

# SDGs をテーマにした情報 I「総合演習」用のゲーミング教材

松田 稔樹

東京工業大学リベラルアーツ研究教育院

matsuda@et4te.org

筆者は、SDGs の達成に関わる政策評価を「総合的な探究の時間」の課題とし、その評価に役立つ準備学習を各教科で行うという「(新) 逆向き設計」手法を提案している。既に、数学や理科で教材開発を行っているが、教科連携と役割分担を考えるために、同じテーマで情報科向けの教材を設計する。

## 1. はじめに

筆者は、「総合的な探究の時間」の学習活動を設計してから、その準備学習を各教科で設計するよう、カリキュラム設計の考え方を考えるべきとして、「(新) 逆向き設計」手法を提案している<sup>1)</sup>。数学や理科では当該手法に基づく教材開発を、情報科では情報 I の年間指導計画を検討した<sup>2)</sup>。また、汎用的な設計観点をチェックリストにまとめた<sup>3)</sup>。

本稿では、上述の成果をふまえて、数学、理科との共通課題で、「総合的な探究の時間」につながる演習用ゲーミング教材を設計する。上述の年間指導計画ではポリ袋の削減を題材としたが、本稿ではバイオマス発電と環境保護を題材とする。

## 2. 課題概要～バイオマス発電

2018 年度時点の日本のエネルギー供給は、原子力 3%、再生可能エネルギー 12%、化石燃料 85% である。再生可能エネルギーは、その 3 割が水力発電であり、バイオマスを含む自然エネルギーが約 45% である。バイオマスは太陽光や風力と異なり、天候の影響を受けにくいという利点がある。

東京五輪で弁当の大量廃棄が発生した時に、「バイオマス発電に活用した」との言い訳がされたように、ホテルや食品販売業（以下、事業所）、家庭から出る生ゴミは、バイオマス発電の有力な原料になる。逆に、生ゴミを焼却処理すれば、CO<sub>2</sub> や NO<sub>x</sub> 等を発生させ、その焼却ゴミは水質悪化の原因にもなるから、環境負荷を高める。

家庭や事業所で発生する生ゴミ等の量は、人口や売上高から推定可能である。また、生ゴミ発生量から発電可能量や（コジェネレーションシステムなどで活用可能な）発熱量も推定できるし、CO<sub>2</sub> や NO<sub>x</sub> 等の発生とも関数関係にある。

一方、現状のゴミ焼却設備をバイオガス発電に転換することについては、設備や運用コストと電気料金収入などの両面から評価する必要がある。その際、エネルギー自給率や温室効果ガス発生量の改善なども、他のエネルギー・環境政策にかかるコストとの関係で評価する必要がある。

ただし、それらの評価を情報科のモデル化とシミュレーションの課題例として扱うことに対し、筆者は反対の立場をとる。詳細は別稿<sup>1)4)</sup>に譲るが、それらは数学や理科で扱うべきで、情報科では次章に述べるような内容を扱うべきである。

## 3. 他教科とは異なる情報科独自のテーマ

前述したポリ袋の削減課題では、ディポジット制度の導入と ICT を使った効果検証システムという方策を検討した。生ゴミによるバイオマス発電でも、情報科では、その政策効果を確実にするための情報システムの導入策の検討に焦点を当てる。科学的知見や数学的手法を用いてモデル化することがそもそも「情報として見る」ことであり、定量的データ分析することは、数学科の内容である。情報科は、技術的に情報化する方法や、人・社会・モノを制御する方法を考える必要がある。

現状のゴミ処理では、リサイクルゴミ以外は、主に、燃やすゴミと燃やさない（埋め立て）ゴミに分類する。バイオガス発電では、生ゴミを微生物で分解・発酵処理し、メタンガス等を発生させる。当然、原料の質が問われ、ゴミを出す家庭や事業所の協力が必要である。例えば、水分を減らす、生ゴミ以外を混ぜない、などである。そのためには協力金の提供といった策も必要であり、資源提供量やその質、配分すべき協力金を情報システムで評価・管理・分配する方策が必要になる。

## 4. バイオガス発電を成功に導く情報技術

新・逆向き設計は、縦糸・横糸モデル<sup>5)</sup>に即して問題解決を促す。最初は目標設定過程（問題分析＋計画立案）だが、ここでは前者に焦点化する。

問題分析では、問題の制約条件、目標（達成すべき良さ）を明確化し、要因間の関係を考慮した解決の見通しを立てる。この課題の本質は、生ゴミの排出者と回収量、協力金額、その出納状況の情報を管理することである。システム管理者は、バイオガス発電事業者であり、行政機関ではないと仮定する。よって、生ゴミ回収も事業者が行う。

大規模集合住宅や大型商業施設では、ディスポーザーで生ゴミを収集し、回収する方法がとれる。この場合、取引は建物管理者と発電事業者間で行い、入居者は賃貸料や管理料の割引を受けることとする。事業者間の取引なので、個人情報を取扱う必要も無く、今回の問題の対象外とする。

