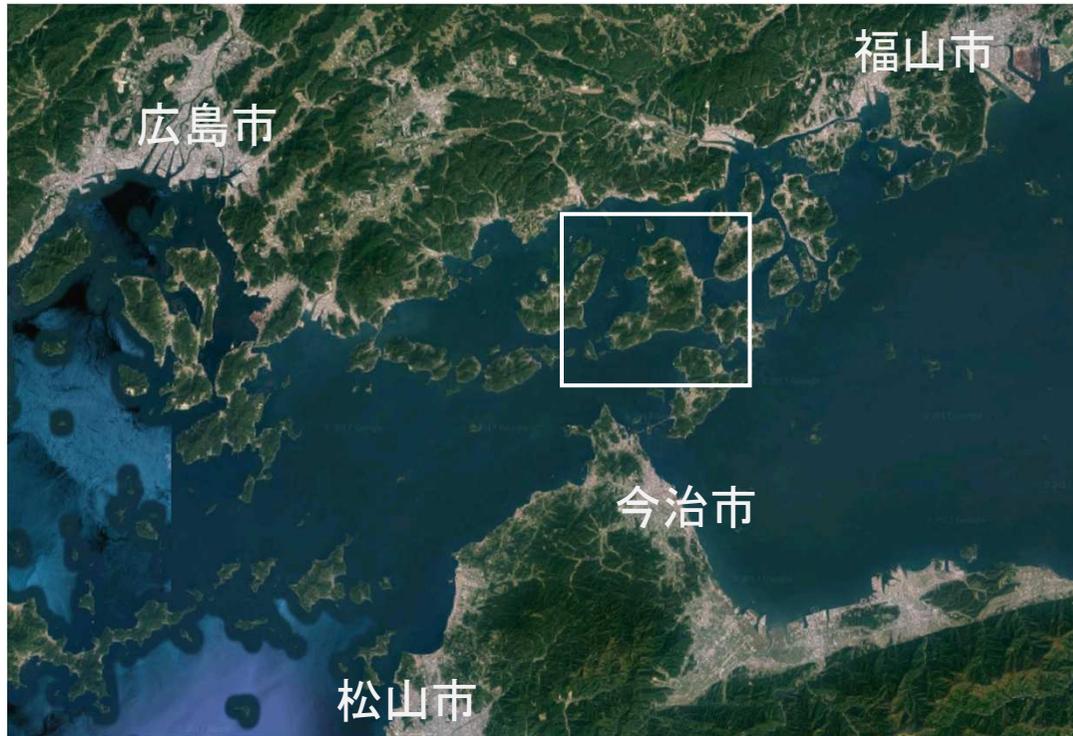


大三島における 再生可能エネルギー活用可能性に関する研究

広島大学 修士1年

山田 葵

大三島 | 愛媛県今治市



人口 | 6160人
面積 | 64.54km²
特徴 | 温暖な気候に恵まれ、柑橘農業が盛ん
島の沿岸部に点在する13の集落に居住
人口減少・高齢化により空き家・空き地が増加

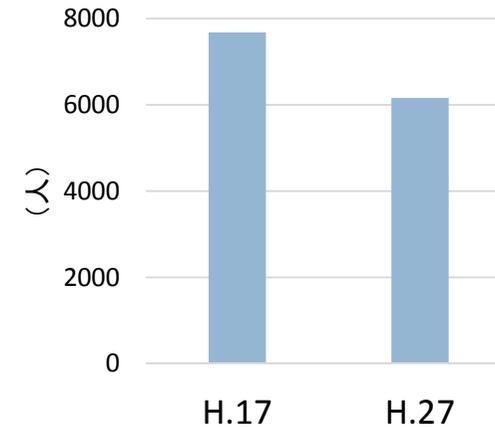


図 人口推移

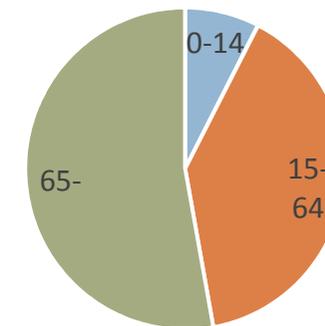


図 年齢別人口割合



大三島ライフスタイル研究所
「より近く、よりゆっくり、より寛容に」
多彩なゲストを招き、建築の外側から現代建築の可能性を探る。

土地に接した暮らし



自給自足を
目指す暮らし

時間を大切に
する暮らし



シェアする暮らし



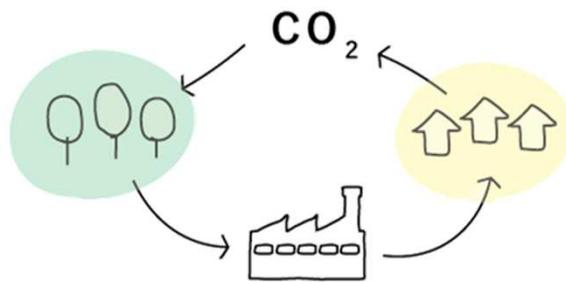
大資本に頼るのではなく、小さなプロジェクトを積み上げ、
その集積として「精神的に美しい地域づくり」を目指す

