



京都大学  
KYOTO UNIVERSITY



トヨタ財団  
The Toyota Foundation

# 東南アジアの 再生可能エネルギー

Renewable Energy in SE Asia

石原慶一

京都大学エネルギー科学研究科

Keiichi N. Ishihara

Graduate School of Energy Science,  
Kyoto University

# 目次

contents

- 東南アジアってどこ  
Where is SE Asia?
- エネルギー需給、日本とどう違う  
Energy situation in ASEAN comparing to JPN
- 再生可能エネルギーの特徴  
Characteristics of RE
- 実例の紹介  
Introduction of case studies
- まとめ  
Summary

# アジアの分類

## Classification of Asia

- 東アジア (East Asia)
  - 日本・中国・韓国・北朝鮮・モンゴル・香港・マカオ・台湾
- 東南アジア (Southeast Asia)
  - ベトナム・タイ・インドネシアなど
- 北アジア (North Asia)
  - ロシア
- 南アジア (South Asia)
  - インド・パキスタン・バングラデシュ・ネパール・ブータンなど
- 中央アジア (Middle Asia)
  - カザフスタン・ウズベキスタンなど
- 西アジア (West Asia)
  - サウジアラビア・トルコ・イラン・イラクなど

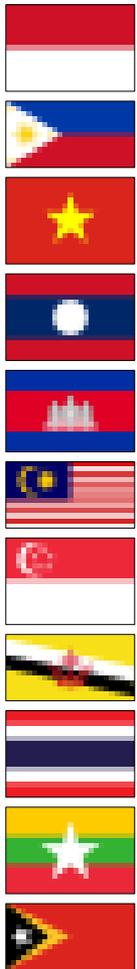
# 東南アジア

Southeast Asia



<http://blog.kotoba.littlestar.jp/?eid=1303894>

# ASEAN(東南アジア諸国連合) 10カ国



1. インドネシア共和国 (IDN)
2. フィリピン共和国(ピリピナス) (PHL)
3. ベトナム社会主義共和国 (VNM)
4. ラオス人民民主共和国 (LAO)
5. カンボジア王国 (KHM)
6. マレーシア (MYS)
7. シンガポール共和国 (SGP)
8. ブルネイ・ダルサラーム国 (BRN)
9. タイ王国 (THA)
10. ミャンマー連邦共和国 (MMR)  
(東ティモール民主共和国) (TLS)

# ASEANの人口(2014)

## Population of ASEAN

順位(世界)	名称	単位: 100万人	前年比
1位(4位)	インドネシア (IDN)	251.49	—
2位(12位)	フィリピン (PHL)	99.43	—
3位(14位)	ベトナム (VNM)	90.63	—
4位(20位)	タイ (THA)	68.66	—
5位(25位)	ミャンマー (MMR)	51.42	—
6位(45位)	マレーシア (MYS)	30.26	—
7位(67位)	カンボジア (KHM)	15.31	—
8位(101位)	ラオス (LAO)	6.90	—
9位(112位)	シンガポール (SGP)	5.47	—
10位(165位)	ブルネイ (BRN)	0.41	—
	合計 Total	619.99	
	世界の合計 (187ヶ国)	World	7,105.15
	(ASEAN / 世界)	ASEAN/World	8.70%

[http://ecodb.net/ranking/group/XG/imf\\_lp.html](http://ecodb.net/ranking/group/XG/imf_lp.html)

<出典> IMF - World Economic Outlook Databases (2015年4月版)

