

## 三田市をカーボンニュートラル先進都市へ

板谷柊吾・川中波・米谷侑悟・貞廣吏乃・高松遥大  
(兵庫県立三田祥雲館高校 探究・情報・GIS 班)

### はじめに

三田市は2021年にゼロカーボンシティ宣言を行った。しかし、我々が質問したところ、具体的な計画はまだほとんど立てられていなかった。そこで2050年までに三田市がカーボンニュートラルを達成できるよう、政策検討をした。

### 研究方法

#### ①現状を知る

- 1, 自治体排出カルテを用いてCO<sub>2</sub>排出量を概算する。
- 2, 三田市のCO<sub>2</sub>吸収量をGISを用いて算出する。

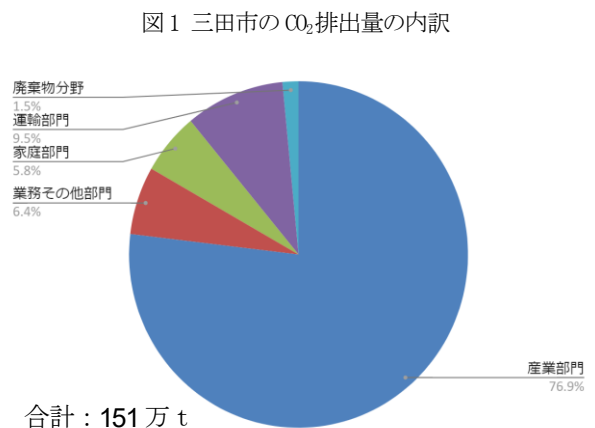
#### ②政策検討

- 1, CO<sub>2</sub>吸収量を基に最適伐採時期を求める
- 2, 太陽光パネルによるCO<sub>2</sub>排出量の削減量の試算。
- 3, 市民ができるCO<sub>2</sub>排出量削減のための行動の検討

### 結果と考察

#### ① 現状を知る

環境省の自治体排出カルテから三田市のCO<sub>2</sub>排出量の内訳は右のようになった(図1)。合計排出量は151万トンであった。分野別では産業部門、運輸部門が多くを占めていた。



次に地理情報システム(GIS)を用いて三田市の一年あたりのCO<sub>2</sub>吸収量を求めた。林野庁の平成29年度森林資源調査を参考に

計算した。森林による二酸化炭素吸収量は、GISツールを使い植生図、三田市の地図などを重ね、樹種ごとに面積を出し、それぞれの樹種に合うよう

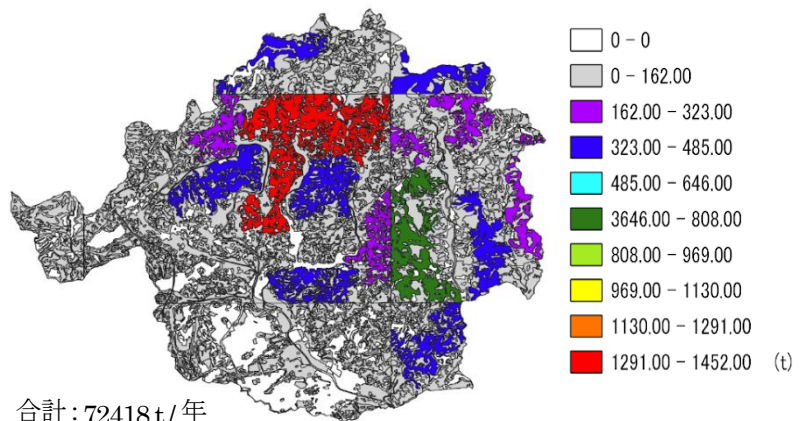
植物の炭素含有量 =

幹の体積×体積増加率×拡大係数  
×(1+地上部・地下部比)×炭素含有量

の式に係数を代入し、さらに物質量を考慮して、CO<sub>2</sub>吸収量に変換した。竹については、情報が少なく広葉樹の1ha当たりの年間CO<sub>2</sub>吸収量の10分の1として計算した。結果は72418t/年となった。

この結果から排出量と比較すると、森林による二酸化炭素吸収率は4.8%しかない事がわかった(図2)。

図2 三田市のCO<sub>2</sub>吸収量と分布



②政策検討

右のグラフ(図3)より、植えてからの年数によって一年あたりのCO<sub>2</sub>吸収量が異なることが分かる。よって、適切な時期で伐採を行うことでCO<sub>2</sub>吸収量が増加するのではないかと考えた。スギの伐採年数による100年間のCO<sub>2</sub>吸収量

