

地球温暖化防止に向けたあいち CO₂ 削減都市の構築

グループ名：CO₂削減チーム

メンバー：伊藤元希、菅沼憲正、中村拓夢、笠木義明

チューター：加藤丈佳、窪田光宏、高橋知克

1. 現状の把握（課題認識）

種の絶滅や異常気象など地球の平均気温上昇が原因とされる事象が多発している昨今、地球規模の問題として地球温暖化問題が叫ばれている。その中で国だけではなく、愛知県においても、主たる温暖化の原因である CO₂ の排出量目標が定められている。愛知県の CO₂ 排出量の現状と将来目標を図 1 に示す。

2012 年度の CO₂ 排出量は 7,141 万 t-CO₂ となっており、2050 年頃の排出量の目標値は 2,340 万 t-CO₂ である。これらの実績値と目標値から排出量を直線的に削減すると仮定し、本施策のターゲットである 2036 年度における目標値を算出した結果、4,050 万 t-CO₂ となった。この値は基準年度である 1990 年度比で 45% の削減が必要であることを示している。

さらに排出量の部門別実績として、産業部門は減少傾向にあるものの、民生部門及び運輸部門は増加傾向若しくは横ばいにあることが判明している。そのため、県内の CO₂ 排出量削減のためには、これらの削減が進んでいない部門について重点的に取り組む必要がある。

目標達成に向け、目標と BAU のギャップを推定したものを図 2 に示す。結果、民生部門(家庭)で 470 万 t-CO₂、運輸部門で 240 万 t-CO₂ のギャップが生じることが判明した。

愛知県が策定している削減目標の達成、さらには県民の生活満足度向上のためには、この削減が進んでいない 2 部門について、抜本的な改革を伴う施策が必要となる。



図 1 愛知県の CO₂ 排出量の現状と目標

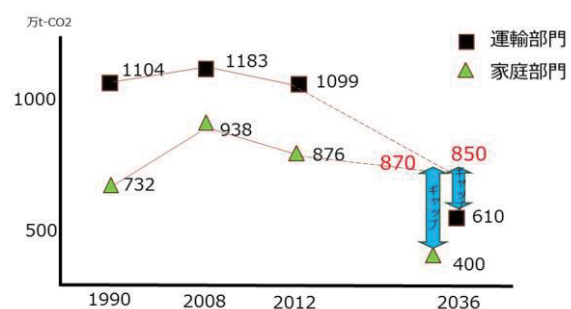


図 2 2036 年度の目標と BAU のギャップ

2. 2036年に向けての提言の概要

あいち地球温暖化防止戦略 2020 中に定められている 2050 年目標達成への一助として家庭部門及び運輸部門からの CO₂ 排出量ネットゼロ化を図り、かつ魅力ある都市機能を有したモデル地区を設定し、「SolarVege プロジェクト」の実施を提言する。

この「SolarVege プロジェクト」のプロジェクトの概念図を図-3 に示す。

提言にあたって整理した課題は以下

の通りである。



図3 SolarVege プロジェクトの概念図

家庭部門における課題は、近年再生可能エネルギーの導入が進んでいるものの、家庭で利用するエネルギー源は化石燃料に大きく依存しており、使用時に CO₂ が発生することである。また、一部の住宅には太陽光発電システムが設置されているものの、市レベルの範囲で考えるとまだまだエネルギー源としては不足しているのが現状である。そのため、CO₂ を発生しない再生可能エネルギー等によるエネルギー供給、とりわけ、電力の面において再生可能エネルギーによる発電容量の増強が必要である。

運輸部門においては、愛知県は製造業、中でも自動車産業が盛んなこともあり、運輸部門の CO₂ 排出量における自家用車の割合が非常に高い。自家用車においては、電気自動車 (EV)、プラグインハイブリッド自動車 (PHV)、燃料電池自動車 (FCV) といったエコカーが普及し始めているものの、CO₂ 排出量目標達成のためには更なる普及の促進が必要である。本提言では、エコカーの中でも EV に着目し、普及促進の対策を講じることとした。EV の問題点としては、走行中は CO₂ を排出しないものの、化石燃料を用いて発電された電力を使用する場合、充電時に CO₂ が発生することが挙げられる。EV の使用に伴う CO₂ 排出量の本質的な削減のためには、再生可能エネルギーによる電力供給が必要となるが、不安定な発電性能が課題となる。そこで、再生可能エネルギーを用いた安定的な給電システムの確立が必要となる。

さらに、市をあげての施策に取り組むためには、住民の幸福度向上に向けた「住みたいと思うまちづくり」が必要となってくる。そこで、本提言では、地元の貴重な土地資源でありながら、害虫の発生などの問題で全国的に対応が必要となっている耕作放棄地の利活用に着目した。耕作放棄地の利用にあたっては、農地転用等の各種規制対応が必要になってくるため、円滑な施策遂行が可能となるような取り組みを行う必要がある。