# ASEAN諸国のエネルギー(2012)

## Energy Consumption in ASEAN

electrification

国名	一次エネルギー消費量 (1000兆Btu) (2000年比)	一人あたり (100万Btu)	電化率 (ratio)	無電化人口 (百万人)
日本	(JPN) 20.31 3.9	164.70	100.0	0.0
インドネシア	(IDN) 6.42 65.2	25.68	73.7	62.4
タイ	(THA) 5.15 100.3	74.00	99.3	0.5
マレーシア	(MYS) 3.11 56.5	108.76	99.4	0.2
シンガポール	(SGP) 3.11 103.4	578.61	100.0	0.0
ベトナム	(VNM) 2.33 216.1	24.56	97.3	2.1
フィリピン	(PHL) 1.31 14.7	12.37	89.7	9.5
ミャンマー	(MMR) 0.28 68.0	4.98	26.0	44.4
ブルネイ	(BRN) 0.15 133.8	378.37	99.7	0.0
カンボジア	(KHM) 0.10 198.6	5.10	24.0	10.6
ラオス	(LAO) 0.10 181.9	15.03	78.0	1.4

合計 131.1

日本の3倍以上エネルギーを使っている国もある

全体で日本の人口と同じくらいの人が電気のない暮らしをしている

A country consumes three times more than Japan.

In total, non-electrified population in ASEAN is 131million, equivalent to Japan.

[http://www.dir.co.jp/consulting/asian\\_insight/20150604\\_009786.html](http://www.dir.co.jp/consulting/asian_insight/20150604_009786.html)

[http://www.asiabiomass.jp/topics/1311\\_06.html](http://www.asiabiomass.jp/topics/1311_06.html)

# 再生可能エネルギーとは

## Definition of Renewable Energy

- 我々の使用としているエネルギーは原子力を除いてほとんど太陽から得たもの、その中で比較的(人の寿命くらい)短時間で再生できるエネルギーを指す

Energy can be regenerated on a human time scale.

– 注)石油・石炭・天然ガスも生物起源だが、生成に数億年以上要する

- 太陽光、太陽熱、風力、水力、バイオマス、地熱、潮汐など

Solar PV, solar thermal, wind, hydro, biomass, geothermal, tidal etc.

- 水力は各政府や機関で異なる

There is no unique definition for hydropower.

# 水力発電 必ずしも再生可能エネルギーとは限らない

Large scale hydropower may not be renewable.



- 修復することができないような環境破壊を伴った巨大ダムは再生可能か？

Large dam has environmental issues.

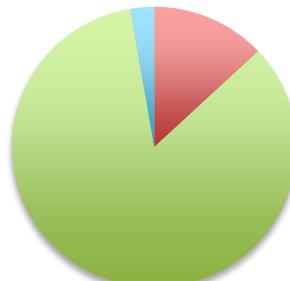
# 電源構成(2012) Electricity Mix in ASEAN and Japan

<http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/>

**Brunei**



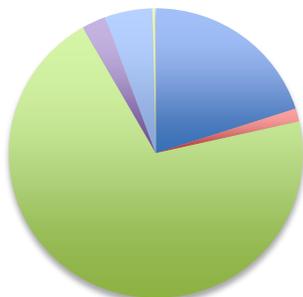
**Singapore**



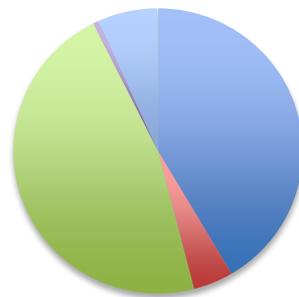
**Myanmar**



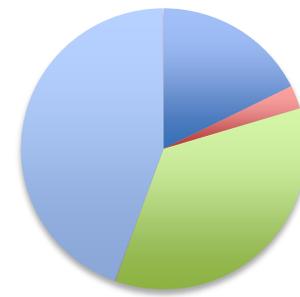
**Thailand**



**Malaysia**

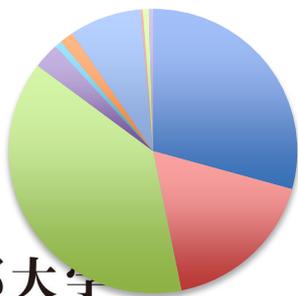


**Vietnam**



- coal
- oil
- gas
- biofuels
- waste
- nuclear
- hydro
- geothermal
- solarPV
- wind

