

高校生のエネルギー問題の**無関心**に対して、
ゲーミフィケーションを用いると
いかに変容するか

～町づくりシミュレーションゲームで
消費電力について考える～

関西学院高等部 エネルギー探究

研究の土台

生産地と消費地の物理的な隔たり

近年の電力事情

- AIの発達→**世界的な電力消費急増**
 - マイクロソフト、グーグル、アマゾンの原子力発電投資
- 現行稼働しているが電力は足りていない



原子力発電に注目する理由

兵庫の電力は福井からきている
(**福井 = 生産地**、**兵庫 = 消費地**)



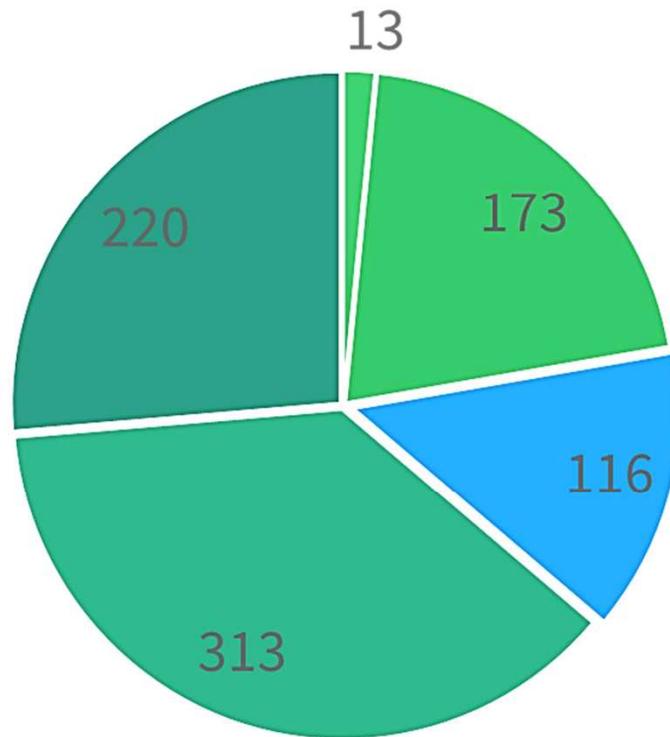
間接的に原子力発電に関わっている

原子力発電に注目する理由

(本校2022年度の研究)

2022年度の調査 (回答者 関西学院高等部全校生徒対象)

あなたの住む場所の半径10km圏内に原子力発電所ができた場合、あなたの考えは次のうちどれですか (人)

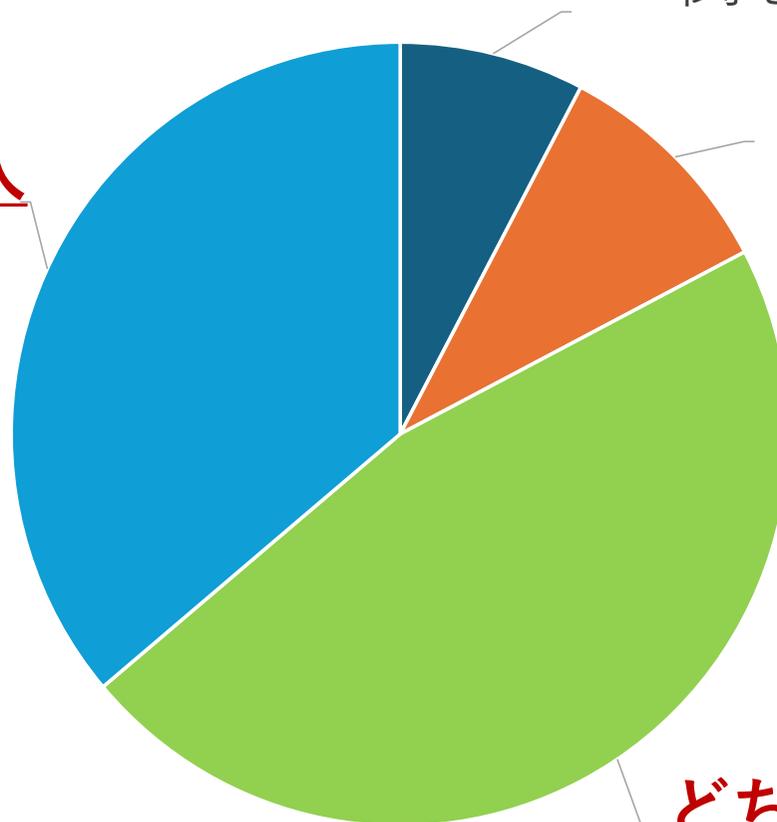


- 原子力発電ができたことを嬉しく思う
- 原子力発電ができて仕方がないと思う
- 原子力発電の建設に関心がない
- 他の場所に作って欲しいと思う
- 原子力発電を廃止すべきだと思う

今年度の調査（回答者 関西学院高等部1年生 260名）

原子力に関心があるか

関心がない, 94人



関心がある(学校), 20人

関心がある(学校以外),
25人

どちらでもない, 121人

原子力発電に注目する理由

情報提示に対して

モチベーション (動機づけ)

or 周辺的手がかり

知識 (情報処理能力)

心理的な要因



物理的な要因

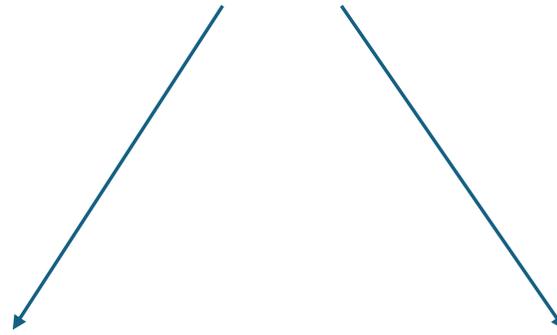
これらがあれば熟考につながる

説得への中心ルートと周辺ルート (中島ら, 1999)

動機づけ（モチベーション）が重要

心理学的アプローチ

動機づけ



そもそも知らない
だから
楽しいわけがない！

外発的動機づけ
(お金など)

内発的動機づけ
(~~好き、楽しい~~)