参考：<http://itojuku.or.jp/course/b>

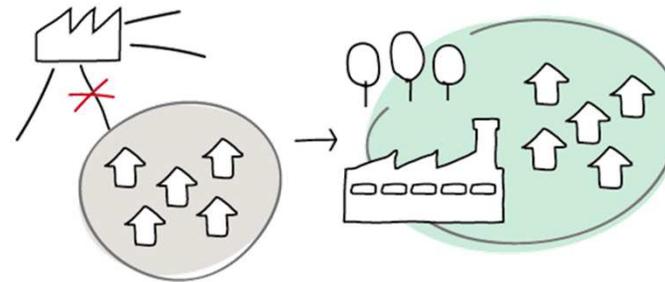


地産地消による再生可能エネルギーの活用の可能性

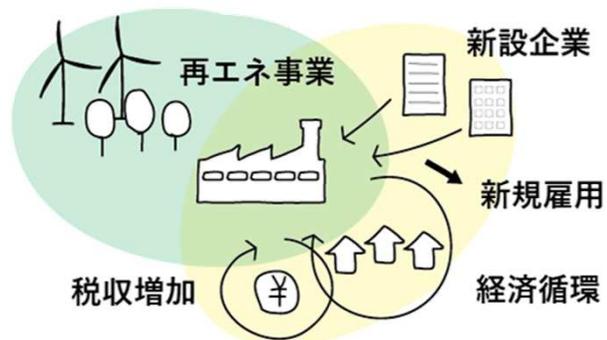
1. 化石燃料節約・CO₂排出量削減



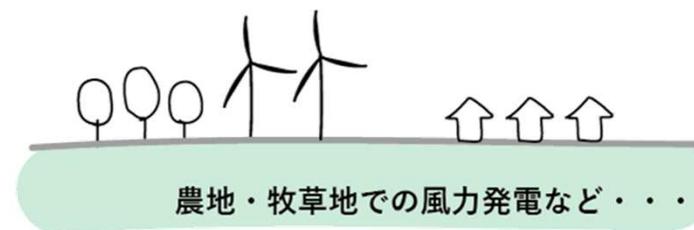
2. エネルギーの安定供給



3. 地域経済効果



4. 地域資源の有効利用



▶ 本研究の目的



※ シミュレーションツールやGISを用い、科学的根拠に基づいて推定

島のもつ資源を把握し、
活用に向けた基礎調査とすることを目的とする

需要側

シミュレーションツールを用いて住宅エネルギー消費量を推定

- ・暖房熱負荷、冷房電力負荷
SMASH for Windowを使用
- ・給湯熱負荷、照明及び家電電力負荷
SCHEDULE Ver.2.0を使用

供給側

以下の4種のエネルギーのポテンシャルを、GISを用いた分析により推定

- ・森林材による木質バイオマスエネルギー
- ・剪定枝による木質バイオマスエネルギー
- ・太陽エネルギー
- ・風力エネルギー

島内における各エネルギーのポテンシャルを評価

生活者スケジュール自動作成ソフト
Schedule ver.2

住宅用熱負荷計算プログラム
SMASH ver.2

照明・家電電力負荷

給湯熱負荷



暖房熱負荷

冷房電力負荷

住宅用エネルギー消費原単位 (GJ/戸・年) × 世帯数 (戸)



対象地の世帯人数・年齢別人口・建物断熱性能等を考慮して
それぞれの原単位を算出し、加重平均を行う

Schedule ver.2 | 生活者スケジュール自動作成ソフト

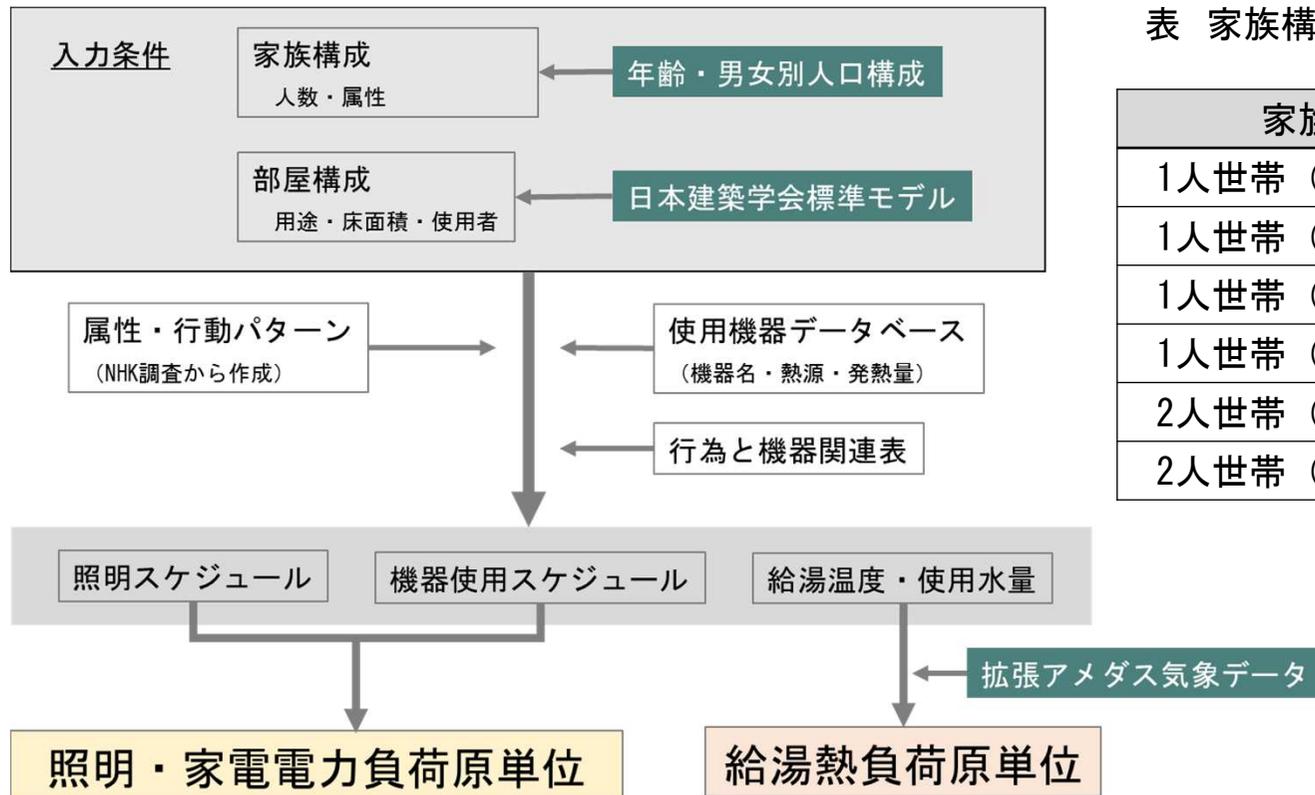


表 家族構成パターン別世帯数割合

家族属性	割合
1人世帯 (男性)	0.563
1人世帯 (女性)	0.377
1人世帯 (高齢男性)	0.020
1人世帯 (高齢女性)	0.016
2人世帯 (男女)	0.013
2人世帯 (高齢男女)	0.011

