

**遺伝子カードゲームを用いた
環境教育の実践
～生徒の主体的・協働的な授業を
活性化させる指導方法の工夫～**

都中理 環境教育委員会
品川区立日野学園 前原拓弥

主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善 (学習指導要領より)

(1) 主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善

(1) 単元など内容や時間のまとまりを見通して、その中で育む資質・能力の育成に向けて、生徒の主体的・対話的で深い学びの実現を図るようにすること。その際、理科の学習過程の特質を踏まえ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどの科学的に探究する学習活動の充実を図ること。

対象単元：生命のつながり（中学3年生）



大日本図書「理科の世界3」

従来この単元では教師主導の教え込む学習になりがち

生徒主体といっても、グループ活動での調べ学習やその結果の発表程度であることも少なくない



カードゲームやディベート等の活動を取り入れることで生徒が主体的・協働的に取り組む授業が実現できるのではないか

研究の目的

- ①カードゲーム教材の新規開発を通じた、生徒の
主体性・対話性を活性化させる指導方法の工夫
- ②ゲームやディベート等の活動を通じた、持続
可能な社会の担い手としての当事者意識の涵養
- ③主体的・対話的で深い学びによる、生徒の
科学リテラシーの向上

単元計画：4 時間構成

	主な学習活動
第 1 時	【カードゲーム 遺伝子選択ゲーム】 カードゲームを通して地球環境の変化と生存・死滅する形質を考えさせることで自然選択による生物の進化と遺伝子の変化の関係についての理解を深めさせる。
第 2 時	【遺伝子技術とデザイナーベビー】 「デザイナーベビー」について紹介し、遺伝子技術について多角的な視点を持たせる。デザイナーベビーのメリット・デメリットを双方向から考えさせる。
第 3 時	【ディベート】 「デザイナーベビー」について賛成・反対の立場からディベートを行い、遺伝子技術に対する多面的な理解を深めさせる。
第 4 時	【SDGs への活用】 「遺伝子操作技術とSDGs」をテーマに、班ごとに1人1台端末の共有機能を用いて意見を出し合う。グループを変えて前の班で出た意見を交換し、考えをまとめる。

生徒の記述分析による評価（OPPシート）

遺伝子と環境

9年 3 組 15 番 名...

単元の課題： 遺伝子と環境にはどのような関わりがあるか

学習前：遺伝子と環境にはどのような関わりがあるか

遺伝子は環境によって変化すると考えた。環境の変化によって、それに対応して自身の遺伝子を変化させて、生物は生きていくと思う

テーマ： 遺伝子カードゲーム
分かったこと・学んだこと
どのような遺伝子の生物が生存に絶滅するかを身に理解できた。
⇒ 環境に適した生物が生存する!!
気づいたこと・考えたこと・疑問など
生物の種類がなぜたくさんあるのか分かった。ヒグマとクマ、ツキノワグマとクマ、そして絶滅危惧種が人間による環境変化で絶滅する可能性がある。

テーマ： デザイナーベビー
分かったこと・学んだこと
世の中は既に遺伝子組換え技術の取組が盛んに行われていて、それに倫理感や倫理観があまり普及されないうちに、CRISPR-Cas9が一般化してきている。今日は遺伝子組換え技術の例を学び、良い面、悪い面があると感じた。

学習後：遺伝子と環境にはどのような関わりがあるか

遺伝子は、動物も植物もどちらも環境によって変化することがわかりました。どちらもポケモンの進化のように一気に変化したのではなく、長い年月をかけて進化してきたんだと思います。また人工的には遺伝子は、すでに遺伝子組換えが可能となっていて、世界でも様々な事例がありました。人工的な遺伝子操作では、逆に環境に変化をもたらすことも学びました。