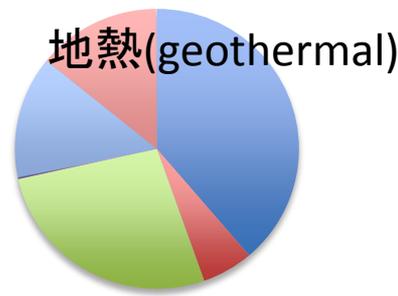
**Japan**



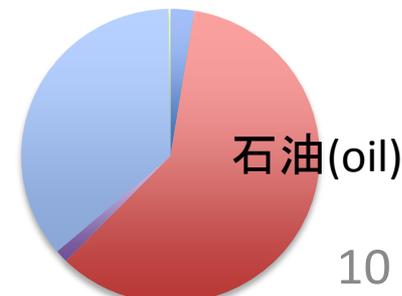
**Indonesia**



**Philippines**



**Cambodia**



# 国レベルの再エネ

RE in national scale

- 水力、地熱以外は小さい

mainly hydro and geothermal

- 今後は太陽光、風力が増加するが限定的 solar

and wind will increase but limited

– スペイン (Spain) 30%、ドイツ (Germany) 25%

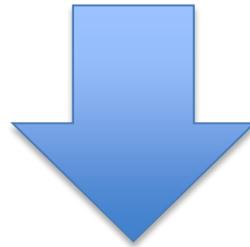
- 日本の目標、22-24% (2030)

target in Japan, 22-24%

# 再生可能エネルギーの特徴

Characteristics of RE

- 場所を選ばない any place
- 小さな規模から大きな規模まで選べる any scale
- 出力が不安定 unstable
- 値段が高い(初期費用) costly (esp. initial)



コミュニティレベルの再エネ導入  
マイクロ(ミニ)グリッド

RE may be suitable for small scale, micro grid

# コミュニティレベルの再エネのメリット

## Advantages of Community Renewable Energy

- 非電化地域の解消 electrification
- 電力供給の安定化 stabilization of electricity
- コミュニティの活性化 activation of community
- 電力料金の安定化 stable income to sell electricity

# 日本の問題

## Problems in Japan

- 日本には非電化地域がない 100% electrification
- 電力の安定供給に慣れている no blackout

System Average Interruption Duration Index (min/y) 日本は2-10分 (JPN)