SMASH ver.2 | 住宅用熱負荷計算プログラム

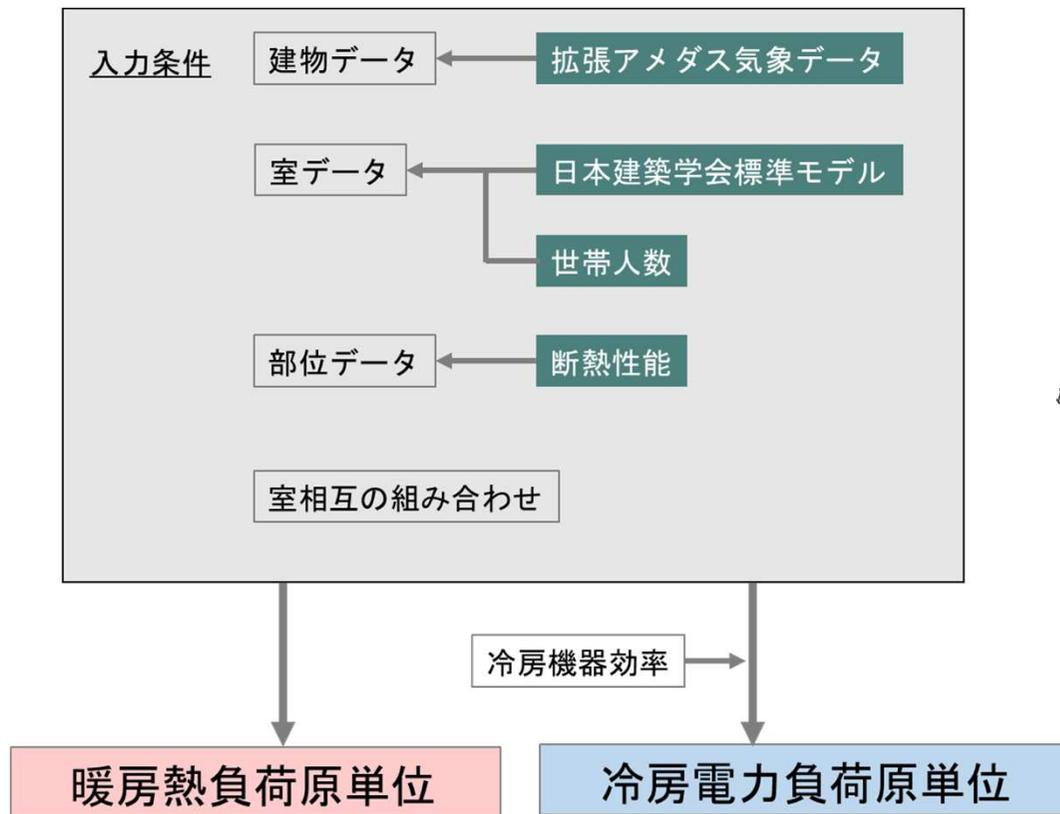


表 断熱性能割合

断熱レベル	割合
無断熱	0.545
旧省エネ基準	0.31
新省エネ基準	0.14
次世代省エネ基準	0.005

1. 大三島 植生分布

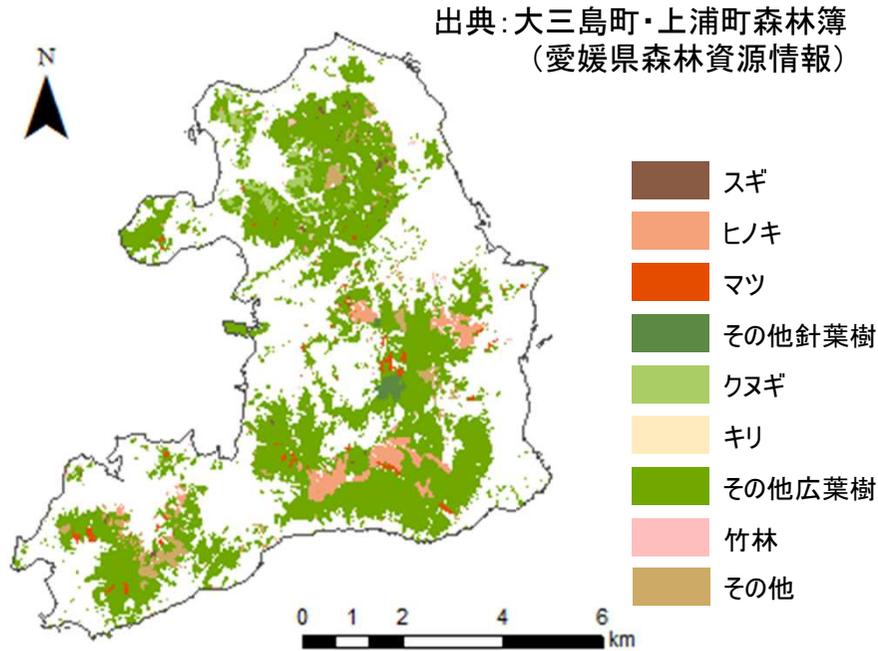
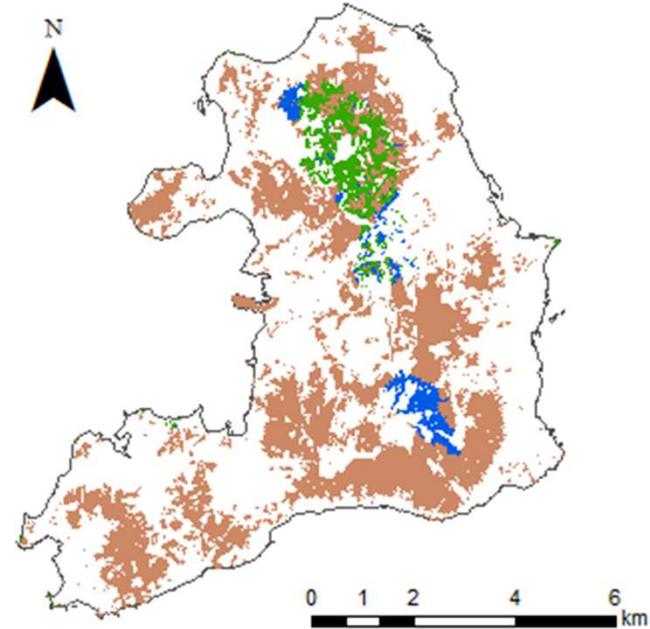