テーマ： 遺伝子と環境
分かったこと・学んだこと
今まで人間に対しての遺伝子組換え技術は、学んできたが、植物に対しては技術が確立していません。また、現在実際に植物に対しての遺伝子組換えはSDGsの目標と関係がある。気づいたこと・考えたこと・疑問など
今日は遺伝子組換え技術について学んで、遺伝子組換えはメリットデメリットをそれぞれに持っている。今後は遺伝子組換えについての法律ができていくと思う。

テーマ： デザイナーベビーは導入すべきか
分かったこと・学んだこと
今日は互いに導入すべきか否かについて意見を言い合ったので、互により深い考えを話し合った。また、導入によるデメリット。デザイナーベビーは部分的には良いが、倫理的には良くない。結構難しい問題だ。今後は一般化したら、新しい法律などが必要になる。

学習の前後を振り返って、気づいたこと・感じたこと・わかったこと・変わったこと・感想など

今回の学習を終えて、遺伝子と環境は密接に関わっていることを知りました。そしてどちらかが変化することでもう一方も変化するということに気づきました。地球の環境が変化すれば生物は環境に合わせて変化してくるし、人工的に遺伝子操作すれば、生態系が崩れて環境に変化を及ぼすことも学びました。そして今回の学習を通して、遺伝子操作技術が進歩してきてヨーロッパなどでは一般化してきている中で、遺伝子操作に対して法律が世界的にあまり整備されていないことに危機感を感じました。前述でも述べたように、遺伝子操作は色々な影響を環境や生物に対して反映させます。そのため、遺伝子操作についての法律が整備されないまま、遺伝子操作がどんどん庶民に広がって行くような問題が起きると思います。具体的には、デザイナーベビーの時に学習した内容として、遺伝子操作をすることができる子供や身体能力が優越されていってしまうことです。遺伝子操作には多額のお金がかかり、できるできないで差別が生まれたり、スポーツなどのフェアプレー精神が崩壊すると思います。他にも遺伝子と環境の時に学習した内容では、SDGsの目標を実現するために、遺伝子操作が行われていることも知りました。ですが遺伝子操作による生態系の崩壊や廃棄物の削減が進められている一方で環境に対しては、生態系などの面で自然に環境が変化していることも事実でした。このようなことを踏まえると、人間が行う遺伝子操作はあまり地球環境や今後の社会にいい影響を与えないのではないかということが考えられました。しかし遺伝子操作によって医学の分野では、出産時の障がいを持った子供が少なくなったり、兄弟間で臓器移植ドナーの生成が可能となったり、これらを踏まえると、遺伝子操作技術が全て悪いものではないことがよくわかります。遺伝子操作には良い面悪い面が存在するので、世界規模の法律を定めるべきだと考えます。例えば病気をなくするための遺伝子操作は許可するが、個々の理由によるデザイナーベビーの生成は禁止するといった法律が良いと思います。総括すると、今回の学習は理科という範囲にとらわれず、社会全体の問題として学習することができました。理科を学ぶことで、現代の社会問題について友達と情報を探しながら共有して、論議することができてとても楽しかったです。またこのような理科の内容を踏まえた上での授業というのをやりたいです。

①単元の学習前の課題に対する記述

②授業ごとの振り返り

③単元の学習後の課題に対する記述

④単元を通しての振り返り

を記述していく。

単元計画：4時間構成

	主な学習活動
第1時	【カードゲーム 遺伝子選択ゲーム】 カードゲームを通して地球環境の変化と生存・死滅する形質を考えさせることで自然選択による生物の進化と遺伝子の変化の関係についての理解を深めさせる。
第2時	【遺伝子技術とデザイナーベビー】 「デザイナーベビー」について紹介し、遺伝子技術について多角的な視点を持たせる。デザイナーベビーのメリット・デメリットを双方向から考えさせる。
第3時	【ディベート】 「デザイナーベビー」について賛成・反対の立場からディベートを行い、遺伝子技術に対する多面的な理解を深めさせる。
第4時	【SDGsへの活用】 「遺伝子操作技術とSDGs」をテーマに、班ごとに1人1台端末の共有機能を用いて意見を出し合う。グループを変えて前の班で出た意見を交換し、考えをまとめる。

