか、焼いてない土の上に、にんじんを置いたものかと言う結果を見てその通りだなと思いました

## 結論

土を焼いたら微生物は少なくなります。微生物は熱に弱いことがわかりました。そしてヤギのフンは肥料になるから、微生物がたくさんいるのかと思ったけど、あまり関係がなかったので変化はしませんでした



び生物の大切さ

まず、び生物は人間の周りで、たくさんいて、たくさんかかわっています。例えば、発こう食品、消しゅうなどでかかわって、植物を育てる時にもかかわっています。もし、び生物がいなかったら海もたかれは、ゴミはそのままで、植物は育たず、人間が生きられるかんきょうではなかった、それを、び生物が働き、人間が生きられるかんきょうにしている

大阪教育大学附属平野小学校

ます、

ろ、それで、じゅんかんは、有き物→び生物→ふ上う土→植物→有き物とこのようた、じゅんかんしていく、そして、発こう食品はナめデココ、チョコレート、酒、パン、チーズ、などで、おいしいものがあります、しかも、おいしくて、けんこうです、だからび生物はわたしたち、人間にてってかけがえのない大切たそんざいです、これから、有き物をむだにもやしたり、せず土にうめて、じゅんかんさせれば、これからも、海素がじゅんかんしていき

20×20

「微生物」

今まで学んできた炭素循環プロジェクトで、分かったこと、おどろいたことがありました。

最初のときは、微生物は、ウイルス一細菌とか、良くない菌てかばっかりでしかも、小さくて、この世に絶対要らなくて、いなくても別に生きていけると思っていました。

でも、微生物は、ウイルスとか、人に有害でもある菌もあるけれで、人に有害ではない菌もあるし、この世にいないと発酵の菌とかしあるし、

ら、植物が一切育たないから、農作物へ米、野菜なども育たないし、しかも、農作物が育たない、影響で、動物もエサが食べられなくて、が死してしまって、ぼくたちもご飯が食べられなくなってしまうから、微生物は、この世に必要不可欠でぼくたちは、あって当然という食べ物もないんだなと思いました。

でも、まだ人間に有害であったり、良くない菌でない菌はでんなものがあるのかがたになるなと思いました。

# 本日の実践発表の内容

1　本校が取り組んでいる未来探究科について

2　「土の教育」の授業の様子

3　「土の教育」授業後の子どもたちの様子

4　今後の「土の教育」実践にあたって

# 実践から見えてきたこと

【材としての土の価値】
「土」という子どもたちにとって身近なものを題材にすることによって、子どもたちが実際に見たり触れたりしながら学ぶことができた。

【専門家の方の存在】
「土」について専門となる方をゲストティーチャーとして招くことで、子どもたちが現行の学習指導要領では知り得ない情報を得ることができた。

# 実践から見えてきたこと

【教科学習との関連】
学習内容をカリキュラム上のどこに位置付けるかが難しい。本校では、探究学習のカリキュラムに位置付けることができたが、どう接続するかが課題である。

【学習目標の設定】
「土の教育」を行うにあたって、学習目標を該当学年においてどう定めるかが課題である。例えば、小学校高学年段階ではどこまでを求める必要があるのか。

ご清聴ありがとうございました