図 大三島 植生分布

広葉樹の間伐を想定した
エネルギー供給可能量を推定

2. 森林伐採計画ゾーニング

▶ 森林の持つ機能を保全するための伐採計画



森林のゾーニング	伐採率
 バイオマス生産ゾーン	100%
 土壌保全ゾーン	70%
 水源涵養ゾーン	

年間利用可能木質バイオマス量 (t/年)

$$G_t = \frac{A}{B} \times \frac{C}{D} \times E \times F$$

- A: 伐採を行うゾーン的全森林面積 (ha)
- B: 伐採を行う林齢 (年)
- C: 伐採を行う林齢の森林材積 (m³)
- D: 伐採を行う林齢の森林面積 (ha)
- E: 伐採率 (%)
- F: 気乾比重 (0.6 t/m³)

= 2331 (t/年)

ペレットストーブ利用	ガス化コージェネレーション	
<p>熱供給可能量 (GJ/年)</p> <p>= $G_t \times H_t \times I$</p> <p><small>G_t: 年間利用可能バイオマス量 (dry-t/年) H_t: 発熱量 (18.017 GJ/t) I: ペレットストーブの熱効率 (66%)^{*1}</small></p>	<p>熱供給可能量 (GJ/年)</p> <p>= $G_t \times H_t \times J$</p> <p><small>G_t: 年間利用可能バイオマス量 (dry-t/年) H_t: 発熱量 (18.017 GJ/t) J: ガス化による熱利用効率 (40%)^{*2}</small></p>	<p>電力供給可能量 (GJ/年)</p> <p>= $G_t \times H_t \times J \times K \times 0.87$</p> <p><small>K: 発電端効率 (20%) 0.87: 1 - [所内率] (送電端 / 発電端)</small></p>
= 27715 (GJ/年)	= 16797 (GJ/年)	= 2923 (GJ/年)

*1 土屋陽子・唐沢邦彦・佐藤寿樹・辻宣行: 未利用材を利用した日本における木質ペレット製造のエネルギー収支分析, 木材学会誌, 56(6), 427-436, 2010.

*2 NEDO: 実用化ドキュメント (CO2排出量と地域活性化に貢献するバイオマスガス化発電システム・中外炉工業株式会社), 2013.

1. 剪定枝とは
果樹園の樹木等から廃棄される
切り落した枝



2. 大三島 果樹園分布

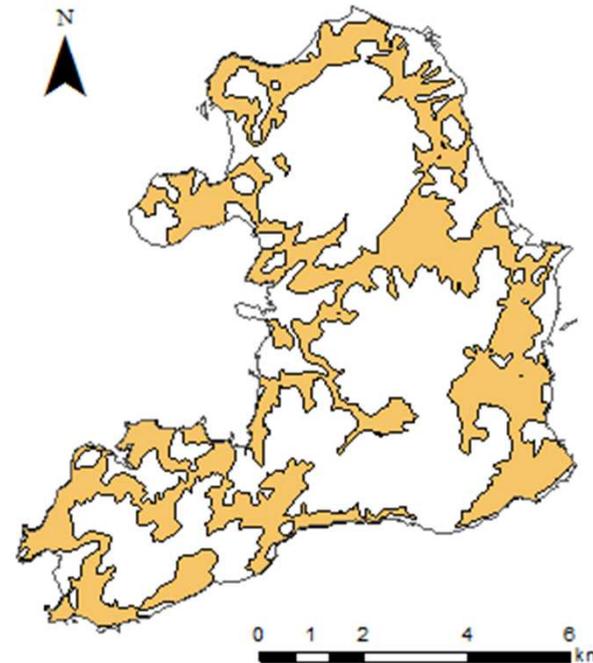


図 果樹園分布

出典: 愛媛県植生調査(1/25000)

環境省自然環境局生物多様性センター

- 焼却処理等の負担軽減
- 農家の収入源となる可能性

果樹剪定枝 (t/年) $G_p = \text{果樹園面積 (ha)} \times \text{排出量原単位 (t/ha \cdot \text{年})}$

みかん 剪定枝排出量原単位 (t/ha \cdot \text{年}) : 4.1

参考: 木質バイオマスエネルギーの地域別利用可能性に関する研究, 佐野貴司・三浦秀一, 研究発表会
講演論文集 / エネルギー・資源学会 [編] 22, 329-334, 2003-06-12

年間利用可能木質バイオマス量 = 10598 (t/年)