遺伝子選択ゲーム（自作カードゲーム）

誰が生き残る！？



遺伝子選択ゲーム



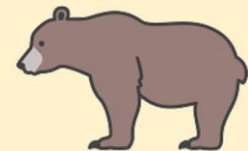
どんな形質が必要！？

遺伝子カード



体毛が濃い

遺伝子カード



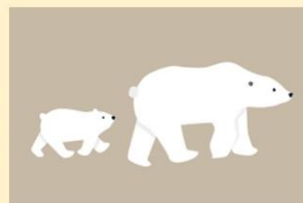
体毛が薄い

遺伝子カード



黒い体毛

遺伝子カード



白い体毛

遺伝子選択ゲーム

環境カード



隕石が衝突して厚い塵の雲が
でき、地球が寒くなった

遺伝子カード



黒い体毛

遺伝子カード



白い体毛

遺伝子カード



体毛が薄い

遺伝子カード



体毛が濃い

遺伝子選択ゲーム(生徒に送付したルール)

【ルール】

- ① 各班に遺伝子カード12枚と突然変異カード1枚を配布する。
- ② 先生が環境カードをランダムに提示する。
- ③ 環境カードに合わせて、班ごとにその環境で生き残りやすそうな形質を2個、絶滅しそうな形質を2個選ぶ。選んだら、ホワイトボードにまとめ、写真を撮ってロイロノートに提出する。(制限時間：3分※遅れたら減点！)
- ④ なぜその形質を選んだのかを、各班ごとに1分以内で発表する。ただし、発表者は必ず交代で行う。
- ⑤ 各班の発表を聞き、ロイロのアンケート機能を使って互いに採点を行う。採点の基準は以下のとおり。

■採点の基準

- I. 環境の変化に対して、科学的根拠を持ってカードを選ぶことができるか
- II. 論理的に考えることができていたか
- III. わかりやすく発表することができていたか

