



エネまるクラフト

-デジタルツインで学ぶ再生可能エネルギー-

第36回全国高専プロコン松江大会

課題部門

登録番号: 10027

対象者: 小・中学校中～高学年

環境を“知る”から、“動く”時代へ——

- 日本では以下の項目の達成を目標にしている
- 環境教育を通じて学校・家庭・地域が連携し、子どもが環境への理解を深め、**持続可能な社会**に向けた**行動につなげる**こと
 - 環境教育はただ教えるだけでなく**問題解決能力**などの積極的な**行動を促す**こと



2030年までに
再生可能エネルギーの
割合を36-38%
にすることが掲げられて
いる



実際の現場の声(ヒアリング結果)



小学校5年担任

発電方法などから環境問題について具体的に考える教育をしたいが、**手軽なキットがない**。



小学校5年生

学校の環境問題の授業は、楽しくないし、興味がわかないし、**つまらない**。



小学校6年生

環境問題に興味はあるが、今の学校の授業は座学中心で、**具体的なイメージ**がわかない。

もっと現場に寄り添った、**可視化して楽しく学べるキット**が必要！

そこで「エネまるクラフト」を提案します！



小学生が実際に“動いて”エネルギーを学ぶ！
運動場に出て、発電モジュールを使って活動！
エネルギーがつくれそうな場所(日ざしが強い場所、風が強い場所など)にモジュールを置いて、
発電量、発電効率を学べる!!

子どもたちの置いた発電モジュールのセンサの値に応じた電気がMinecraft内部に数値的に反映され、町が発展していく！
また発電量で発展度合いが違うので、環境の違いによる差を直感的に理解することができる！

「エネまるクラフト」とは、環境問題教育とMINECRAFTを融合させ、
学校を舞台に再生可能エネルギーに触れる新感覚Active Learning教材！

デジタルツインを活用

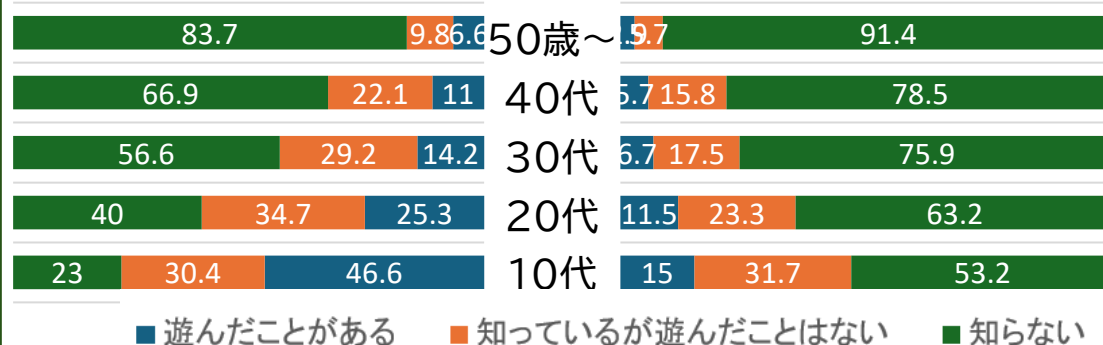
デジタルツイン

→現実の世界から収集したさまざまなデータを、まるで双子であるかのようにコンピュータ上で再現する技術のこと

実際に自分たちが収集したエネルギーから生まれる電力で仮想空間の町を動かせる!!「センサデータで都市が発展する世界」の体験を通して、**小学生のやる気、興味を引き出す!!**

MINECRAFT:3Dブロックで構成された仮想空間の中で、ものづくりや冒険が楽しめるゲーム。
日本そして世界で広く遊ばれている。

Minecraftの認知率とプレイ経験（左:男性 右:女性）



ターゲット層の**10代男性**
認知度は8割近くある!!

スマートアンサー調べ
<https://www.smartanswer.jp/reports/d68b8c85-27a0-499f-9845-3672b9256548>

Q.なんでMinecraftを利用するの？

A. Minecraftを利用することで、普段遊んでいるゲームで学習できるという**ワクワクを提供**するとともに、モジュールさえあればあとは私たちのMODを入れて**誰でもどこでも使用できる**という利便性を追い求めたからです。また、**Minecraft**内で生徒が**実際に歩いて**、自分の発電の**成果が実感**できるのも、見るだけではないMinecraftならではの長所です。