ペレットストーブ利用	ガス化コージェネレーション	
<p>熱供給可能量 (GJ/年)</p> <p>= $G_p \times H_p \times I \times N$</p> <p>$G_p$: 年間利用可能バイオマス量 (dry-t/年) H_p: 発熱量 (7.95 GJ/t) I: ペレットストーブの熱効率 (66%) N: 利用可能率 (76.4%)*3</p>	<p>熱供給可能量 (GJ/年)</p> <p>= $G_p \times H_p \times J \times N$</p> <p>$G_p$: 年間利用可能バイオマス量 (dry-t/年) H_p: 発熱量 (7.95 GJ/t) J: ガス化による熱利用効率 (40%) N: 利用可能率 (76.4%)</p>	<p>電力供給可能量 (GJ/年)</p> <p>= $G_p \times H_p \times K \times N \times 0.87$</p> <p>$K$: 発電端効率 (20%) 0.87: 1 - [所内率] (送電端 / 発電端)</p>
= 42486 (GJ/年)	= 25749 (GJ/年)	= 4480 (GJ/年)

*3 NEDO: バイオマス賦存量・有効利用可能量の推計, バイオマス種と推計方法

1. 日射量解析

GISの日射量解析ツールを使用

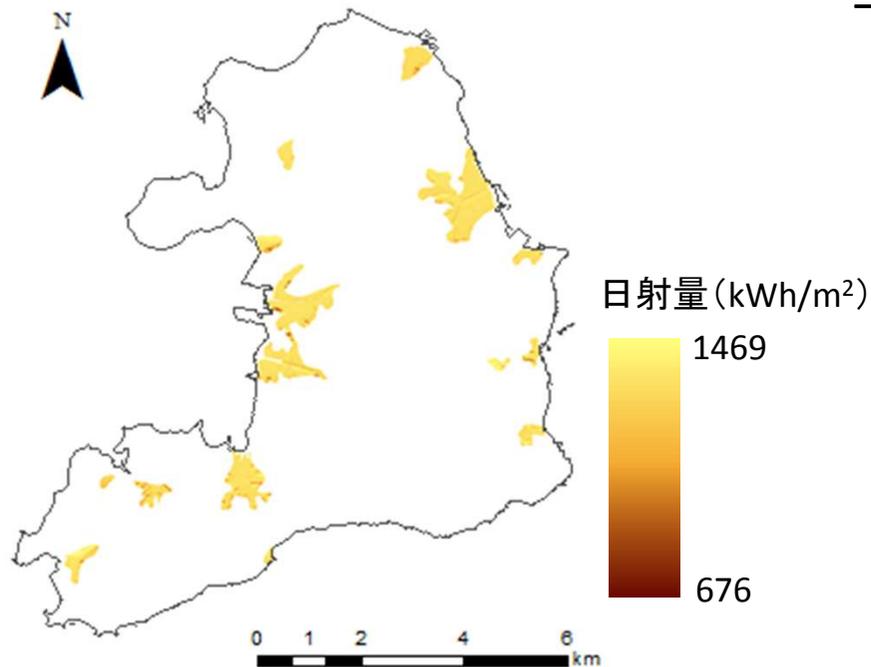


図 居住エリアの日射量

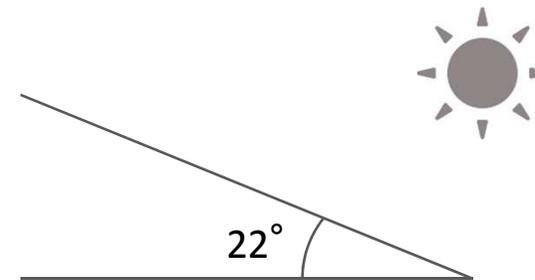
2. 傾斜角の考慮

最適傾斜角平均日射量 ($\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$)

$$= H_a / \cos\theta$$

θ : 最適傾斜角 (度)

H_a : 平均日射量 ($\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$)



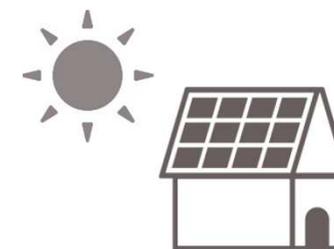
最適傾斜角: 22度*4
(松山市)

*4 沖野桃子・三木信博・西岡真稔: 太陽光発電のための光電池パネルの最適傾斜角: 標準気象データによる検討, 支部学術研究発表会前刷集

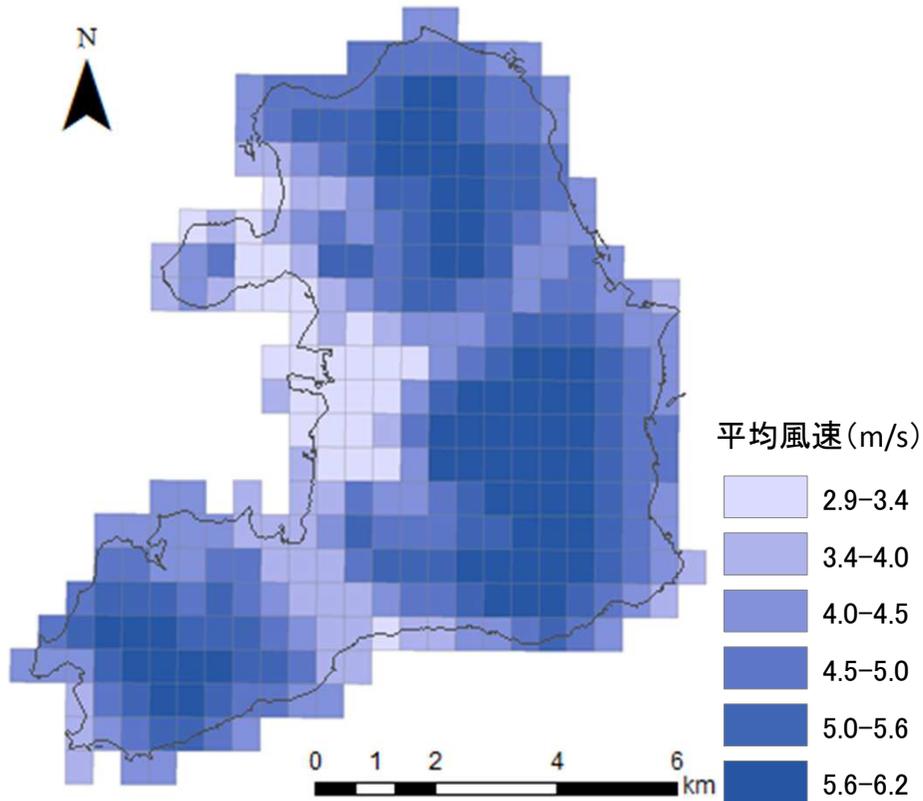
太陽熱利用による 熱供給可能量(GJ/年・戸)	太陽光発電による 電力供給可能量(GJ/年・戸)
$= A_h \times H_\theta \times a \times 3.6 / 1000$ <p>A_h: 太陽熱集熱器面積(6m²) a: 集熱効率(0.4)^{*5}</p>	$= A_e \times H_\theta \times b \times 3.6 / 1000$ <p>A_e: 太陽光パネル面積(40m²) b: 総合効率(0.084)^{*6}</p>
<p>=36456(GJ/年)</p>	<p>=51039(GJ/年)</p>