3. 提案の内容

SolarVege プロジェクトを実施するモデル地区であるが、究極の目標である、地球温暖化防止には世界的な取り組みが必要になることから、国際的な PR 効果や波及性を考慮し、世界の玄関口である中部国際空港が立地する愛知県常滑市を施策のモデル地区とした。

「Solar」と「Vegetable」の二本柱の事業で構成されており、Solar は太陽光発電をメインエネルギーとした、各家庭及び EV 充電拠点への電力供給を行う事業であり、Vegetable は耕作放棄地を有効利用し、旬の野菜を生産する事業である。

4. 提案実現のための具体的な取り組み（アクションプラン）と実現可能性

(1) Solar 事業

Solar 事業については、図4に示す通り行政(愛知県、常滑市)、市民ファンド及び太陽光パネルメーカーの共同出資による新電力会社「常滑パワー」を設立し、太陽光発電を軸とした再生可能エネルギーによって常滑市民が必要とする電力を賄うものである。常滑パワーは中部電力の系統電力に接続し、発電した電力は系統電力へ流す。常滑市内の一般家庭は常滑パワーと契約し、中部電力の平均電力価格より安価に系統電力を使用可能となる。常滑パワーによる発電量が一般家庭の電力使用量を上回ることで、家庭部門からのCO₂排出量ネットゼロが達成される。

太陽光発電の導入のため、必要な発電能力の算出を行った。太陽光発電の能力を1kW/15m²、年間発電時間を1,200時間とした場合、常滑市の家庭部門から排出されるCO₂は年間7.5万tであることから、必要な面積は190haとなった。今回、太陽光パネルの敷設にあたっては、耕作放棄地を有効利用することを第一としており、常滑市の耕作放棄地面積を調査したところ、235haであり必要な面積を賄うことができることがわかった。図5に太陽光発電のイメージを示す。

さらに、運輸部門のCO₂排出量削減のための取り組みとして、太陽光発電によるEV充電拠点（バッテリースタンド）の整備を行う。EVの電力源として再生可能エネルギーを用いる場合の最大の難点は発電量の不安定性に伴う充電時間の長時間化であると考えEVのバッテリーをカートリッジ式とする。太陽光発電を利用した場合、発電(充電)は日中に限定されるが、車の使用時間帯であり、十分な充電時間の確保が難しい。そこで、バッテリーをカートリッジ式にすることで、日中におけるEV使用と十分な充電時間確保の両立が可能となる。空のバッテリーカートリッジはEV充電拠点で日中に充電する。図6にバッテリースタンドのイメージを示す。

また、このカートリッジ式の魅力として、まちの災害対応が挙げられる。平常時はEV用のバッテリーとして利用されるものの、災害時には持ち運びが便利な非常用電源として避難所等で利用することができる。非常時に手厚い対応が可能なまちとして常滑市の魅力向上を狙うことができる。

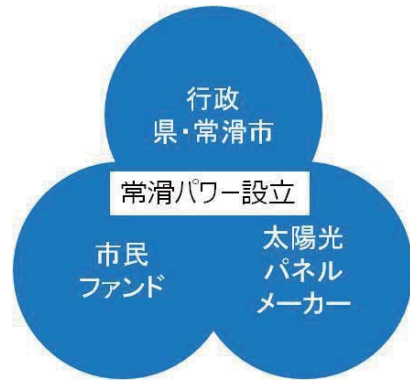


図4 新電力会社への出資者



図5 太陽光発電のイメージ

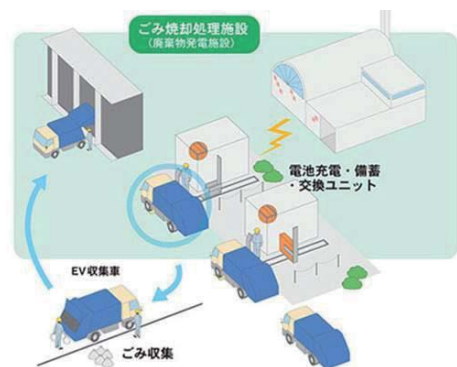


図6 バッテリースタンドのイメージ

なお、運輸部門のCO₂排出量をネットゼロとするには、充電に際して、一般家庭と同様に系統電力を使用しつつ、その使用分を再生可能エネルギーで生み出す必要がある。現在の常滑市の世帯数は約 23,600 世帯であり、1 世帯あたりの自動車保有台数を 1.5 台と仮定し、愛知県の総走行距離、現在の EV の走行可能距離、充電容量から算出した結果、交換用バッテリーカートリッジは約 2,400 個必要となった。これらの充電能力を賄うための太陽光発電に要する面積は 32ha となり、家庭用電力を賄うための 190ha とあわせても耕作放棄地で全量賄うことができる計算となった。エネルギー収支計算表を別紙 1 に示す。