- ⑥ 得票数がそのまま班の得点となる。
- ⑦ ②～⑥を2～3回繰り返し、最も点数の高かった班が優勝となる。

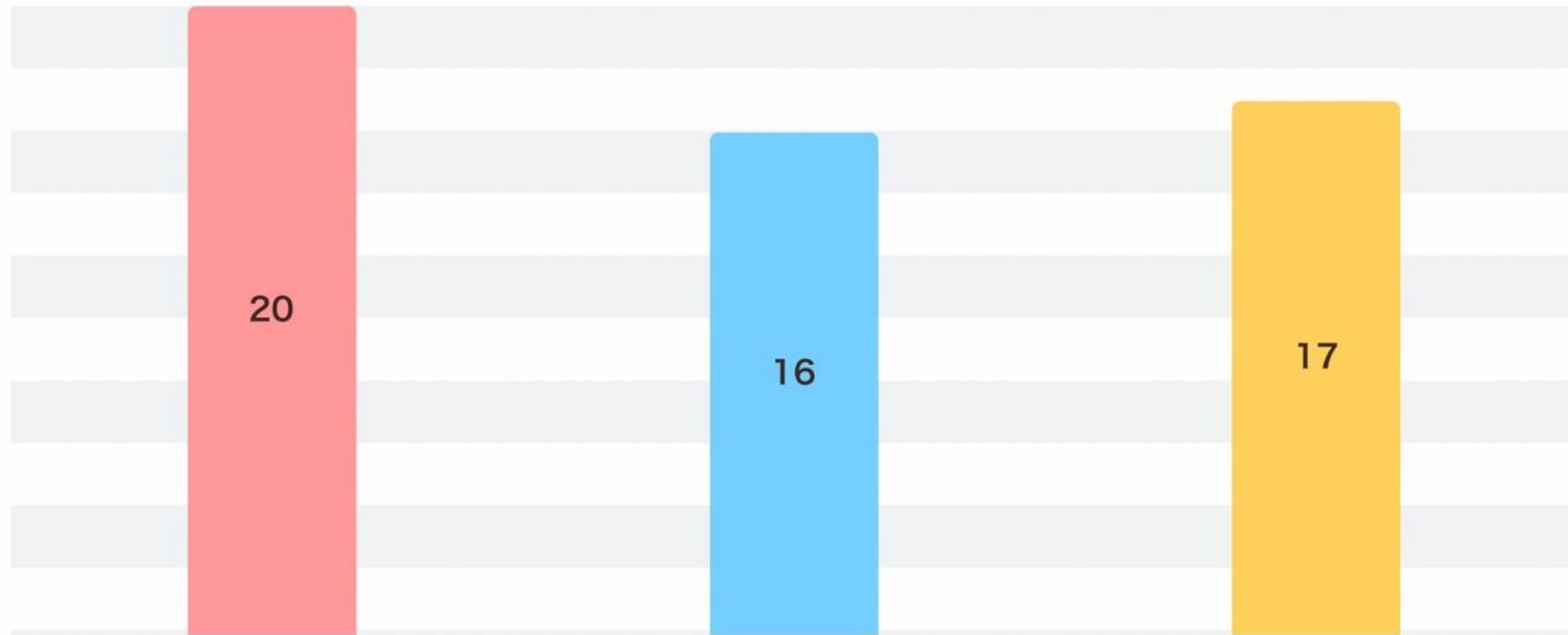
遺伝子選択ゲーム 採点方法（相互評価）

【1】 1班

棒グラフ

棒グラフ (組み合わせ)

円グラフ



環境の変化に対して、科学的根拠をもって
遺伝子カードを選ぶことができていたか

論理的に考えることはできていたか

わかりやすく発表することができていたか



授業の様子 (話し合い)

授業の様子 (発表)

環境カード



隕石が衝突して厚い塵の雲が
でき、地球が寒くなった

授業の様子（発表）

環境カード



地球温暖化が進んだ

単元計画：4時間構成

	主な学習活動
第1時	【カードゲーム 遺伝子選択ゲーム】 カードゲームを通して地球環境の変化と生存・死滅する形質を考えさせることで自然選択による生物の進化と遺伝子の変化の関係についての理解を深めさせる。
第2時	【遺伝子技術とデザイナーベビー】 「デザイナーベビー」について紹介し、遺伝子技術について多角的な視点を持たせる。デザイナーベビーのメリット・デメリットを双方向から考えさせる。
第3時	【ディベート】 「デザイナーベビー」について賛成・反対の立場からディベートを行い、遺伝子技術に対する多面的な理解を深めさせる。
第4時	【SDGsへの活用】 「遺伝子操作技術とSDGs」をテーマに、班ごとに1人1台端末の共有機能を用いて意見を出し合う。グループを変えて前の班で出た意見を交換し、考えをまとめる。

ディベート「デザイナーベビーの是非」

デザイナーベビーを積極的に導入すべきか

賛成派・反対派

マルッける

立論

様々な問題点を挙げるができる。

デザイナーベビーを作るのにお金がかかってお金があればあるほど、理想の知力や容姿を手に入れられるのは不公平で、貧富の差がより広がってしまう。

成長した子供の容姿や知力が親が望んでいるものではなかった時の対処法がない

反対尋問

その遺伝子が親の要望ではなかったときに基本的には廃棄になるのでそれは生まれていたはずだった命を無駄にしているのではないか。

犯罪が減らせるでもそのデザイナーベビーが獲得したものは容姿や知力だけで親の理想通りになってしまう、それに不満を持つ子供もいたり、その子の思考は遺伝子改良をしても引き継がれないから犯罪が減るのとは関係がないと思う。