*5 藤岡雄太・久保隆太郎・酒井考司・石原修: 空気集熱式太陽熱利用システムに関する研究
 その1 集熱パネルの集熱特性と冬季実測によるシステムの性能解析, 2007

*6 NEDO: 太陽光発電導入ガイドブック



1. 大三島 風況マップ



出典:環境省「風況変動データベース」

2. 風車設置可能個所を選定

▶ 各種社会条件を重ね合わせる

- 年間平均風速5.5 m/s 以上
- 標高1,000m 未満
- 最大傾斜角20 度未満
- 幅員3m 以上の道路からの距離が10km 未満
- 居住地からの距離500m 以上
- 保安林区域、国立・国定公園の特別保護地区及び第1 種特別地域、原生自然環境保全地域、自然環境保全地域、国指定鳥獣保護区、世界自然遺産地域ではない土地
- 田、建物用地、幹線交通用地、河川地及び湖沼、ゴルフ場等以外の土地

参考:NEDO 風力発電の賦存量および導入ポテンシャル

➤ 風車設置可能性のある9地点を選定

中型風車…エネルギー自立を目指す地域での電力供給に適している*

- ▶ 定格300kW、ローター径30mの中型風車を想定

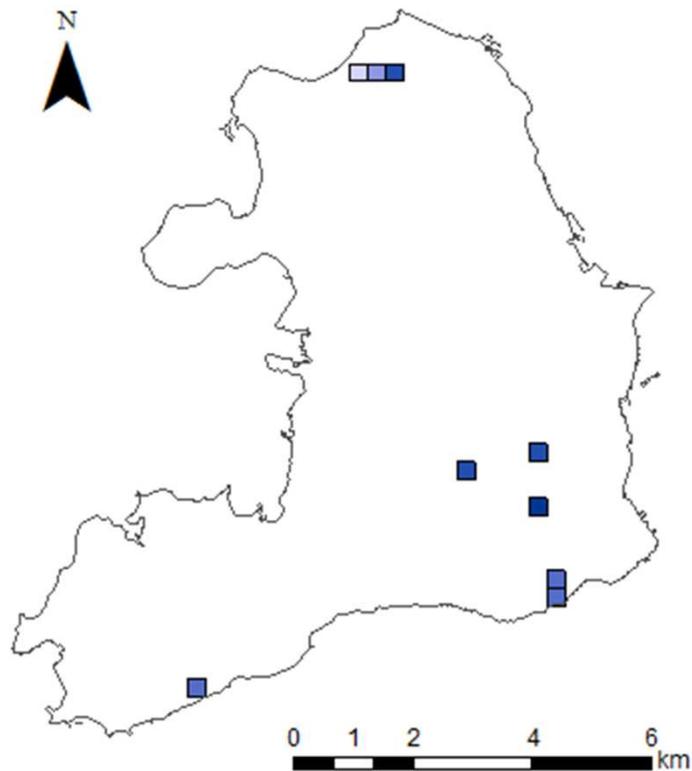


図 風車設置可能箇所

*参考: 沿岸域再生可能エネルギー利用推進へ向けての課題
 - 中型風車をコアとする沿岸域ローカルスマートエネルギー利用システムを事例として

年間発電可能量(GJ/年)

$$= P_0 \times S \times d \times 8760 \times 3.6 / 1000$$

P_0 : 平均風速エネルギー密度 (kW/m²)
 S : ローター受風面積 (m²)
 d : 設備利用率

地点	平均風速	賦存量(GJ/年/台)
1	5.5	1416
2	5.6	1486
3	5.8	1661
4	6.0	1806
5	5.8	1661
6	6.2	2007
7	5.6	1495
8	5.6	1495
9	5.6	1495
合計		14523