(2) Vegetable 事業

Vegetable 事業では、耕作放棄地を利用して旬の野菜等を生産する。これは単なる農業の振興、雇用の創出という意味だけではない。通常、農地は「農業」のみにしか使用できないため、そのままでは太陽光発電事業が許可されず、農地転用等の手続きが必要になってくるが、農地転用の規制等によって実現できない可能性がある。そこで、本来の「農業」という点を失わずに利用することで農地転用を不要又は手続きの軽減を狙う。さらに、後述するが、出資した市民へ生産した野菜を配布するなど、出資のインセンティブとしても利用できる。

(3) 事業性

本事業を行う上でのコスト面の事業性について評価した。評価にあたり、本事業の総工費を算出したところ、385 億円（内カートリッジバッテリー費用として 15 億円）であった。イニシャルコスト及び市民ファンドへの金利等のランニングコストを考慮すると、投資回収年数は 16 年と試算された。

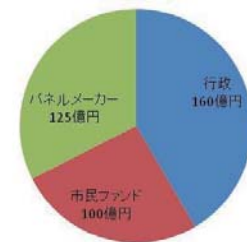


図 7 事業費の費用分担

この費用の財源であるが、前述のとおり、行政、市民ファンド及び太陽光パネルメーカーの三者出資によって賄う。行政は愛知県と常滑市が分担し、負担割合としては県が 120 億円、常滑市が 40 億円とした。市民ファンドは 1 口 10 万円として、1 人平均 2 口の出資と仮定して 100 億円の出資を見込んだ。残りの 125 億円については太陽光パネルメーカーに協力を仰ぐこととし、370 億円分の太陽光パネルを発注する代わりに、イニシャルでの支払いを 245 億円に抑え、残りの 125 億円を約 8 億円/年の 16 年定額支払いとする。事業費の費用分担のイメージを図 7 に示す。これによって、イニシャルの費用を抑え、事業の実現可能性が向上する。市民ファンドへ出資した市民へのインセンティブとして前項で述べた Vegetable 事業の野菜配布だけでなく、金利の支払いも予定している。事業収支計算表を別紙 2 に示す。また、基本スキームのイメージ図を別紙 3 に示す。

2021 年までに常滑市をモデル地区第一号として設定し、域内の CO₂ 排出量ゼロを達成する。その後、効果の検証や PR 期間を経て、2026 年から 10 年かけて、愛知県内の他の市町村へ普及させていく。図 8 に施策実行スケジュールを示す。

時間軸	内容
2016年	施策立案
↓	制度検討、各種申請、資金集め、施工期間
2021年	モデル地区設定
↓	効果検証、PR期間
2026年	県内へ普及開始
↓	普及期間
2036年	県内の自治体の半数がCO ₂ 排出量ネットゼロ達成

図 8 施策実行スケジュール

5. 波及効果

冒頭で述べたように、2036年度の目標を達成するためには民生部門（家庭）で470万t-CO₂、運輸部門で240万t-CO₂、合計710万t-CO₂の削減が必要となる。SolarVegeプロジェクトによって、モデル地区では民生部門（家庭）で年間7.5万t-CO₂、運輸部門で1.3万t-CO₂、合計8.8万t-CO₂の削減が可能となる。このことから、目標達成のためにはモデル地区の約80倍規模の水平展開が必要となることがわかる。モデル地区である常滑市の人口は5.8万人であるため、465万人（人口ベースで愛知県の約60%）をカバーする必要がある。モデル地区では太陽光発電がメイン電源となったが、地域によって様々な再生可能エネルギーを活用できる。風況が良い地域では風力発電、山間部ではバイオマス発電など、地域の特性に合った電源を開発することが重要である。

6. 最終報告会における議論

<質疑応答>

- (1) 農地に太陽光パネルを設置することは農地本来の機能を失うことを意味する。
⇒今回の提言では、耕作放棄地を太陽光パネル用地および農作物生産用地に区割りしている。全体での活用を考えている。
- (2) 電力供給は安定性が重要である。蓄電池などは活用しないのか。
⇒今回の提言では、系統電力に接続することで安定性を確保している。
- (3) エネルギー問題にとどまらない「街全体の姿」を描く必要があるのではないのか。先端技術の他、地域の文化なども盛り込めるとなお良かった。
⇒私たちの提言からは抜け落ちている項目である。その街に根付く文化や観光資源などの活用は是非今後の視点に取り入れたい。

<講評>

技術的な面の議論に終始しており、「20年後の姿」の想像が足りない。すでに実用化されている技術の積み上げでは物足りない。電気自動車の未来像など、将来を見据えた議論を期待する。