【 井上明人 (2012) . ゲーミフィケーション ゲームがビジネスを変える など 】

心理学的アプローチ

外発的動機づけの活用を考えてみると…

- エネルギー関係のレポートを書いたら平常点がもらえる
- エネルギー関係の本を読んだらお小遣いがもらえる

これだと、平常点やお小遣いのために頑張るのであって、内容に興味を持つわけではなさそう…

⇒外発的動機づけが強いと**内発的動機づけが抑えられる**

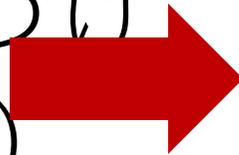
心理学的アプローチ

動機づけ

結局内容に関心をもっ
てもらいにくい…

話が元に戻ってし
まった…

~~外発的動機づけ
(お金など)~~



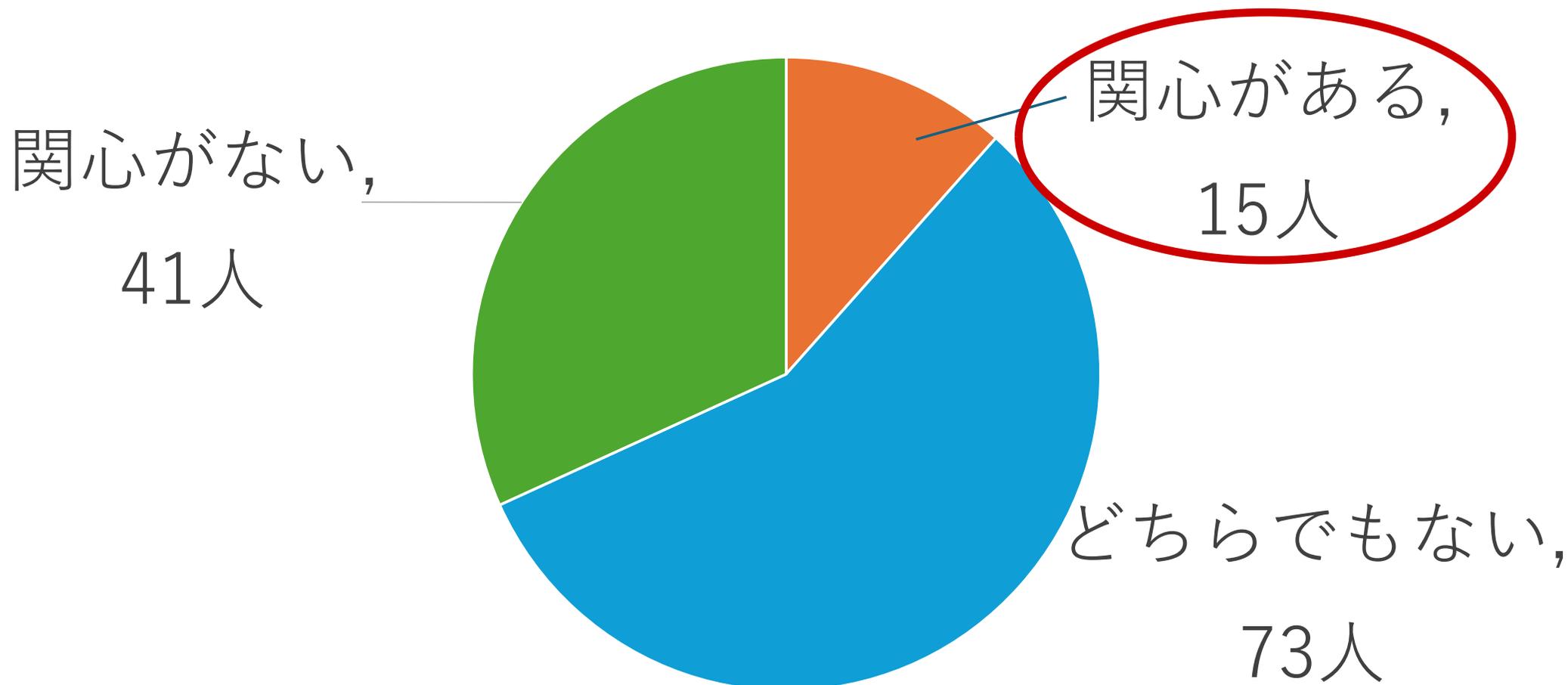
内発的動機づけ
(好き、楽しい)

最も強く印象に残る学びは何か

153人

最も強く印象に残る学びは何ですか？	人数
学校が計画した校外学習（修学旅行やフィールドワークなど）	20
学校が計画した校内学習（人権講座や学年HR等）	4
学校の授業（授業中に見た映像や配布資料、宿題等を含む）	129
個人の自由な時間の中で、たまたま見かけたテレビ放送の番組（地上デジタル放送）	28
個人の自由な時間の中で、たまたま見かけた書籍や紙資料	5
個人の自由な時間の中で、たまたま見かけた動画配信サービスの番組（youtube, TVer等）	6
個人の自由な時間の中で、たまたま訪れた資料館等	1
個人の自由な時間の中で、興味を持って見たテレビ放送の番組（地上デジタル放送）	8
個人の自由な時間の中で、興味を持って見た資料館等	1
個人の自由な時間の中で、興味を持って見た書籍や紙資料	2
個人の自由な時間の中で、興味を持って見た動画配信サービスの番組（youtube, TVer等）	2
別の目的の最中にたまたま見かけた。 （例：アクション映画を見ていたらたまたま原子力発電所がテロにあった。）	6
特に学んだ覚えはない。	48
	総計 260

「学校の授業」を選んだ人の原子力への関心は？

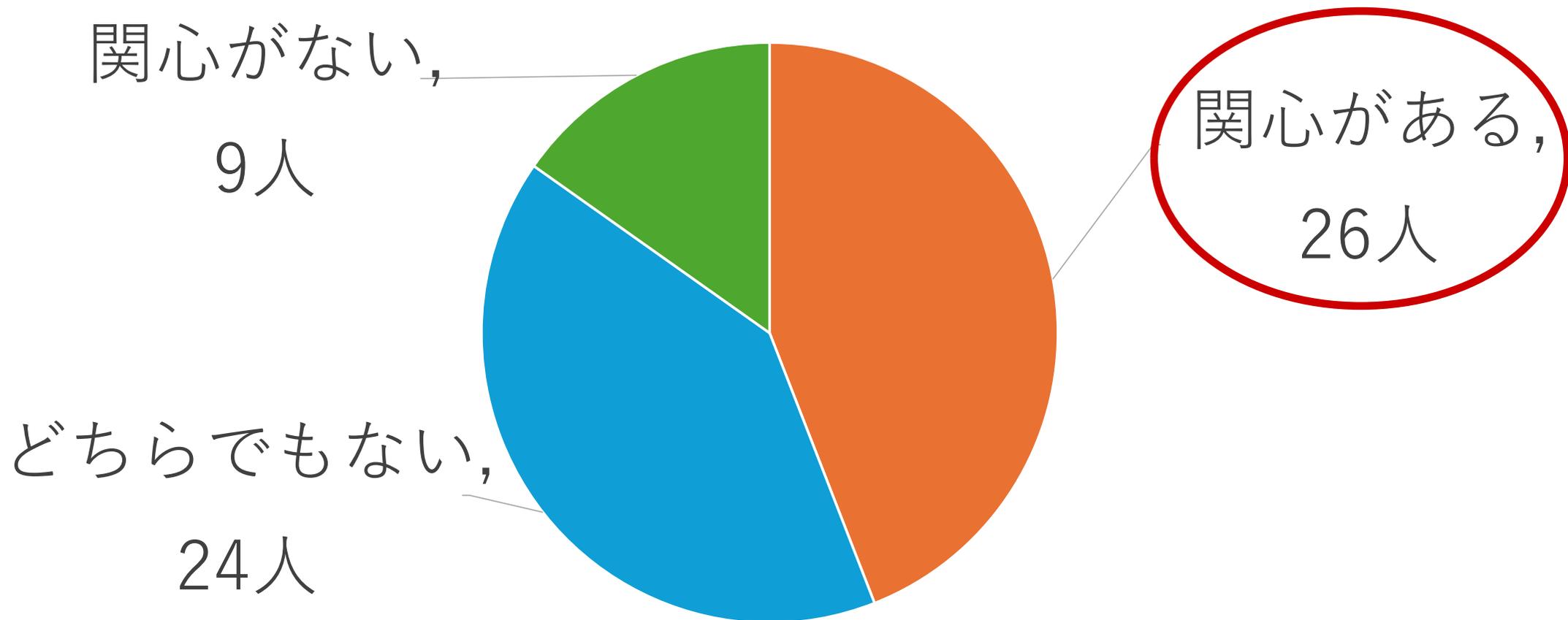


最も強く印象に残る学びは何か

59人

最も強く印象に残る学びは何ですか？	人数
学校が計画した校外学習（修学旅行やフィールドワークなど）	20
学校が計画した校内学習（人権講座や学年HR等）	4
学校の授業（授業中に見た映像や配布資料、宿題等を含む）	129
個人の自由な時間の中で、たまたま見かけたテレビ放送の番組（地上デジタル放送）	28
個人の自由な時間の中で、たまたま見かけた書籍や紙資料	5
個人の自由な時間の中で、たまたま見かけた動画配信サービスの番組（youtube, TVer等）	6
個人の自由な時間の中で、たまたま訪れた資料館等	1
個人の自由な時間の中で、興味を持って見たテレビ放送の番組（地上デジタル放送）	8
個人の自由な時間の中で、興味を持って見た資料館等	1
個人の自由な時間の中で、興味を持って見た書籍や紙資料	2
個人の自由な時間の中で、興味を持って見た動画配信サービスの番組（youtube, TVer等）	2
別の目的の最中にたまたま見かけた。 （例：アクション映画を見ていたらたまたま原子力発電所がテロにあった。）	6
特に学んだ覚えはない。	48
総計	260