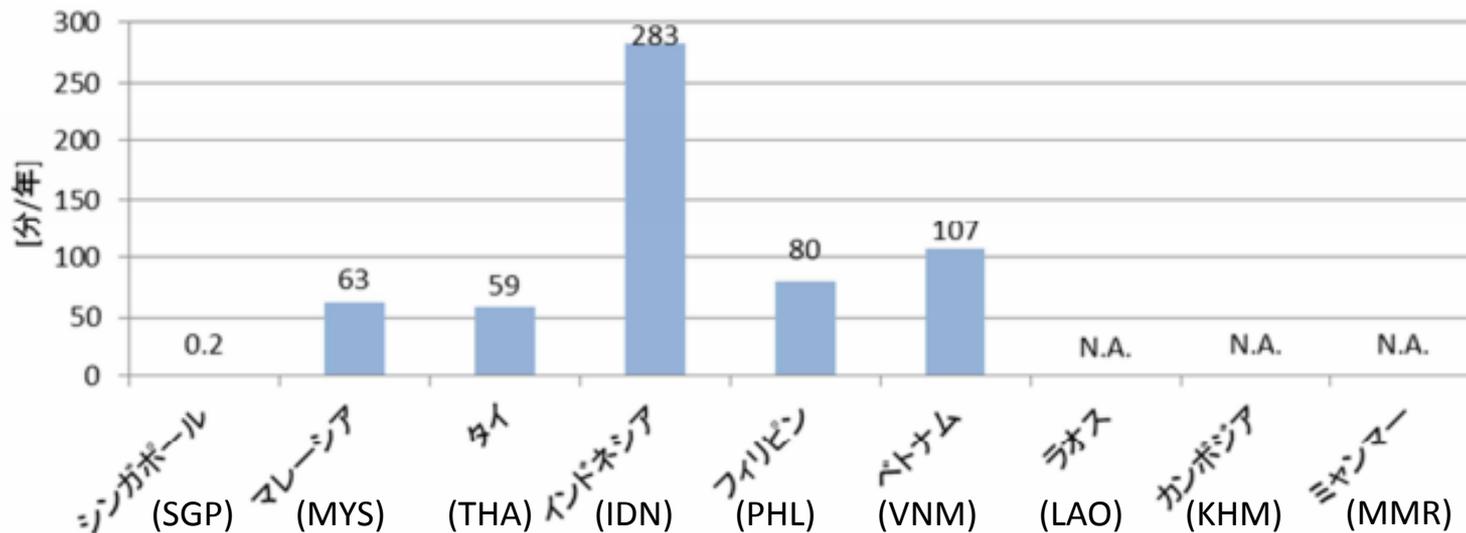


図 2-18 ASEAN 各国の年間平均停電時間 (SAIDI) (2011 年)

# ASEANの問題

## Problems in ASEAN

- 補助金により電力料金が低く抑えられている  
very low electricity price by subsidy

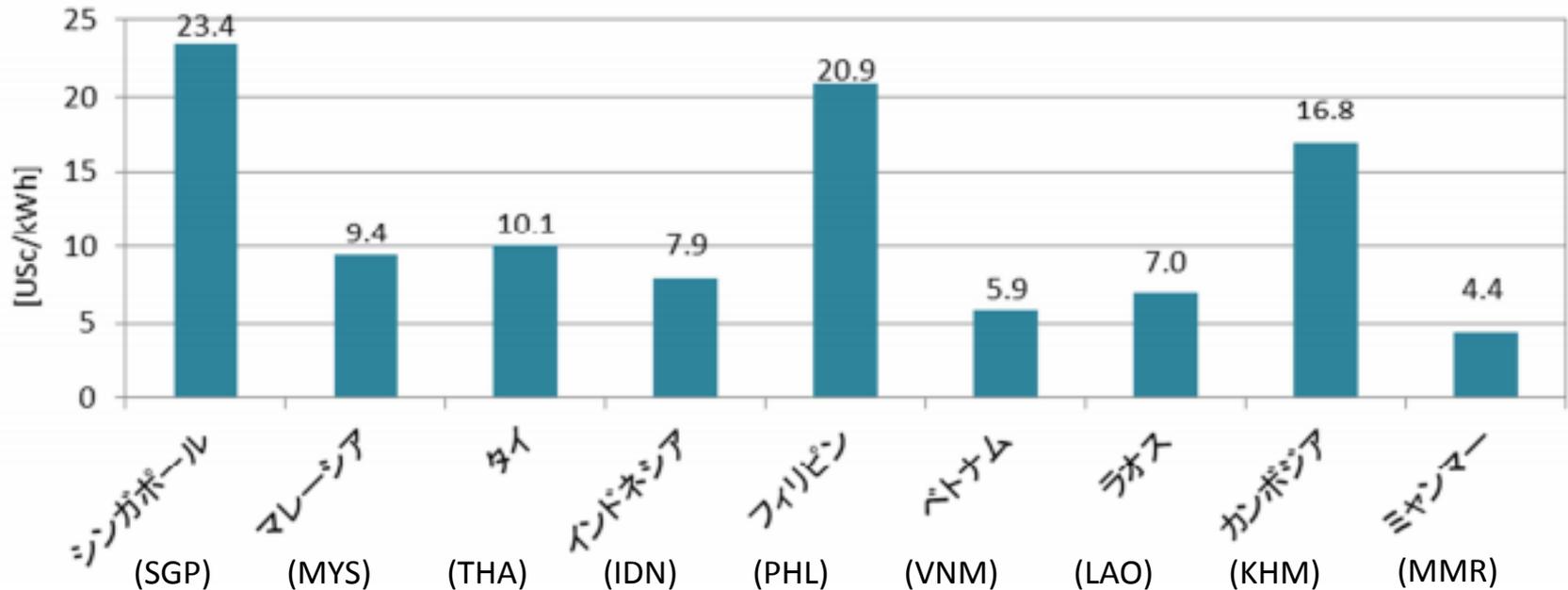


図 2-19 ASEAN 各国の平均電気料金単価 (2011年)