最終弁論

それが合法化されることによって遺伝子組み換えがされた子とされていない子の差が開いて学校でのいじめにも繋がってしまう可能性がある。

まだ完全に成功すると言う確信がないので小さな病気の治療だとしても結局は薬を飲みつづければいけなかったり、後遺症が残った利する可能性がある

こうなると普通に治療した方が確実

単元計画：4時間構成

	主な学習活動
第1時	【カードゲーム 遺伝子選択ゲーム】 カードゲームを通して地球環境の変化と生存・死滅する形質を考えさせることで自然選択による生物の進化と遺伝子の変化の関係についての理解を深めさせる。
第2時	【遺伝子技術とデザイナーベビー】 「デザイナーベビー」について紹介し、遺伝子技術について多角的な視点を持たせる。デザイナーベビーのメリット・デメリットを双方向から考えさせる。
第3時	【ディベート】 「デザイナーベビー」について賛成・反対の立場からディベートを行い、遺伝子技術に対する多面的な理解を深めさせる。
第4時	【SDGsへの活用】 「遺伝子操作技術とSDGs」をテーマに、班ごとに1人1台端末の共有機能を用いて意見を出し合う。グループを変えて前の班で出た意見を交換し、考えをまとめる。

研究の成果

遺伝子カードゲームは面白いと感じましたか？

【1】 遺伝カードゲームは面白いと感じましたか？

棒グラフ 円グラフ



遺伝子カードゲームは環境の変化と遺伝子の関係の理解に役立ちましたか？

【3】 遺伝カードゲームは、環境の変化と遺伝子の関係の理解に役立ちましたか？

棒グラフ 円グラフ

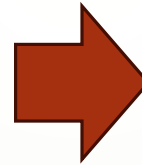
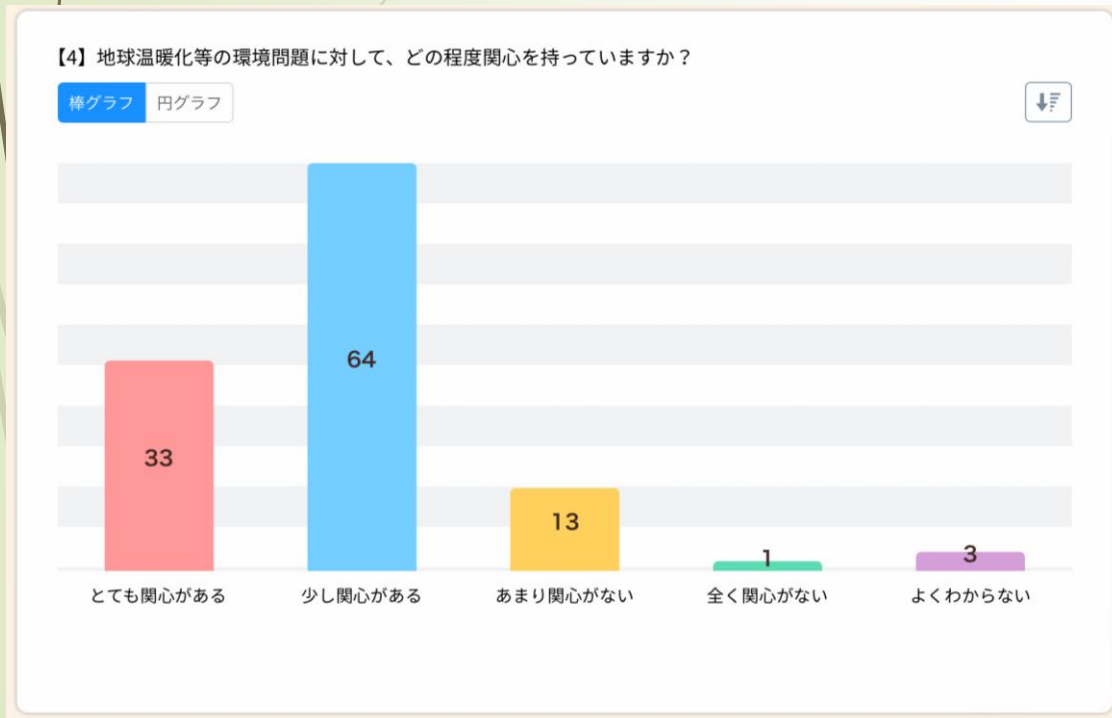