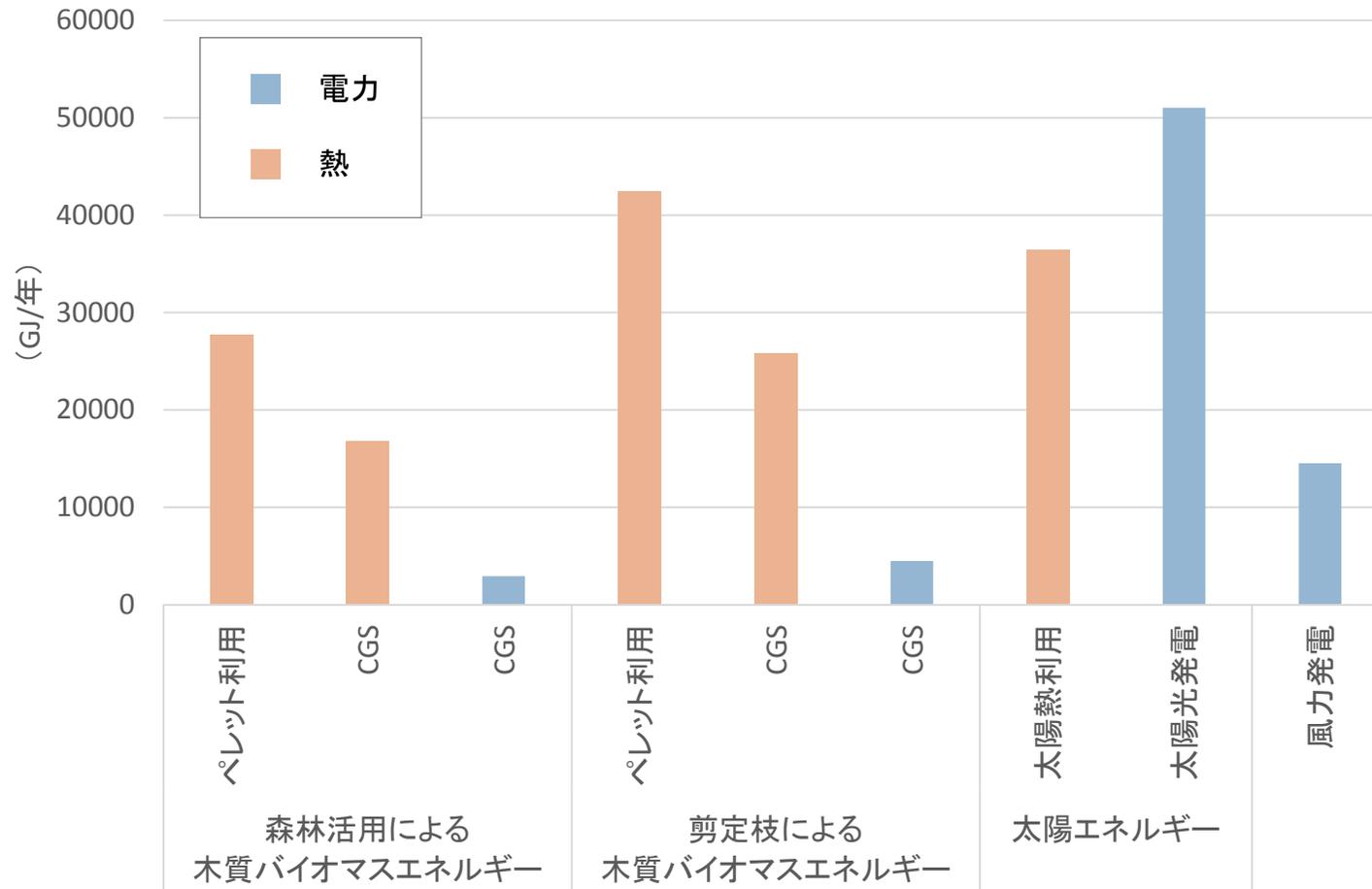
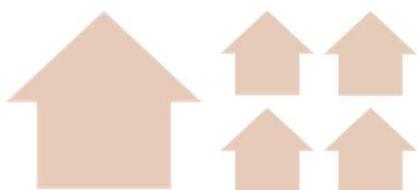


図 再生可能エネルギー供給可能量

森林活用による木質バイオマスエネルギー

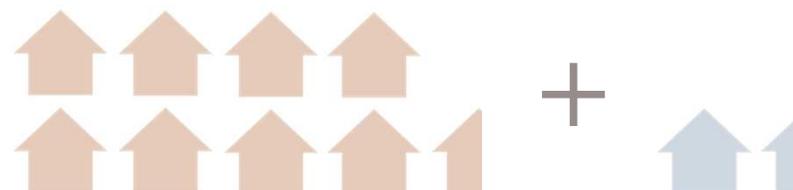
ペレットストーブ

▶ 1407世帯分の熱を供給可能



ガス化コージェネレーション

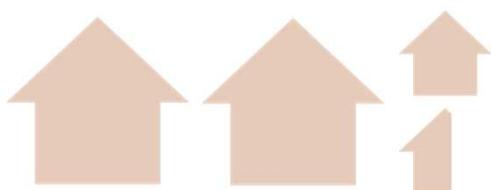
▶ 853世帯分の熱と142世帯分の電力を供給可能



剪定枝による木質バイオマスエネルギー

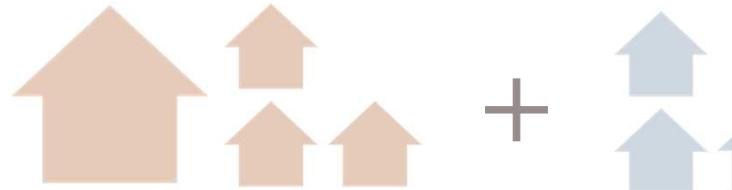
ペレットストーブ

▶ 2157世帯分の熱を供給可能



ガス化コージェネレーション

▶ 1307世帯分の熱と218世帯分の電力を供給可能

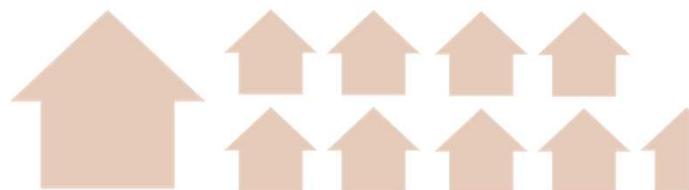


※ 大三島の世帯数は3174世帯(H.27現在)