出所) 海外電力調査会統計より作成

注) ブルネイは統計データなし

# 実例 1 非電化地域 (太陽光)

case study 1 (solar lantern)

- ソーラランタン (LAO)

- 石油ランプと同じ値段4-6\$/月

price equivalence to kerosene

- 家庭内の環境改善

improving in-house environment

- コミュニティで運用

operation by community



[http://www.fpa2.com/details\\_projct.php?idprojet=314&lang=en](http://www.fpa2.com/details_projct.php?idprojet=314&lang=en)



<http://www.sunlabob.com/>

# 実例2 バイオガス

case study 2 (biogas)

- 4m<sup>3</sup> (VNM)
  - 地域で導入されている  
introducing in area
  - 1戸単位で独立  
household size
  - 調理用ガスとして利用  
cooking use
- 500m<sup>3</sup> (THA)
  - 養鶏場が運用  
operation by chicken farm
  - 地域150軒にガス供給  
supplying gas to 150 households



# 実例 3 小水力

Case study 3 (small hydro)

- 2.7MW (VNM)
  - 地元の裨益は限定的  
no benefit to commune
  - 安定した既存の電力網  
existing stable grid
- 37kW (THA)
  - 建設費の一部はコミュニティ負担  
community partially invested
  - 電力安定化に寄与  
contribution to stabilization
  - 運用費はFITで賄う  
operation cost covers by FIT