学校関係以外を選んだ人の原子力への関心は？



事前調査（1年生対象）から分かること

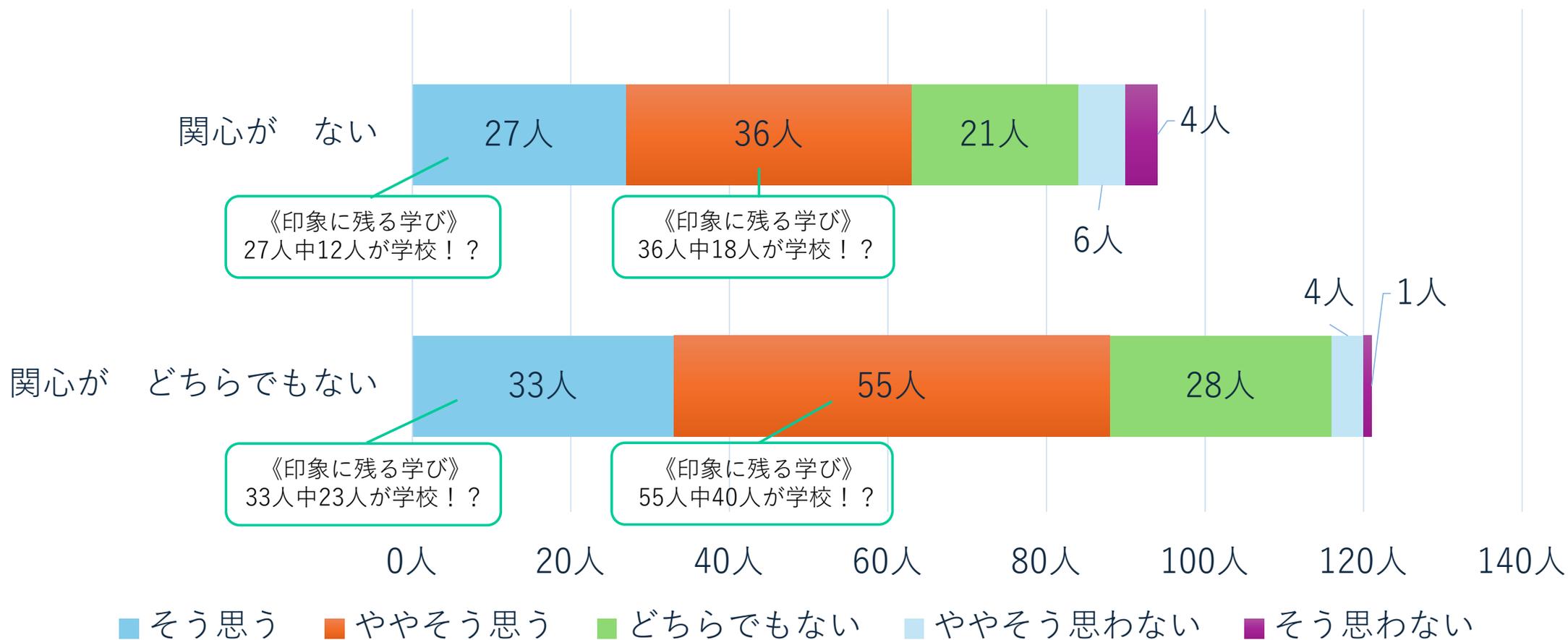
学校の授業をきっかけに原子力発電に興味を持った人が**全然いない**。

それに対して、**学校以外のきっかけ**で原子力発電に興味を持った人は人数的にも、割合的にも多い。

1年間の約60%は学校の授業や行事で過ごすのに、
学校で興味を持つきっかけが作られていない？

→今のエネルギー教育を変える必要がある

原子力に関心がない・どちらでもない人 の原子力に対する「必要」なイメージ



原子力発電に対して関心がないのに 「必要」 「不要」

||
無責任な意思決定

技術が発達し続けたら、
将来原子力発電が**増える可能性**は十分にある

→無責任では許されない

研究の目標

授業ではほとんど習わない



原子力発電について考える きっかけをつくる

自己決定理論

(Deci & Ryan, 1985)

無関心を関心に変えるには、あくまで内発的動機づけ『楽しい・興味がある (=関心がある)』がきっかけであってほしい！

自己決定理論とは

外発的動機づけと内発的動機づけは**二元論的**
に扱うべきではない！



外発的動機づけと内発的動機づけは、連続し
ており、**統合的**に捉えるべきだ。

= **自己決定理論**

自己決定理論とは

内発的動機づけ ⇒ **自律性・有能感・関係性**の欲求

- ・ 自律性：自分の行動を自由に選択する
- ・ 有能感：知識や技術の上達を実感する
- ・ 関係性：他者と感情的に結びつく

外発的動機づけを調整的に行い、内発的動機づけによって行動するようにしていく

◎自律性と有能感を形にしたものが**ゲーム**である！！

ゲーミフィケーション

非ゲーム分野にゲームもしくはゲームの要素を応用し、行動を変容すること。

◎エネルギー問題を**ゲーム**で体験することができないだろうか。

ゲーミフィケーションの有用性①

- ・教育版マインクラフト
(文科省「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」より引用)

子どもたちは「マインクラフト = **楽しいゲーム**」として認識し、実際にゲームとして遊んでいる子どもも多い。(中略)
一人勝手な世界を作るのではなく、クラスメートとどのように協力して世界を作るか、共同作業を通して**協調性**も身につけながら**プログラミング的思考**を学ぶことのできる教材である。

【 文科省「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」より引用 】

ゲーミフィケーションの有用性②

ゲーミフィケーションの7つの規定要因より

- ①ポイント
- ②レベル **【有能感】**
- ③リーダーボード（達成度評価）
- ④バッジ
- ⑤オンボーディング
- ⑥チャレンジとクエスト **【自律性】**
- ⑦ソーシャルなエンゲージメント