太陽エネルギー

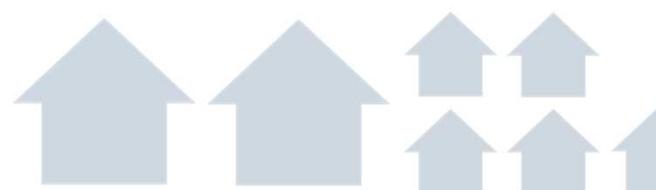
太陽熱利用

▶ 1851世帯分の熱を供給可能



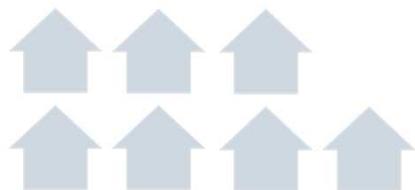
太陽光発電

▶ 2482世帯分の電力を供給可能



風力発電

▶ 706世帯分の電力を供給可能



- 太陽光発電や風力発電など、余剰電力が売却可能であるため、島内の経済活性化につながることも考えられる
- 熱供給可能量については、生活圏とエネルギー源が近接しているため供給によるロスが少なくなり、活用可能性がより高くなると考えられる

※ 大三島の世帯数は3174世帯(H.27現在)

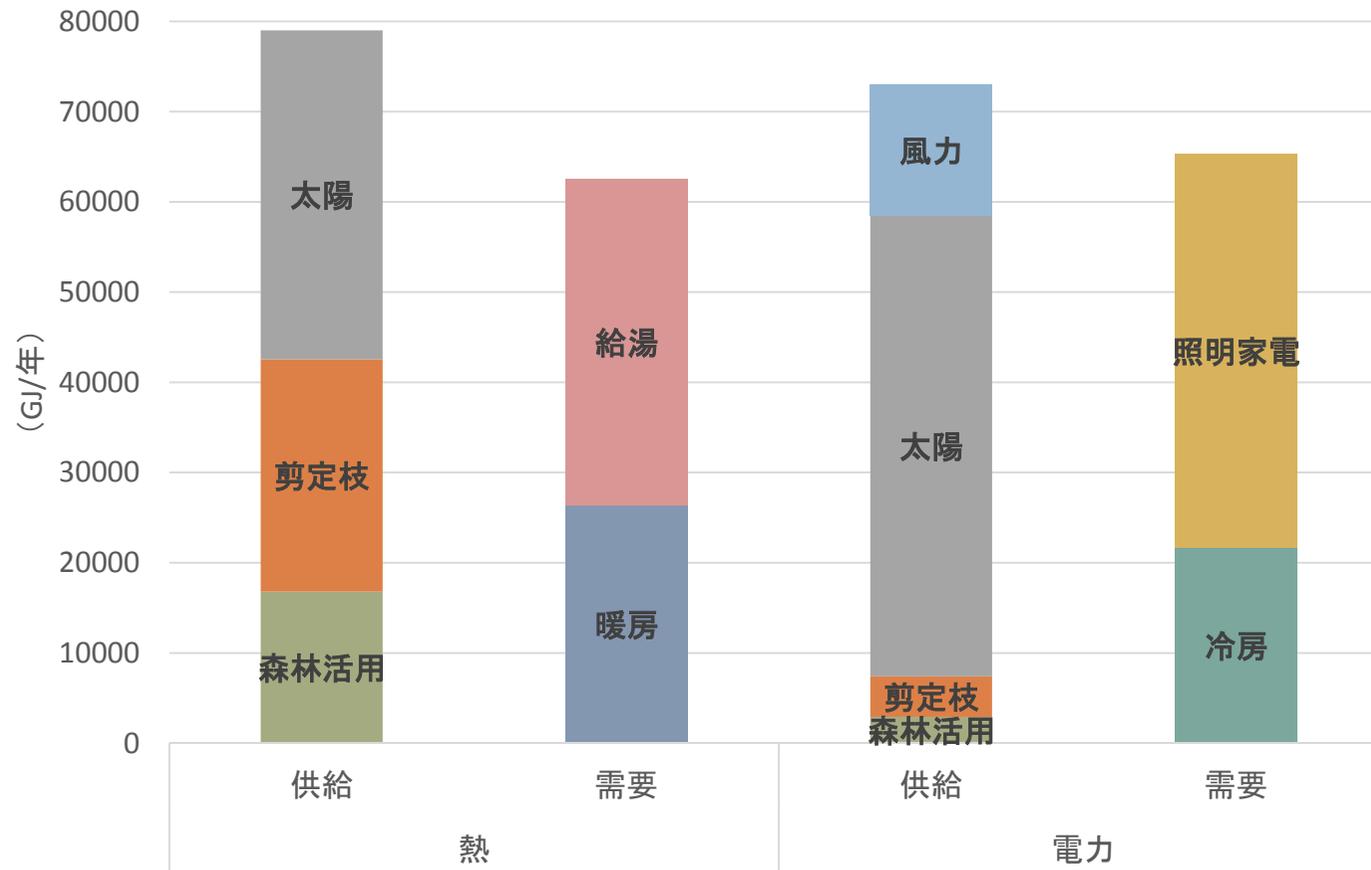


図 需給バランス比較

大三島におけるエネルギー自立は実現可能である可能性が示唆された

- 熱供給のみを行うケース、電力供給も行うケースのどちらにおいても供給可能量が需要量を上回る。このことより、対象地において**エネルギー自立が実現可能**であることが示唆された。
- 本研究で示した、GISを活用した一連の評価手法は、**再生可能エネルギーによる供給可能量の推定手法**として有効と考えられる。

今後の課題

- ✓ 実社会において再生可能エネルギーを活用することを想定した手法についての検討も必要。
- ✓ ポテンシャルのみならず、CO₂削減効果等の環境的側面、経済的側面、住民意識等を総合的に考慮した、再生可能エネルギー活用方針の提案も必要。