右のグラフ(図4)より、40~50年サイクルで伐採した場合がもっと多くなっている。50年で伐採するときのCO<sub>2</sub>排出量は825.0t、100年間放置した場合のCO<sub>2</sub>吸収量は539.3tより、50年で伐採したときは伐採しなかったとき1.53倍となる。

次にこれらの吸収量を求める方法をアルゴリズム化し、プログラムによって自動的に求められるようにした。OPOSUM-DSカーボンニュートラル・シミュレーターを参考にし、1つ目はMicrosoft Excelを用いてVBAでプログラミングした(図5)。計算機のついたブックに、面積ファイル、蓄積ファイルを参照し、都道府県、樹種を指定することで、それらの数値をもとに1haあたりの年間CO<sub>2</sub>吸収量と最適伐採時期を算出する。しかし、Excelマクロでは、面積、蓄積のブックを逐一ダウンロードしなければならず、データの更新もできないのでWeb版を制作した。プログラミング言語はHTML, PHP, SQL文を使用した(図6)。このWebはMySQLのデータベースから情報を参照して計算を行うので、データのダウンロードが不要でかつ、こちら側からテーブルにレコードを追加しておくことで、データの更新が可能になった。しかし、Web版ではまだ最適伐採時期を求めるプログラムはできておらず、グラフも表示できない。そのため詳しく見たい場合はExcel版のほうが適切である。