【 商品開発・管理学会（2022）. 商品開発・管理の新展開 より 】

ゲーミフィケーションの有用性③

② レベル

今どのレベルにあるのか、あとどれほど活動行えばクリアするのかが、数値化、可視化されているレベルシステムがある。

⑥ チャレンジとクエスト

知的に挑戦や冒険を行うもので、サービスによって、あるいはユーザー自身によって設定された基準をクリアするように求められる。

町づくりシミュレーションゲーム による検証

研究デザイン

事前調査《1年生260名対象（有効回答数のみ）》

ゲームに関わるどころ

事前調査《3年生探究科目受講生55名対象（有効回答数のみ）》

1年生に実施したものと同様のアンケートを行う。

ゲームの実施

1グループ2～3名、合計8グループに対してゲームを実施する。
一度に2グループを実施する。

事後調査 → ディスカッション

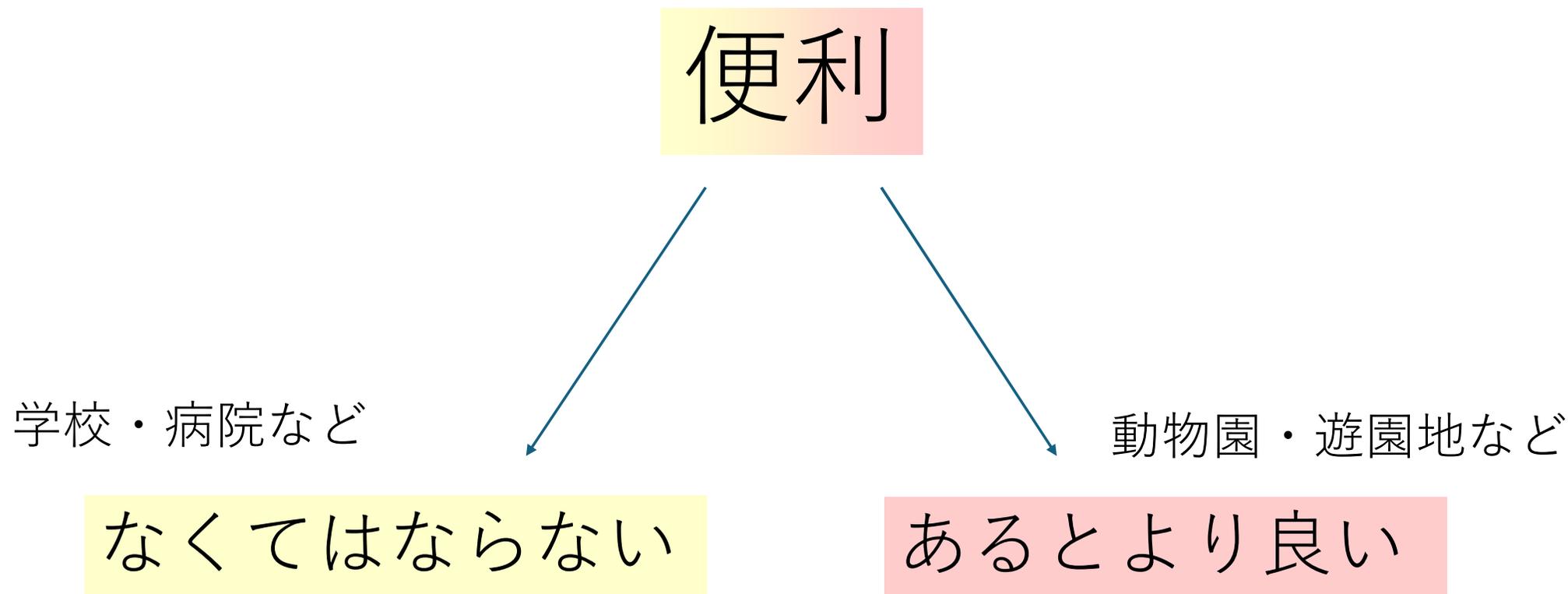
事前調査と同様のアンケートを行い意識変容を調査する。

ディスカッションでは、「原子力の印象」、「エネルギー問題への関心」、「原子力発電所への関心」を話題とする。

自由記述アンケート

ゲームの感想を収集する。

ゲームの内容①



◎どちらも**電力**が技術を支えている

ゲームの内容②

市長になって予算内で理想の町をつくる

- ◎プレイヤーは建物や施設のLv.を予算内で調整し、目標となる住民の評価を達成する。
 - ・建物のLv.は導入する技術の高低を示す。
 - ・Lv.を上げると住民の評価も上がるが費用も上がる。

ゲームの内容③

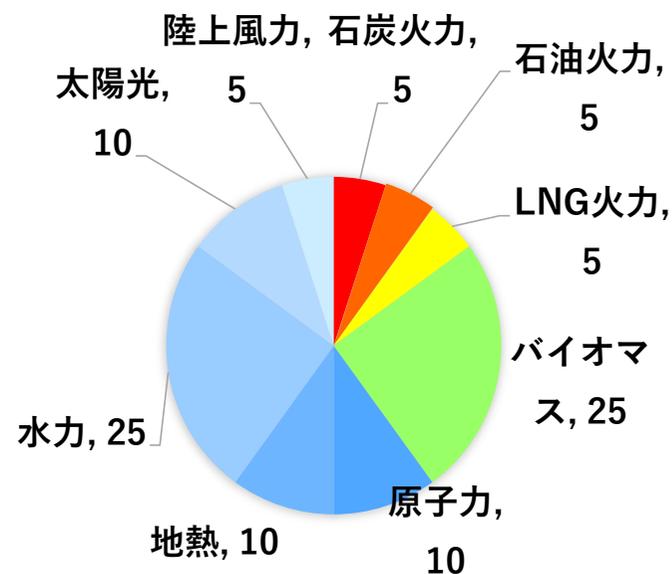
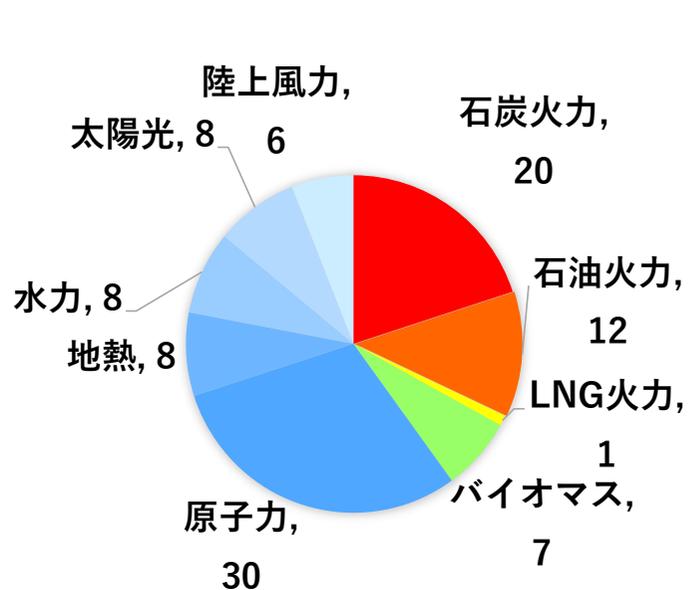
事前調査 《3年生探究科目受講生55名対象》

原子力発電に対する**関心、印象、態度**を調査

ゲームの内容④

ゲームを始める前に…

エネルギーミックスを自由に作成
(知識なし)



町づくりゲームの流れ①

決められた予算の中で、目標の住民の評価を獲得することがクリアの条件となる。

1. 様々な建造物のLv.を予算内で調整する【課題①】

予算内で目標の評価に達すると、**一旦クリア**

2. 作った町の消費電力を提示

3. エネルギーミックスの作成【課題②】

発電に関する資料と基準を提示し、目標値に達すると**一旦クリア**

《町づくり》

コスト	6 6 0 億
大人の評価	3 5 0
子供の評価	3 0 0
治安	- 5 0

※道、教はLv.1以上

他は選択しなくても可

《エネルギーミックス》

水力発電	1 0 %
地熱発電	5 %
原子力発電	7 0 %

風力発電 + 太陽光発電 : 火力発電 = 1 : 2 以上

暖色 CO2排出量が多い (色が濃いほうが排出量が多い)