個別住宅や小規模集合住宅・商業施設などの場合、何らかのゴミ収集技術が必要になる。ただし、悪臭対策や水分除去などは情報技術の問題ではない。ここでは、バイオガス原料としての一定の質を担保できる生ゴミ回収ボックスを開発するという前提で、必要な情報をどう管理するかを考える。

家庭用太陽光発電と同様に、生ゴミの買い取り事業者は各家庭が選択できることとする。ただし、ゴミ回収事業者とゴミの買い取り事業者(=発電事業者)は同一とは限らない。この場合、ゴミ回収事業者は、どの家庭から、どの事業者に、どれだけ量の生ゴミを回収したかを把握し、情報と回収ゴミを提供する必要がある。なお、「発電事業者=買い取り事業者」とも限らず、回収ゴミは全て特定の発電事業者に引き渡され、その収益を契約ゴミ量に応じて売電事業者に配分することも考えられる。よって、その詳細は無視する。

構築するシステムに求められる良さは、情報の信頼性はもちろんのこと、各家庭は売電事業者と契約をしていること、生ゴミの回収情報は在宅状況の指標ともなりうることを考慮し、ゴミ回収業者が個人情報や回収情報を保持して漏洩することが無いようにすることが望ましい。

当該システムを既存システムとの類推で考えると、例えば、固定電話サービスが参考になるかもしれない。通話ごとに回線使用時間が計測でき、契約している電話事業者との契約内容に則して料金が請求される。ただし、回線事業者と電話事業者は同一とは限らない。異なるのは、家庭側が料金を払うか、受け取るかの違いである。

ただし、生ゴミ回収ボックスの仕様や回収方法によっては、異なるモデルと対応づける必要がある。例えば、回収ボックスは、好きな時に、好きな回収センターに持参し、回収してもらえるようにする手も考えられる。自宅での回収を前提にしなければ、個人情報や回収事業者に収集されるリスクは減る。回収ボックスに個別IDが振られている、あるいは、ボックスにICカードなどを挿入して、そのICカードに情報が記録されるなどの仕組みも考えられる。一方、この方法では、ボックスを持参する手間が発生するので、それを唯一の回収方法とすることはできない。また、この方法では、家庭ゴミと事業ゴミの区別が曖昧になる。ゴミ処理の場合、家庭ゴミは税金で処理費を負担し、

事業ゴミは事業者負担が原則だが、発電用に回収する場合は税金による処理負担が発生しないので、区別は不要という考え方もある。しかし、売電収入に対する課税面では、区別が必要と考えられる。

回収ボックスの管理についても、情報管理が必要だろう。かつて、生ゴミを減らすためにコンポスト購入費を地方自治体が補助する制度があった。生ゴミの焼却処分量を減らし、発電用に廻せば、焼却炉の寿命も延び、環境負荷も減る。よって、回収ボックスの購入を促進し、ゴミ排出量を減らすことを支援する意義がある。ただし、購入時に購入補助金を出すのか、一定量の回収後、あるいは買い換え時に補助金を払うかで、ゴミ削減効果は変わる可能性がある。また、ゴミボックスを耐用期限まで使うように、引っ越しする家庭などから使用状況に応じた価格でボックスを買い取り、中古品を別の家庭に安く販売する工夫も考えられる。このように使用状況の情報は個別のボックスに残しつつ、ゴミの売買情報の詳細に関しては、履歴が残らないように情報管理する必要がある。

以上の問題分析を前提に情報システムの代替案を考える。代替案は複数考えることが必須である。各代替案は批判的に検討し、問題点を改善しより良くする工夫を考える。生ゴミ回収と食品ロスの増加とのトレードオフ問題解消も考えられる。

## 5. おわりに

本稿では課題を検討し、どう解決するかは生徒達が代替案を出し合い、合意形成する活動を行う。今後、活動を支援するゲーミング教材を開発する。

### 参考文献

- (1) 松田稔樹：政策評価方法を指導する数学「課題学習」教材，日本教育工学会研究報告集，JSET21-4，237-244 (2021)
- (2) 松田稔樹，浅野智亮：水質改善課題を例とした理科探究活動用ゲーミング教材開発のための学習活動の定式化，日本シミュレーション&ゲーミング学会全国大会報告集，2021年秋号，24-29 (2021)
- (3) 松田稔樹：総合的な探求の時間から情報科の授業を構想する逆向き設計の方法．日本情報科教育学会第13回全国大会講演論文集，24-25，(2020)．
- (4) 松田稔樹：新・逆向き設計に基づくSTEM各教科のカリキュラムの改革，日本科学教育学会第46回年会論文集，発表予定 (2022)
- (5) 松田稔樹：情報科教育で扱うべき問題解決活動の明確化と授業・教材の設計指針，*Informa-tio*，12，37-43 (2015)