【引用文献】

- (1) あいち地球温暖化防止戦略 2020
- (2) 愛知県環境白書（平成27年版）
- (3) <図5>一般社団法人ソーラーシェアリング協会 HP より
<http://solar-sharing.org/solarsharing/index.html>
- (4) <図6>JFEエンジニアリング(株)HP より
「エネルギー循環型ごみ収集システムの実証試験」
<http://www.jfe-eng.co.jp/news/2015/20150210.html>

エネルギー収支計算表

【基礎情報】

(1) 常滑市人口	58,000 人
(2) 常滑市世帯数	23,600 世帯

【家庭部門】

① 単位面積当たり発電量	1 kW/15m ²	環境省 再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書
② 電力のCO ₂ 排出係数	0.5 kg-CO ₂ /kWh	中部電力排出係数 2012～2015年平均値
③ 世帯当たりCO ₂ 排出量	3.21 t/世帯/年	あいち地球温暖化防止戦略2020
④ 常滑市年間CO ₂ 排出量	75,756 t-CO ₂ /年	③ * (2)
⑤ 年間発電時間	1,200 時間/年	愛知県 実績データ
⑥ 必要容量	126,260 kW	④/⑤
⑦ 必要面積	1,893,900 m ²	⑥ * 15(m ² /kW)
⇒	189 ha	

【運輸部門】

I 愛知県年間走行距離	32,026 百万km	あいち地球温暖化防止戦略2020
II 愛知県総世帯数	2,920,000 世帯	愛知県HP
III 常滑市年間走行距離	259 百万km	II * (2) / I
IV EV電費	10 km/kWh	日産リーフ カタログ値
V 必要発電量	25,884,027 kWh	III / IV
VI 必要容量	21,570 kW	V / ⑤
VII 必要面積	323,550 m ²	VI * 15(m ² /kW)
⇒	32 ha	

【家庭部門・運輸部門合計】

A 必要面積	222 ha	⑦ + VII
B 常滑市耕作放棄地面積	235 ha	常滑市農業委員会
C 農業用耕作放棄地面積	13 ha	B - A

上表より、常滑市の家庭部門・運輸部門からの全 CO₂ 排出量を太陽光発電により賄うとすると、222 ha（常滑市の耕作放棄地面積 235ha の約 95%）の面積が必要となる。

したがって、エネルギー供給「Solar 事業」に 222ha、地域資源活用「Vegetable 事業」に 13ha の面積を使用できる計算となる。

事業収支計算表

【基礎情報】

(1) 太陽光発電インシヤルコスト	25 万円/kW	自然エネルギー財団
(2) H28FIT太陽光発電買取価格	24 円/kWh	経済産業省 資源エネルギー庁
(3) 託送料金	9.73 円/kWh	中部電力HP
(4) 耕作放棄地面積	235 ha	常滑市農業委員会

【家庭部門】

① 必要容量	147,830 kW	本提言での計算結果より
② インシヤルコスト	3,695,751 万円	① * (1)
⇒	370 億円	
③ 年間日照時間	1,200 時間	
④ 年間電力量収入(24円/kWhの場合)	2,531,441,311 円	① * ③ * ((1)-(2))
⇒	25 億円	

【運輸部門】

I 常滑市年間走行距離	259 百万km	エネルギー収支計算表より
II EV電費	10 km/kWh	日産リーフ カタログ値
III EVバッテリー容量	30 kWh	日産リーフ カタログ値
IV 総充電回数	862,801 回/年	I / II / III
V 常滑市EV総数	35,400 台	世帯数×1.5台
VI 1台あたり年間充電回数	24 回/台/年	IV / V
VII 1回の充電あたり使用日数	15 日/回/台	365(日/年)/VI
VIII 必要バッテリー数	2,364 個	V / VII
IX バッテリー価格	600,000 円/個	日産リーフ カタログ値
X インシヤルコスト	1,418,302,871 円	VIII * IX
⇒	14 億円	

【家庭部門・運輸部門合計】

A 総インシヤルコスト	384 億円	
B 市民ファンド集金額	100 億円	
C 1%金利相当経費(年間)	1 億円/年	
D 太陽光パネルメンテナンス費用	73,915,011 円/年	②の0.2%
⇒	7,392 万円/年	
E 耕作放棄地固定資産税	1,000 円/10a/年	
F 年間支払経費	2,350,000 円/年	
G 年間必要経費	176,265,011 円/年	C + D
F 年間利益	2,355,176,300 円/年	④ - E
⇒	23.6 億円	
G 投資回収年数	16 年	A / F

上表より、常滑市の家庭部門・運輸部門のCO₂排出量に必要なインシヤルコスト及び市民ファンドへの金利、固定資産税分支払経費といったランニングコストを考慮すると、投資回収年数は16年となる。

「SolarVegeプロジェクト」基本スキーム