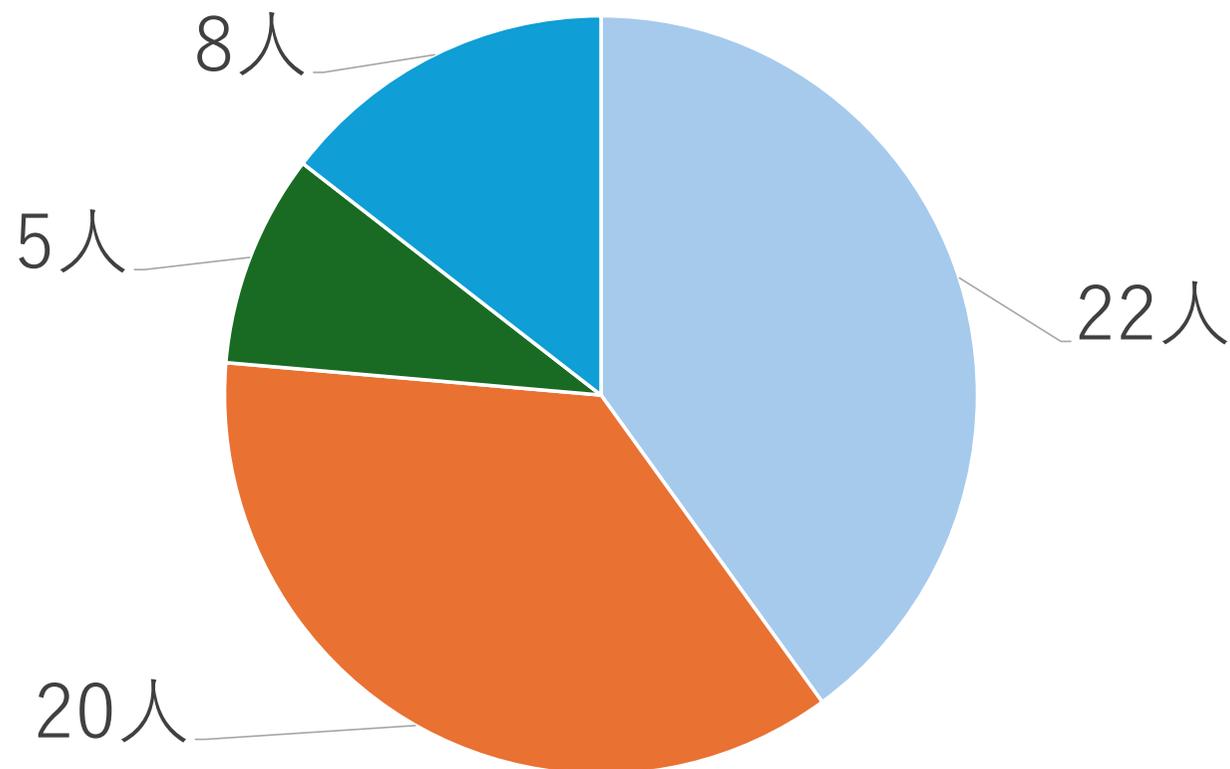
寒色 CO2排出量が少ない

町づくりゲームの流れ②

4. 関西電力のエネルギーミックス及び電気代の比較
5. 町づくりとエネルギーミックスのやり直し

理想の町ができたならゲーム終了

半径10km圏内に原子力発電ができれば・・・ (3年探究)



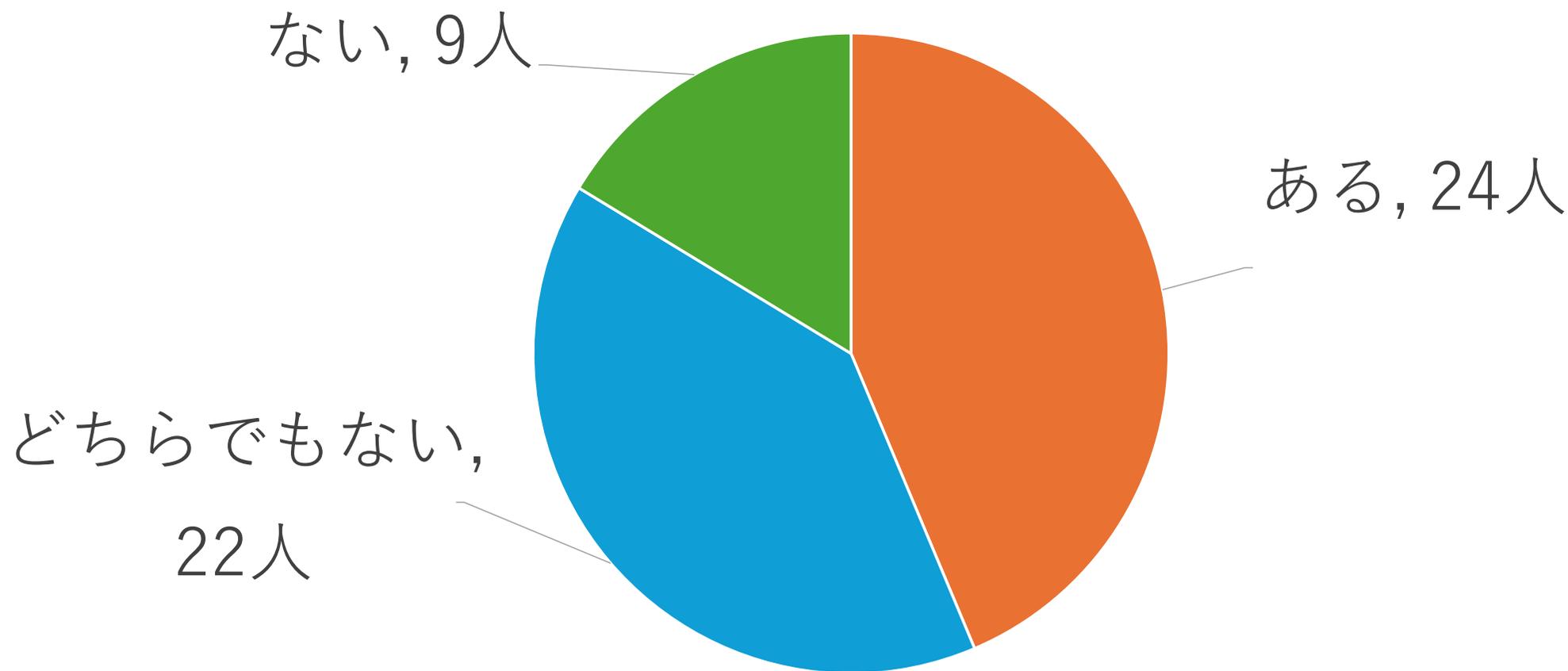
■ 他の場所に作って欲しいと思う

■ 原子力発電ができて仕方がないと思う

■ 原子力発電の建設に関心がない

■ 原子力発電を廃止すべきだと思う

原子力発電に関心があるか（3年探究）



「関心」と「最も印象が強いイメージ」 (3年探究)

原子力への関心

最も印象が強いイメージ

ない	暗い	1人
	印象が強いイメージはない	1人
	危険	7人
どちらでもない	おもしろい (学問として原子力が興味深い)	1人
	暗い	1人
	印象が強いイメージはない	1人
	危険	14人
	必要	4人
	役に立つ	1人

ゲームの手順①

自由にエネルギー
ミックスを
つくってもらおう



ゲームの手順②

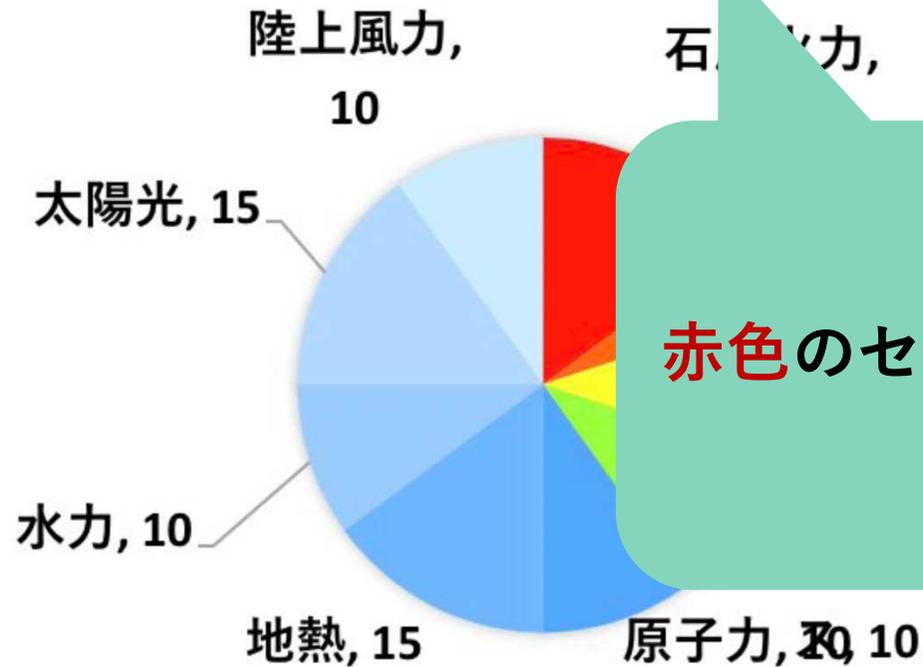
カードを見ながら
自分の理想の町を
つくる

町市もモデルとせずに、あなたが自由に考えてください。

エネルギー	コスト
太陽光	15
陸上風力	5
LNG火力	10
バイオマス	10
原子力	10
地熱	15
水力	10
太陽光	15
陸上風力	10

100

エネルギーミックス



赤色のセルがある

ゲームの手順③

クリア！

基準値を超えない
町をつくり直さず
(赤色のセルをなくす)