カードゲームを利用することで、生徒の主体性を引き出しながら、遺伝子と環境のかかわりの理解を深めることができた

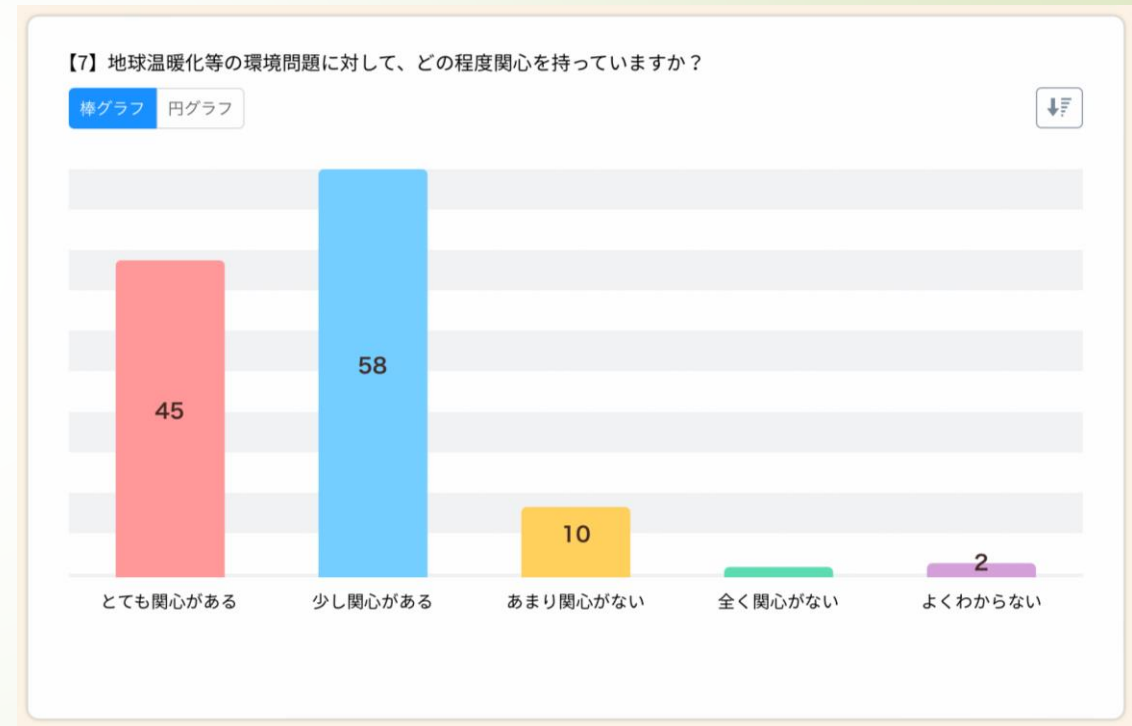
研究の成果

地球温暖化等の環境問題に対して、どの程度関心を持っていますか？

事前



事後



もともと関心の高かった環境問題に対して、さらに関心を高めることができた。

研究の成果（OPPシート記述より）

- 環境に適した遺伝子を持つ生物が生き残り、進化していく。逆に環境に適していない生物は絶滅してしまうということが分かった。
- 今回のカードゲームで、より多くの種類の生物が存在していたほうが、環境の変化にも生き残る確率が増えるのだとわかりました。
- 体毛が濃い遺伝子をすぐに絶滅させてしまい、後で使えないのを後悔しました。つまり多様性は大事！！
- 生まれたり死んだりするサイクルが早い動物ほど適応できるのではないかと思った。サイクルが早いと突然変異しやすいから。今回はゲームだったが、実際の世界ではどのような環境にどの生物が適応、死滅したのかが気になる。
- 海の中は環境が変わりにくいのかもしれない。実際、隕石が衝突した時も、深海の生物はあまり影響を受けずに今も生存している種もいる。海中の生物は環境の変化に強いのかもしれない。