図3 スギの1haあたりの年間CO<sub>2</sub>吸収量の変化

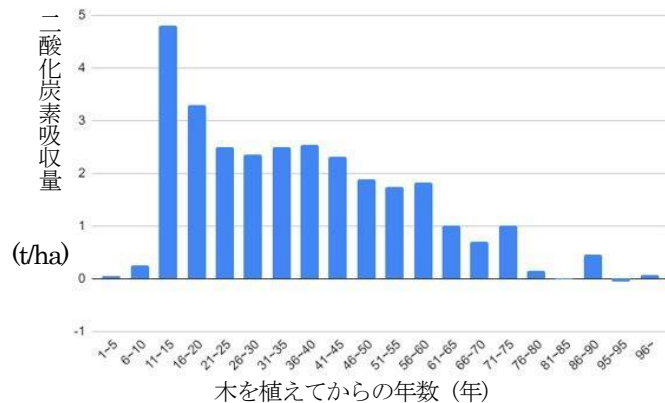


図4 スギの伐採年数による100年間のCO<sub>2</sub>吸収量

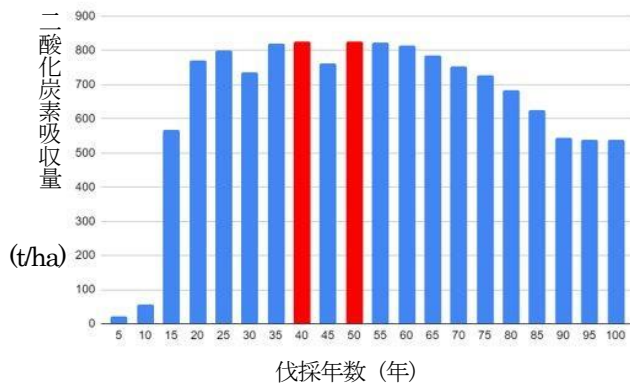


図5 Excel版 森林CO<sub>2</sub>吸収量シミュレーター

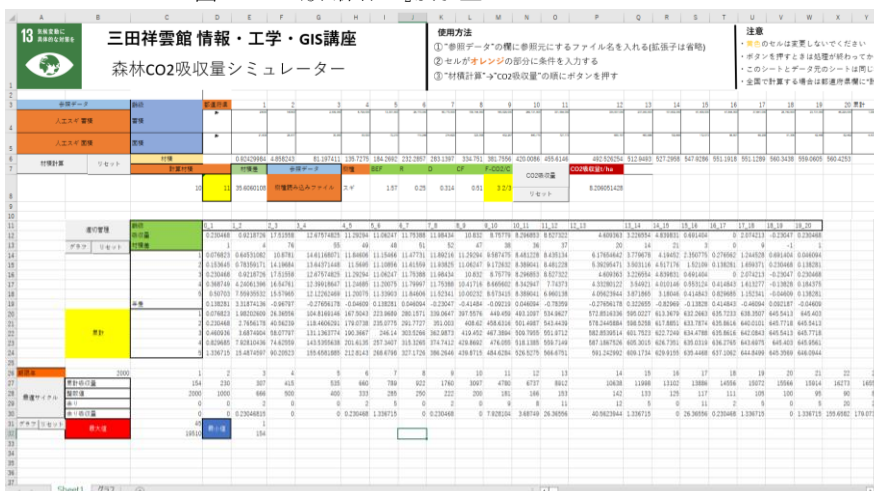


図6 Web版 CO<sub>2</sub>吸収量計算機



CO<sub>2</sub>排出量削減方法についても試算した。まず、家庭用ソーラーパネルの年間CO<sub>2</sub>削減量、設置にかかる費用について試算した。家庭用ソーラーパネルはシステム容量が10kW未満のものを指すので、今回は平均的なシステム容量とされる4.5kWを使用した。これにNEDO日射量データベースから求めた一日の日射量と損失係数をかける。すると一戸当たりの年間発電量を求めることができる。損失係数は塩害や日射量の過剰で失われる太陽光パネルの発電量を表す。今回は一般的に使われる0.85を使った。一戸当たりの年間発電量に三田市の太陽光パネル非設置世帯数と二酸化炭素排出係数をかけることで、年間CO<sub>2</sub>削減量が算出できる。結果は一年あたり66118tものCO<sub>2</sub>を削減できた。先ほど使用したシステム容量4.5kWに1kW当たりのシステム費用27.5万円をかける。すると一戸当たりの家庭用ソーラーパネルの費用を求めることができる。そこにパワーコンディショナーの20万円を足し、非設置世帯数43022をかけることで三田市での家庭用ソーラーパネル設置にかかる費用が算出できる(システム費用は経済産業省調達価格等算定委員会2021年度より)。結果は618億円もの費用がかかった。

これらの結果から市内全世帯に三田市が家庭用ソーラーパネルの設置負担をすることは難しいことが明らかになった。そのため、費用を負担する対象者、支援額を調整する必要がある。

企業が排出しているCO<sub>2</sub>つまり自治排出カルテでいうところの産業部門と運輸部門の一部を除いても、二酸化炭素吸収率は34.5%にしかない。つまり市民である私たちの行動がカーボンニュートラル達成には不可欠である。そこで、我々市民ができる行動とその効果を検討した。

まず家庭部門である。家庭部門のCO<sub>2</sub>排出量のうち電気の使用による排出が大きな割合を占める。現在の過程電力の消費量は一年あたり3611kWhとなっている。そのうちの5%を占める待機電力の削減に注目した。待機電力による電気消費をなくすと、2018tものCO<sub>2</sub>を削減できる。これはスギの森林2km<sup>2</sup>が一年に吸収するCO<sub>2</sub>量に相当する。

次に運輸部門で検討した。現在、一年で自動車一台あたり軽自動車なら1.73t、乗用車なら1.96tものCO<sub>2</sub>を排出している。例えば自家用車に乗る日数の一割を公共交通機関にすることで一人あたり0.187t、市民全体で行うと一年で10322tものCO<sub>2</sub>を削減できる。

最後に廃棄物分野で検討する。廃棄物分野ではエコバックの利用を考えた。家庭ごみのうち16.02にあたる3189tもの包装用プラスチックを削減することで、年間8834tのCO<sub>2</sub>を削減できる。

### 考察

三田市内では二酸化炭素吸収率が4.80%しかないため、今のままではカーボンニュートラル達成は不可能だということが明らかになった。また、三田市で排出されている二酸化炭素の8割は産業部門、

運輸分野である。そのため、どれだけ私たちが意識と行動を変えても市内の工場や企業が二酸化炭素の排出を削減しなければカーボンニュートラルは実現しない。私たちはカーボンニュートラルを実現するためにどのような対策を具体的にどれくらい取り組めばよいのかを数値化して、私たちの考える政策を三田市に提案していきたい。

#### 参考文献

環境省 自治体排出カルテ 林野庁 森林資源調査  
環境省 生物多様性センター OPOSUM-DS  
環境省 運輸部門(自動車)CO2 排出量推計データ  
環境省 地方公共団体における 2050 年二酸化炭素排出実質ゼロ表明の状況  
環境省 温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン  
国土地理院 GIS データ  
気象庁 気象データ(兵庫県三田市 1979 年~2020 年)  
林野庁 「森林資源の現況(平成 29 年 3 月 21 日現在)」  
林野庁 森林の地球温暖化防止機能について  
三田市 可燃ゴミ質調査分析業務

またこの研究を進めるにあたって下記の方々にご協力していただきました。

兵庫県立人と自然の博物館 三橋弘宗様  
三田市環境共生室環境創造課 辰巳武人様  
三田市環境共生室環境創造課 寺嶋晶子様  
三田市クリーンセンター 松木元吾様  
誠にありがとうございました。

今回制作したプログラムは Web サイトにて公開しておりますのでご自由にお使いください。  
質問等ございましたら右のメールアドレスまでご連絡ください。 [tankyu.jyoho.gis5@gmail.com](mailto:tankyu.jyoho.gis5@gmail.com)