町と各施設に
かかる消費電力

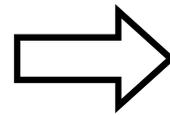
目標となるそれぞれの項目				
	金額	大人	子供	治安
	2452	540	255	140
内容	金額	大人	子供	治安
+ 駅 + 空港	2000	100	50	0
中学校 + 高校 + 大学	210	80	50	-20
ライブ	15	50	20	-10
カラオケ	10	10	25	-10
市立病院	50	150	80	0
病院	0	0	0	0
温泉	なし	0	0	-10
		30	60	150

暖色
寒色



A、最悪の場合死亡する可能性もある

1999（平成11）年9月30日、茨城県東海村にあるJCOウラン加工工場において放射線が周辺に漏れ出す事故が発生し、被ばくした作業員2人が亡くなった。（他の発電所でも事故が起こっている）



東海村JCO臨海事故において被ばくされた方の皮膚（被ばく後26日） 野中宏樹さんの資料より





A、環境に優しい

原子力発電は太陽光発電や水力発電と同じ、
CO₂を排出しないクリーンエネルギー！
燃料（ウラン）の約95%はリサイクル可能。



A、原子力発電を作ることによって交付金が交付される。公共施設の充実につながる！！



敦賀駅



商店街の駐車場

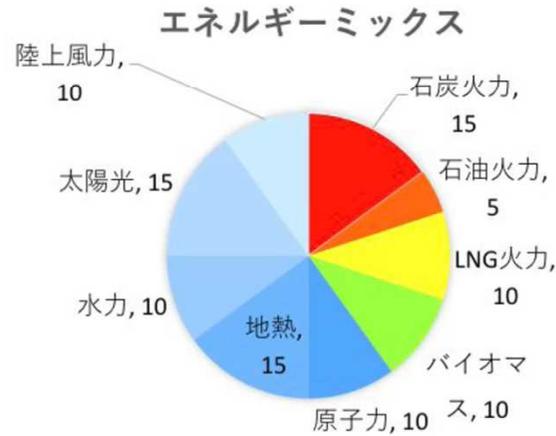
ゲームの手順④

④

はじめに作ったエネルギーミックスが反映されているので基準値を超えないように作り直す

あなたの町のエネルギーミックス		円/1KWh
石炭火力	15	1.875
石油火力	5	1.335
LNG火力	10	1.07
バイオマス	10	1.32
原子力	10	1.15
地熱	15	2.505
水力	10	1.09
太陽光	15	1.935
陸上風力	10	1.98
	100	14.26

ここに半角数字を入力！



クリア！

ゲームの手順⑤

関西電力より電気代が高い

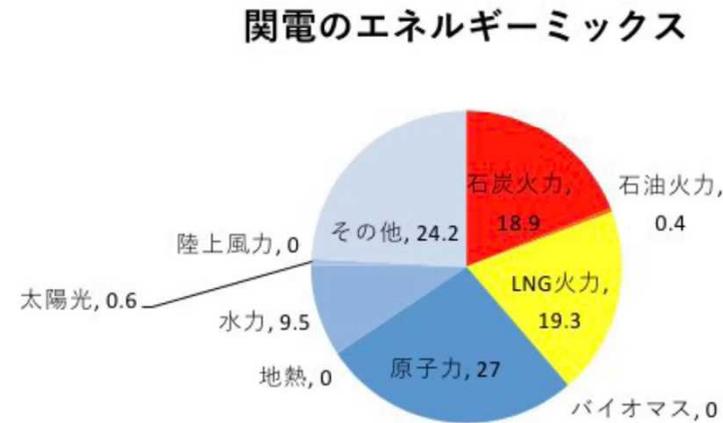
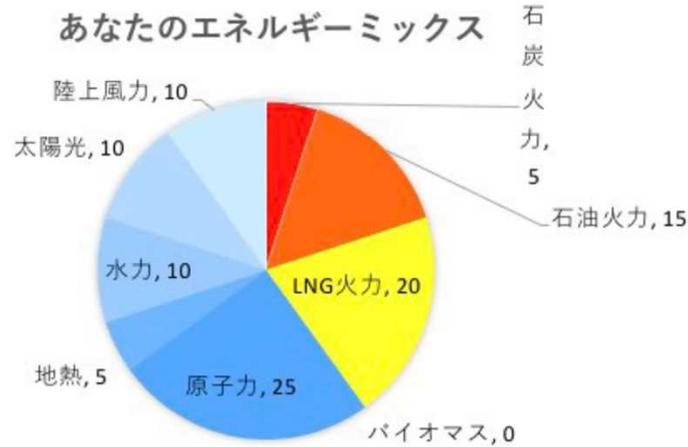
あなたが作った町	差	参考：関西電力（近畿地方）
電気代： 14.84 円/KWh	2.34	あなたの町の電気代： 12.50328571 円/KWh
消費電力： 118,123,112 KWh		あなたの町の消費電力： 118,123,112 KWh
発電コスト： 1,752,946,982 円/h	276,019,963	あなたの町の発電コスト： 1476927019 円/h
年間電気代： 1440311.04 円	226,792	一世帯当たりの年間電気代： 1213518.898 円
— 関西電力]		※近畿の年間電気消費量 4044 KWh

エネルギーミックス	割合	単価：円/1KWh
石炭火力	5	0.625
石油火力	15	4.005
LNG火力	20	2.14
バイオマス	0	0
原子力	25	2.875
地熱	5	0.835
水力	10	1.09
太陽光	10	1.29
陸上風力	10	1.98
合計	100	14.84

ここに半角数字を入力！

関電のエネルギーミックス	
石炭火力	18.9
石油火力	0.4
LNG火力	19.3
バイオマス	0
原子力	27
地熱	0
水力	9.5
太陽光	0.6
陸上風力	0
その他	24.2
合計	99.9

関西電力と比較して、やり直しても可



ゲームの手順⑥

④

あなたが作った町		差	参考：関西電力（近畿地方）	
あなたの町の電気代：	14.84 円/KWh	2.34	あなたの町の電気代：	12.50328571 円/KWh
あなたの町の消費電力：	118,123,112 KWh		あなたの町の消費電力：	118,123,112 KWh
あなたの町の発電コスト：	1,752,946,982 円/h	276,019,963	あなたの町の発電コスト：	1476927019 円/h
一世帯当たりの年間電気代：	1440311.04 円	226,792	一世帯当たりの年間電気代：	1213518.898 円