実際の再生可能エネルギーをスケールした デジタルツイン上で町が発展する様子を実感

①現実世界での 発電ポイント配置



学校グラウンドや周囲の発電が可能そうな場所に、小型のモジュールを配置

②バーチャル世界での 再現とシミュレーション



現実世界で置いたモジュールに対応する形で、Minecraft上に発電所などが構築される

③センサ連動による 町の発展



現実世界でのセンサデータをもとに発電量を反映
Minecraft上に再現した町が発展

システムを利用するユーザが得られること

身近な場所のどこで
発電ができるのか
具体的な想像を得る

現実世界の情報を元にした
デジタルツイン
によるイメージ獲得

他のグループと比べながら
具体的な発電方法の比較

再生可能エネルギーを体感するために教室から飛び出す！

探して・歩いて・感じて学ぶ！

このシステムは子どもたちが太陽光・風力などのモジュールを持って自分の足で探しに行ける！

実際に外に出て、発電できる場所を考えながら、自発的に行動できる



アクティブラーニングの実現



学校の日光
が強い場所



風が強い場所、
窓の隙間



学校の池や
排水溝の流れ



運動場や
蓄熱した石



学校の身近な発電ポイントを探してみよう!!

MINECRAFT 世界の発展と地図・グラフ機能で楽しさと学習効果を両立！

都市の発展

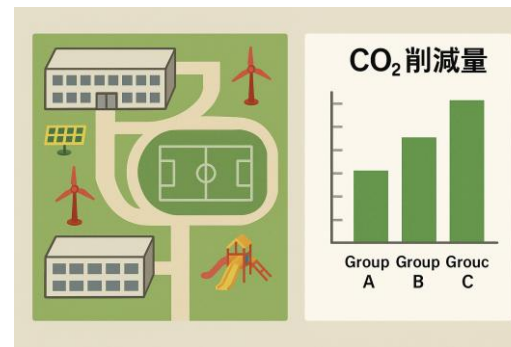
- 風力・太陽光などの発電モジュールのデータをもとにMinecraft上に発電所のデジタルツインを自動構築！
- 発電量の増減に応じて、Minecraft上の都市が段階的に発展！
- 建物が増えるほかにも、街灯が灯ったり、工場が動き出したり、電車が走り出したりといった動的な表現を取り入れることにより、より多くの電気が作れたことが一目でわかりやすい！



発展ポイント

地図&グラフでの振り返り

- 発電モジュールを置いた場所がリアルタイムで振り返りマップ上に反映！
→同じ発電方法でも、設置場所による発電量の違いを比較しやすい！
- CO₂削減量のグラフも確認できる！
→化石燃料を用いた発電と、環境への影響を視覚的に比較できる！



下の式は、CO₂削減量を計算したものである。
0.639とは1kWh分、火力発電で発電した場合のCO₂排出量の係数である

➡ 授業終わりでの振り返りに最適！

$$\text{CO}_2\text{削減量 [g]} = n [\text{kWh}] \times 0.639 \left[\frac{\text{kg-CO}_2}{\text{kWh}} \right] \times 1000 \left[\frac{\text{g}}{\text{kg}} \right]$$

子供たちが環境問題について考えるきっかけの創出へ！

システムの親しみやすさ

全世界の人々が知っている有名ゲーム「Minecraft」を環境問題教育に活用することで、子供たち一人一人が飽きずに楽しく環境問題について学べる！

楽しく学ぶを実現！

発電方式を比較できる

本教材は再生可能エネルギーの種類、発電量、CO2削減量の違いなどを視覚的に比較できる!!成果の見える化による理解促進や、CO2削減量や発電効率などの考察にもつながる！

地球規模での考察・解決へ

体験的に学習できる

本教材はモジュールを使用して、生徒たち自身が学校内で発電できそうな場所を見つけていく。身近なものからの発電方法、発電量が実感できる！

体験・実感から興味・関心へ

教育現場に取り入れやすい

本教材は、モジュールとMinecraftがあれば学べる。大きな機器なども使用しないため、どこでもすぐに取り入れることができる。また、Minecraftは世界中で遊ばれているため、世界においても取り入れやすい！

日本そして世界の教育現場へ

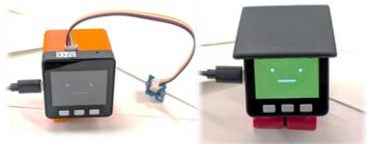
各特徴をもったモジュールで得られた値に重みをつけて処理

種別	建設されるもの	出力	必要労力	発展スピード
風力	風力発電所	中	少	安定して発展
日射量	太陽光発電	中～大	なし(自動)	昼間に一気に伸びる
地温	地熱プラント(マグマ)	大	少	早い・安定的
水量	水力発電機	中	少	安定して発展
手回し発電	原始的発電モデル	小	大(人力)	非常に遅い