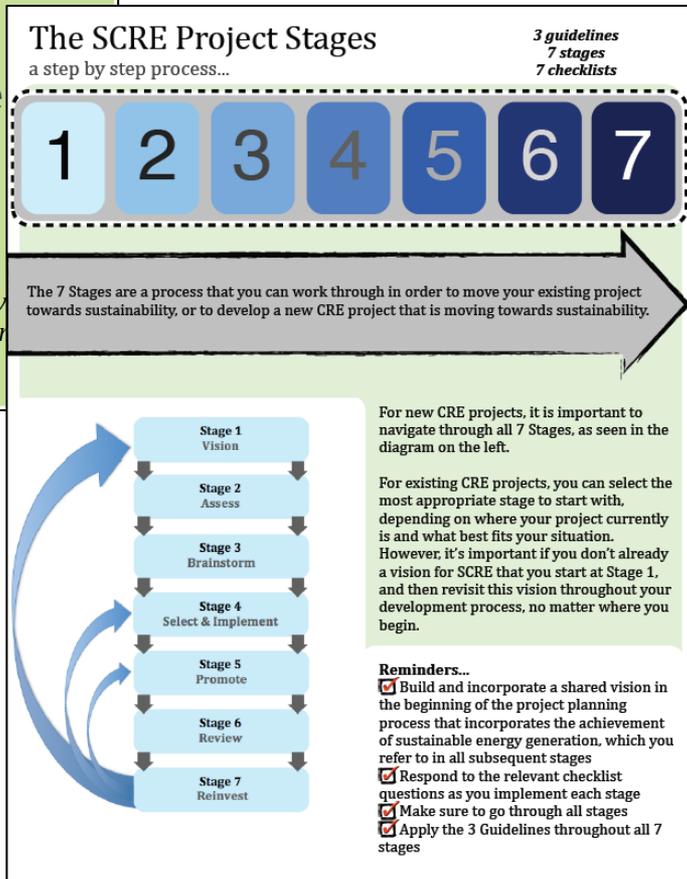
# 持続可能な再生可能エネルギー導入ガイド

## 3つのガイドライン 7段階のチェックリスト

### The Sustainable Renewable Energy (SCRE) Tool

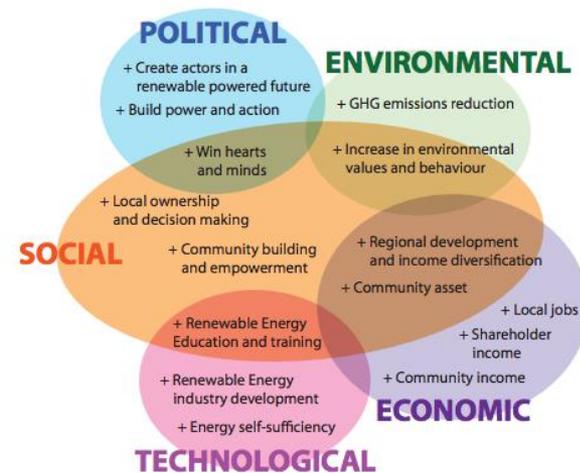
for communities strategically  
towards more sustainable re  
energy development

スウェーデン



## オーストラリアの ガイドライン

Figure 3: The Benefits and Motivations of Community Renewable Energy Projects



The benefits of community renewable energy projects  
From the "Home Energy Handbook", 2012

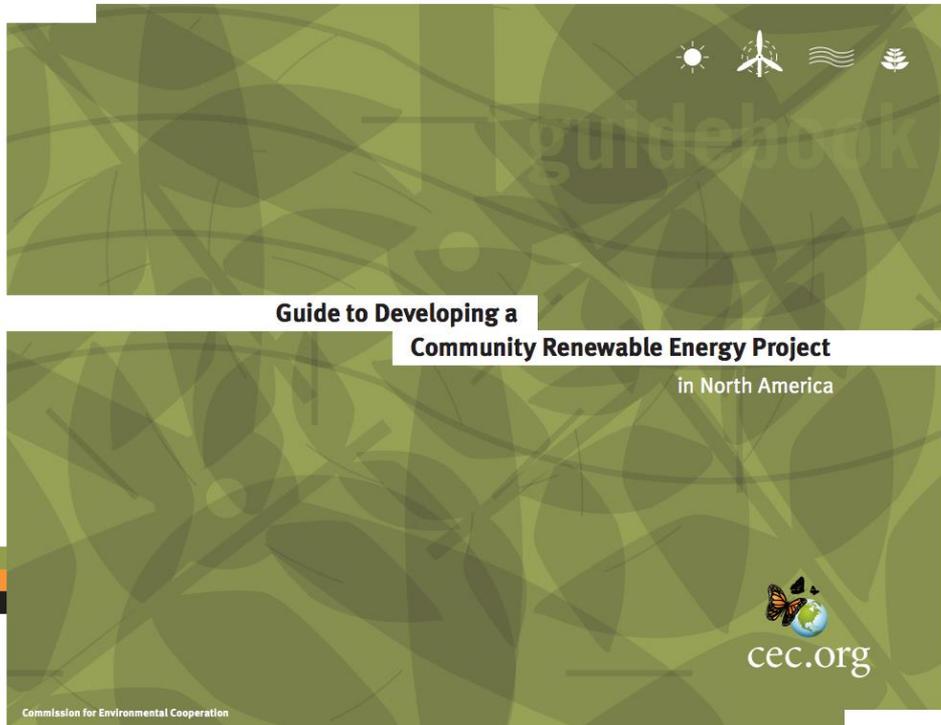
[http://www.bth.se/fou/cuppsats.nsf/all/e9b34e63ecf6d54dc12577410071d41d/\\$file/MovingTowardsSustainableCommunityRenewableEnergy.pdf](http://www.bth.se/fou/cuppsats.nsf/all/e9b34e63ecf6d54dc12577410071d41d/$file/MovingTowardsSustainableCommunityRenewableEnergy.pdf)

[http://cpagency.org.au/wp-content/uploads/2014/06/CPAgency\\_HowtoGuide2014-web.pdf](http://cpagency.org.au/wp-content/uploads/2014/06/CPAgency_HowtoGuide2014-web.pdf)