※差は「あなたの町 - 関西電力」

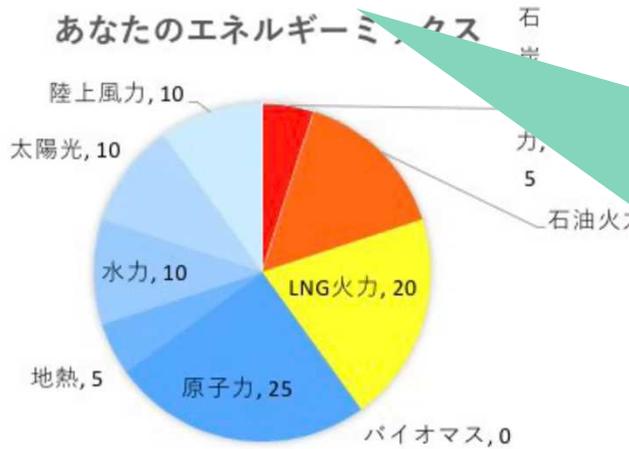
※近畿の年間電気消費量 4044 KWh

あなたの町のエネルギーミックス			：円/1KWh
石炭火力	5	0.625	
石油火力	15	4.005	
LNG火力	20	2.14	
バイオマス	0	0	
原子力	25	2.875	
地熱	5	0.835	
水力	10	1.09	
太陽光	10	1.29	
陸上風力	10	1.98	

ここに半角数字を入力！ 100 14.84

関電のエネルギーミックス		発電コスト
石炭火力	18.9	12.5
石油火力	0.4	26.7
LNG火力	19.3	10.7
バイオマス	0	13.2
原子力	27	11.5
地熱	0	16.7
水力	9.5	10.9
太陽光	0.6	12.9
陸上風力	0	19.8
その他	24.2	

99.9



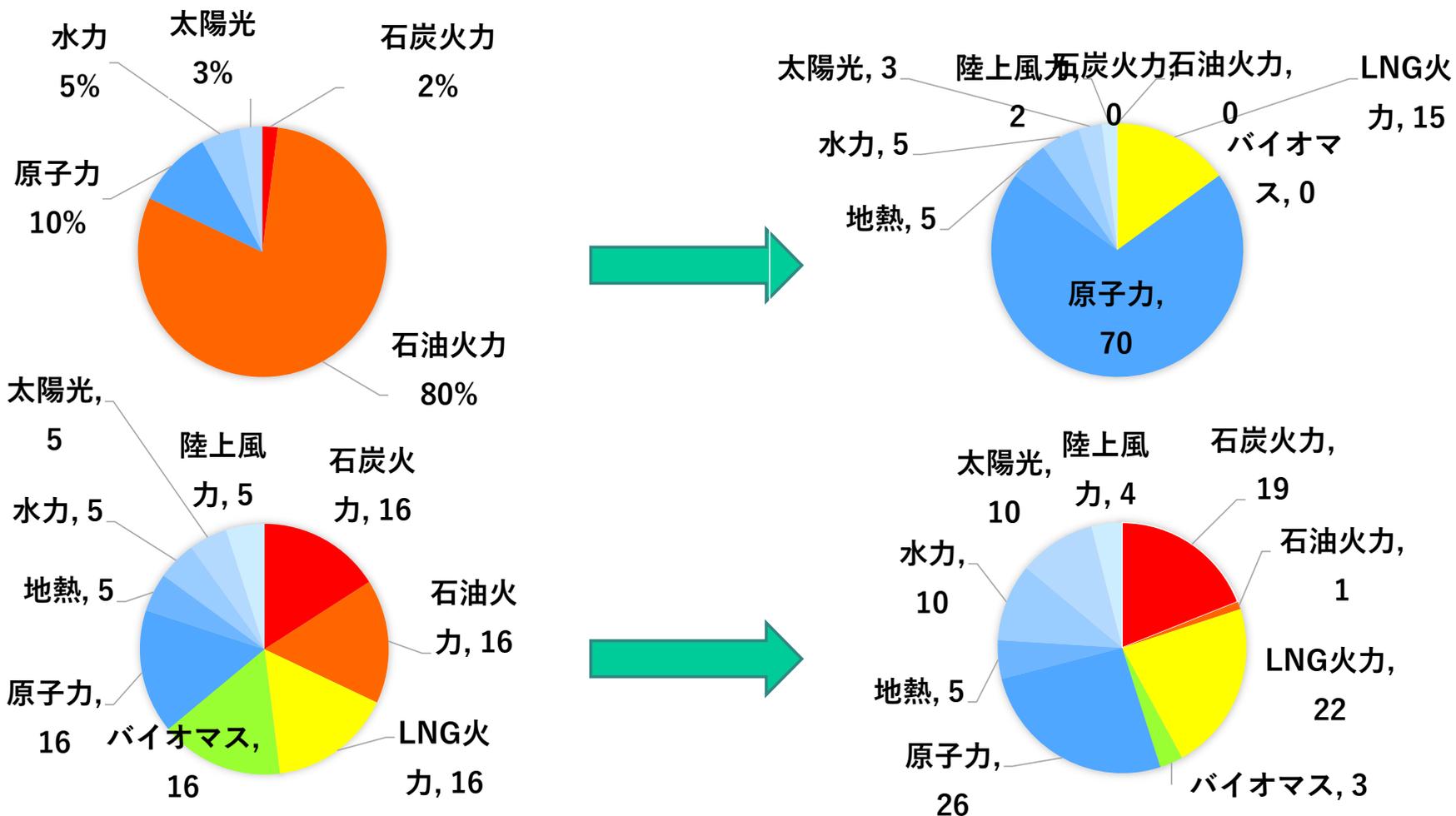
関電のエネルギーミックス



原子力発電を使ったグループは、
空港を立てることができる！
(または予算2660億まで)