ハードウェア構成



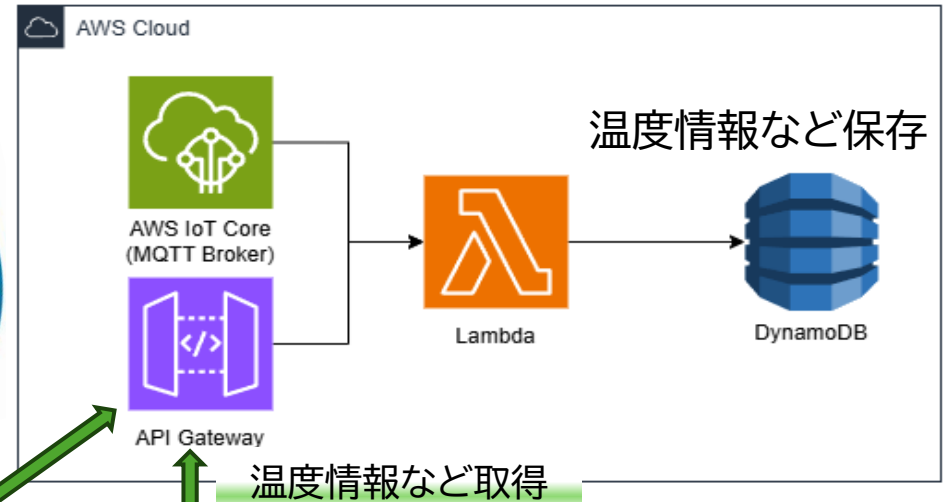
軽量な通信により現実のエネルギーを、仮想の世界で“見える化”



前頁
モジュールからのデータ

温度情報など
リアルタイム取得

MQTT



DB発電モジュールの
位置情報や発電率を
取得

振り返りマップ

NEXT.js



Open
Street
Map

MINECRAFT との連携



MODを開発し、API
Gatewayから各種
情報を取得する。
そしてその情報を元
に町を構築する。

開発環境

- ・OS:Mac,Windows11
- ・言語:C/C++,Python,TypeScript,Java
- ・クラウド:AWS
- ・エディタ:VSCode
- ・ライブラリ:ESP-IDF,OpenStreetMap,Next.js,MQTT

類似システム

・SDCs(2024プロコン作品)

物理ブロックで町を形成・映像化、環境状態により周囲が変化したり、存続バロメータを出力

・ハツデン

発電所を造って、自分の町に電力を安定供給するカードゲーム

先行特許

・実登3124003

温度差発電の仕組みを実験を通して学習できる教具の提供

・特開2014-204795

実際の節電行為を仮想空間でもリアリティをもって反映させ、プレイヤーの更なる節電行為への回帰傾向を強化するゲームプログラムの提供

相違点

相違点

私たちが考える「エネまるクラフト」の強み!!

- ・実際に外に出て、現実世界でデータをとる
- ・現実のデータをもとにデジタルツインを構築
- ・Minecraftを使用してシミュレーションする

Q. Minecraftで教育なんて本当にできるの？

- Minecraftは「プログラミングに役立つ」と注目されており、教育用の特別なバージョン「**教育版マインクラフト**」が小中学校で使われています。
- 自然に学べる仕組みが教育課題の解決に役立つとして、**総務省も推進**しています。
- システムはデジタルツインを楽しめるだけでなく、**発電量や発電効率に応じたCO2削減量のグラフ**を見ることができ、工学的な理解を深めます。
- 切磋琢磨する中で、自然と発電の仕組みと効率を考えることを促します。**環境問題に興味を持つことそのものが学び**になると考えています。

(参考)「教育版マインクラフトを活用したプログラミング的思考学習の推進」総務省、

デジタルツインをMinecraftで行って、教育に生かすのは
「エネまるクラフト」だけ!

開発計画

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
企画・資料作成							
仕様・設計							
開発							
テスト							
実証実験							
改善							

社会的意義

- ・教育界に、体感して理解を深める教材としての、環境問題学習キットの提供
- ・小学校教員へのヒアリング：反応良好で実装後には実際に使いたいというお声をいただいた。

今後の展望

- ・発電モジュールの種類拡大。再生可能エネルギーだけでなく、火力、原子力発電などとも比較
- ・現状は使用範囲が校内に絞られているが、地域版・地図連携などへの展開
- ・所属校のある都道府県内の小学校でのアポイント取り付け済みで、システム評価を予定