研究の成果（OPPシート記述より）

- ➡ 環境に適した遺伝子を持つ生物が生き残り、進化していく。逆に環境に適していない生物は絶滅してしまうということが分かった。

- ①ゲームを通して、環境の変化と生物の遺伝子の変化の関係について、遺伝的多様性の重要性とともに学び取らせることができた。
- ②生物史と環境変動とのかかわりや、特定の環境ごとの生物の生存についてなど、ゲームをきっかけに遺伝子と環境とのかかわりについて自ら考えを発展させている生徒が複数見られた。

研究の成果（OPPシート記述より）

- 遺伝子カードゲームで生物にとって環境に適応した遺伝子を持つことを大切さを学んだうえで、デザイナーベビーの事例をもとにディベートを行うことで遺伝子操作技術を利用するにあたってのメリット・デメリットを知って、段階を経て遺伝子に対しての理解を深められたため、環境問題への対策としてどのように遺伝子操作技術を利用するかや、それをするにあたってのデメリットも容易に考えることができた。
- 遺伝子操作技術によって、環境を保全することもできるが、もしかしたら環境破壊につながるという危険性もあり、私たちは適度に遺伝子操作技術を利用して、今の環境や生命を破壊しないようにかかわっていくことが大切だと感じた。
- SDGsの課題は私たちがすぐに解決することはできませんが、今回の学習で、遺伝子操作技術を通して解決できないかと考えることができ、もし実現できるなら、今後のSDGsの課題は解決できる量が増えると思いました。

研究の成果（OPPシート記述より）

- ▶ 遺伝子カードゲームで生物にとって環境に適応した遺伝子を持つことを大切さを学んだうえで、デザイナーベビーの事例をもとにディベートを行うことで遺伝子操作技術を利用するにあたってのメリット・デメリットを知って、

①ゲームやディベートなどの活動を通して、遺伝子と環境の関わりについての科学的知識を段階的に身につけることができた。

②得られた知識を用いて、環境問題の解決を主体的に考えることができるようになった。

研究の成果（OPPシート記述より）

- 学習前は遺伝子操作技術のデメリットに注目していたため、人の手で操作をすることに賛成していませんでしたが、メリットも同じ数だけあり、遺伝子技術のことを学んでからは賛成意見にも納得できました。遺伝子操作技術は賛否両論で正解がないので、たくさんの情報から自分が納得できる方を選択できるようにしようと思います。遺伝子を学習したことで情報を鵜呑みにしないことも大切だとわかりました。

単元を通して、科学的な情報についての批判的思考力を身に着けることができ、生徒の科学リテラシーの高まりがみられた。

今後の展望

- ゲーム形式の活動は生徒の主体的・協働的な学習に有用であると考えられるが、内容を吟味しないとただ遊んで終わりになる恐れがある。単元内容への理解を深められるゲーム開発を引き続き考えていきたい。
- OPPシートを用いることで、生徒の理解や考えの変容を見取ることができたため、他の単元でも活用し、指導の改善を図りたい。
- S D G s や環境問題に係る内容は中学3年生「地球の明るい未来のために」の単元でも扱うため、本単元の知識と併せて系統的に学習させることで深い学びにつながると考える。
- 環境学習・S D G s の学びや、科学リテラシーの向上を図る学びを単発的な学習にするのではなく、他の単元、他の教科等と結び付け、生徒に持続可能な社会の担い手としての当事者意識を涵養していくことが重要である。