結果

エネルギーミックスの変化



資料の提示とゲームのグループ

原子力発電に対してネガティブなイメージを抱きやすい

→ **N資料**

原子力発電に対してポジティブなイメージを抱きやすい

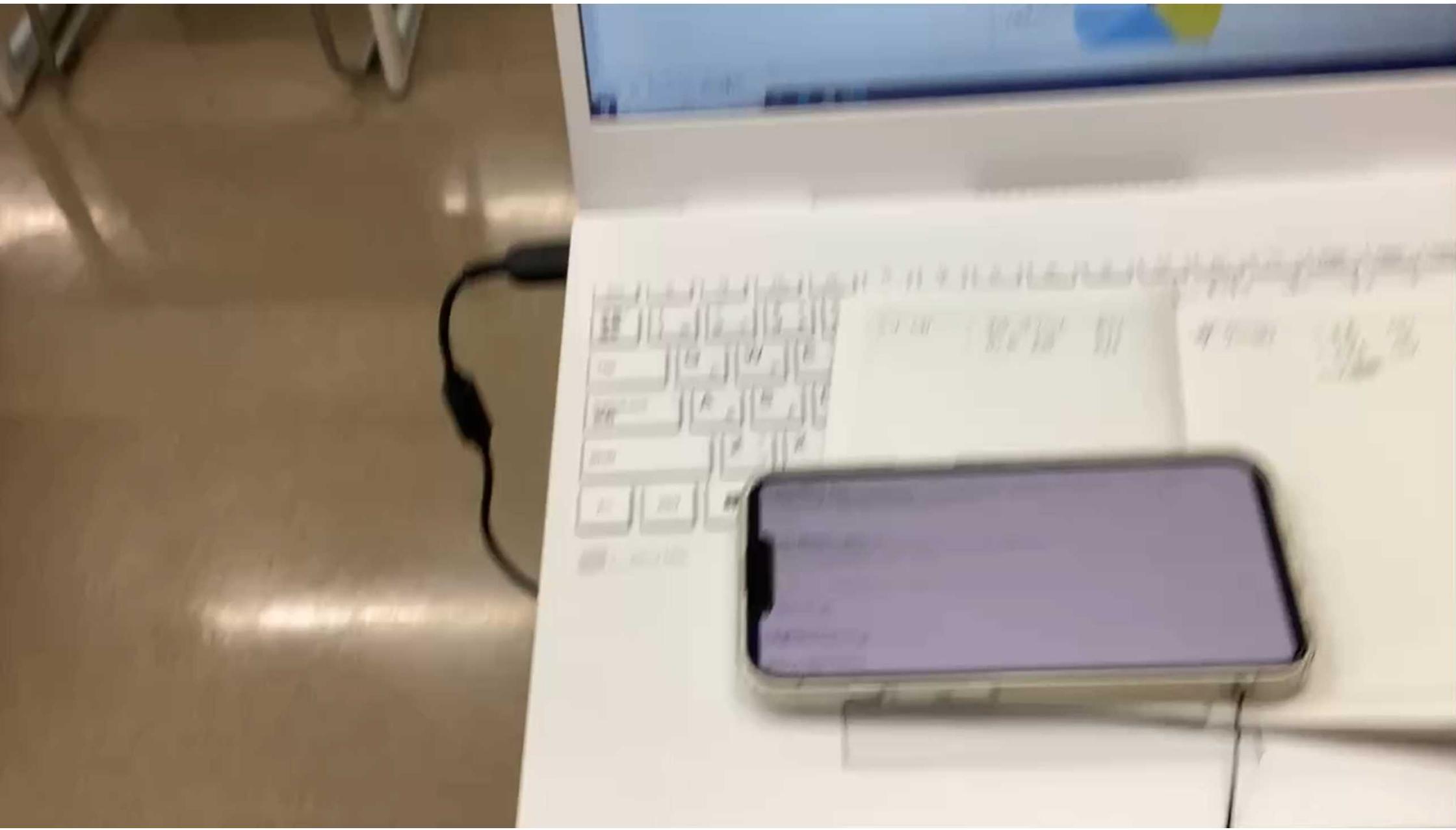
→ **P資料**

A群 → **P資料**を提示した後に**N資料**を提示する

B群 → **N資料**を提示した後に**P資料**を提示する

エネルギーミックス作成時間

日付	グループ	1回目	2回目 (資料閲覧後)	3回目 (関電比較後)
11月19日	A	5分16秒	14分25秒	6分53秒
	B	4分20秒	14分25秒	6分53秒
11月21日	A	4分21秒	16分7秒	26分40秒
	B	4分14秒	16分13秒	24分11秒
11月22日	A	1分42秒	11分29秒	7分13秒
	B	1分52秒	13分29秒	27分43秒
11月28日	A	計測失敗	11分41秒	5分4秒
	B	計測失敗	10分47秒	4分30秒



原子力発電に対する最も印象が強いイメージの変化

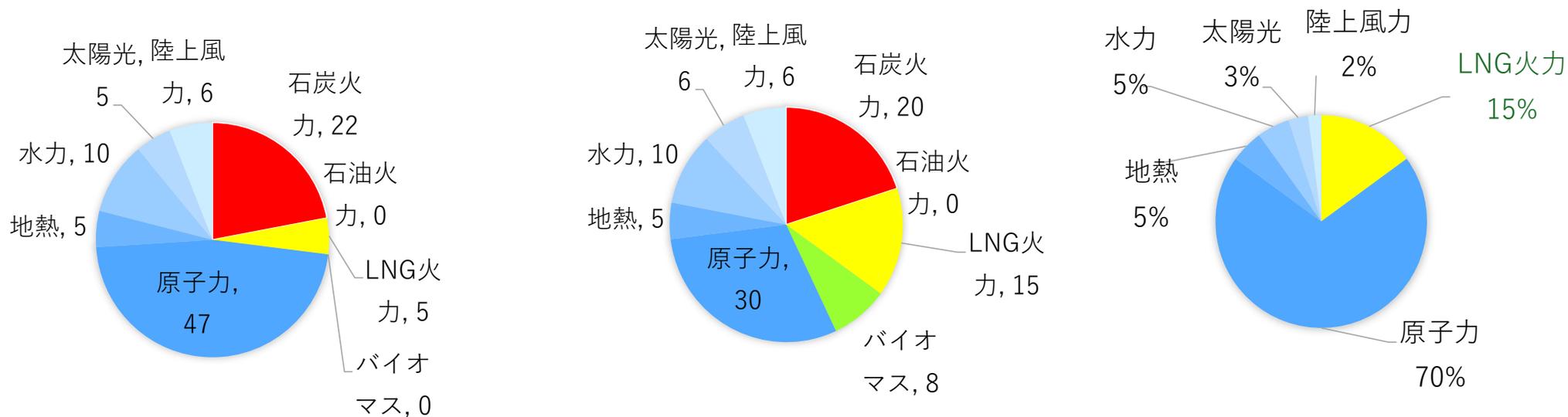
ゲーム前	→	ゲーム後
おもしろい (学問として興味深い)	→	必要
おもしろい (学問として興味深い)	→	必要
おもしろい (学問として興味深い)	→	明るい
危険	→	おもしろい (学問として興味深い)
危険	→	危険
危険	→	危険
危険	→	必要
危険	→	必要
危険	→	役に立つ
危険	→	役に立つ
必要	→	必要
必要	→	必要
必要	→	役に立つ
役に立つ	→	役に立つ

半径10km圏内に原子力発電所ができたときの態度の変化

ゲーム前	→	ゲーム後
原子力発電ができて仕方がないと思う	→	原子力発電ができて仕方がないと思う
原子力発電ができて仕方がないと思う	→	原子力発電の建設に関心がない
他の場所に作って欲しいと思う	→	他の場所に作って欲しいと思う
他の場所に作って欲しいと思う	→	他の場所に作って欲しいと思う
他の場所に作って欲しいと思う	→	原子力発電ができて仕方がないと思う
他の場所に作って欲しいと思う	→	他の場所に作って欲しいと思う
他の場所に作って欲しいと思う	→	他の場所に作って欲しいと思う
原子力発電を廃止すべきだと思う	→	原子力発電ができて仕方がないと思う

結論

高校生による2050年のエネルギー・原子力計画を策定しよう！



関わり方を工夫すれば、関心を持ってもらうことはできる！

何を優先するの？便利さ？CO2？でもやっぱり…

途中でゲームをやめることもできたが、関西電力のエネルギーミックスを提示すると、コストとCO2を比較することができたのに、全員が関西電力よりも電気代を安くしようとした。



このままいけば2050年の私たちの社会では発電においてコストばかりを重要視するのではないか。

コストのことを考えると・・・

- ①火力発電はどうしても安く発電できる**石炭**が多くなってしまい、環境に目をむけることができなくなる。
- ②コストが安くて大量の電力をつくることができる**原子力発電**を使わざるを得なくなる。

今後の課題

「原子力発電は**必要**だけど自分のところには作ってほしくない」という考えの人が増える。

→原子力発電所を**どこにも**建てることができなくなる。（立地の押し付け合い）



知識と**態度**の**乖離**について考えることがこれから求められるエネルギー教育である

引用文献

- 藤永保（2013）．最新心理学辞典 平凡社.
- 鹿毛雅治（2013）．学習意欲の理論 学習意欲の理論.
- 藤田美幸（2018）．ゲーミフィケーションにおけるユーザの動機づけとエンゲージメントの関連 日本情報経営学会誌, 38, 83-92.
- 井上明人（2012）．ゲーミフィケーション ゲームがビジネスを変える NHK出版.
- ケビン・ワーバック、ダン・ハンター（2013）．ウォートンスクールゲーミフィケーション集中講義 阪急コミュニケーションズ.
- 文部科学省初等中等教育局情報教育・外国語教育課. “小学校を中心としたプログラミング教育ポータル”. 文部科学省.
https://www.mext.go.jp/miraino_manabi/content/376.html, （参照2024-06-20
- 商品開発・管理学会（2022）．商品開発・管理の新展開 中央経済社.