# 先進国向けガイドライン

Guidelines for developed countries

英国

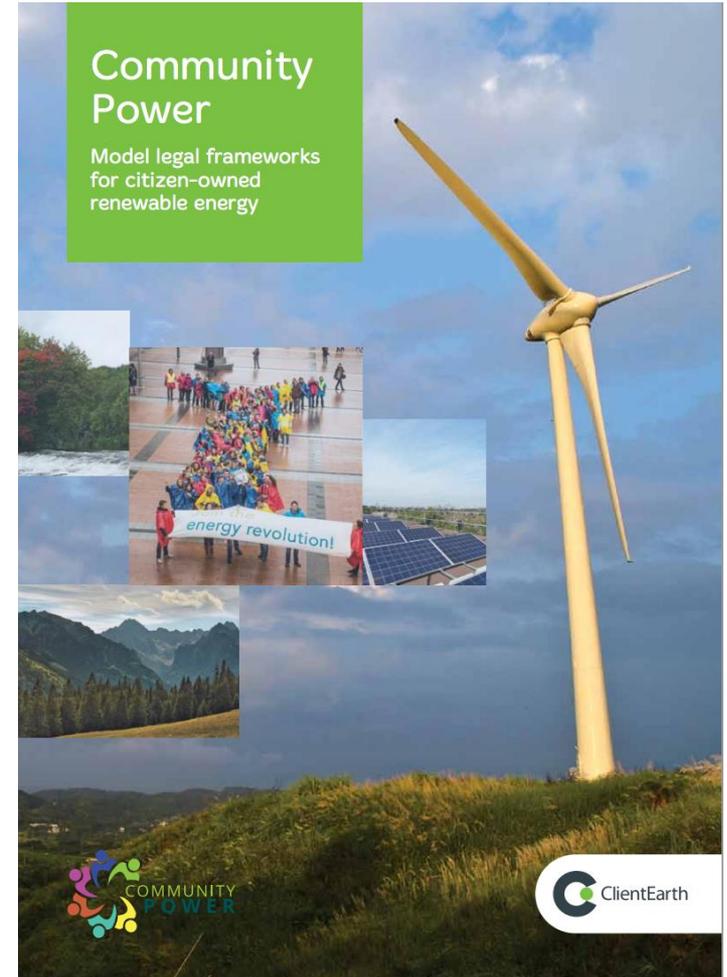


Guide to Developing a  
Community Renewable Energy Project  
in North America



[http://www.cec.org/Storage/88/8461\\_Guide\\_to\\_a\\_Developing\\_a\\_Re\\_Project\\_en.pdf](http://www.cec.org/Storage/88/8461_Guide_to_a_Developing_a_Re_Project_en.pdf)

北米



Community  
Power

Model legal frameworks  
for citizen-owned  
renewable energy

energy revolution!



<http://www.clientearth.org/reports/community-power-report-250614.pdf>

20

# 地域新エネルギー・省エネルギービジョン策定事業 Support Program for Establishing New Energy Vision in Japan



(明確にすべきこと)

どこで、誰が、どんなエネルギーを、どんな設備・仕組みで、何のために、何時頃に導入するか

(Clarification)

RE installation; where, by whom, what kind of energy, how, for what purpose, by when

(課題)

導入主体の理解、財源、効果、技術、人材

(Challenges)

Awareness, finance, effectiveness, technology, human resources

# 地域新エネルギー・省エネルギービジョン策定事業 概要

## Overview

ビジョン策定等事業...地方公共団体等が、新エネルギーの導入・省エネルギーの促進に取り組むに当たって、基本方針となる「ビジョン」の策定を支援、これにより、取り組みの円滑化を図り、新エネ導入・省エネの促進に資する。

Promotion of renewable energy and energy saving project through the establishment of vision

ビジョン採択件数推移（年度別）'95

'10

調査対象	区分	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	合計
新エネルギー RE	初期	26	21	30	66	78	80	127	152	148	104	73	71	49	38	41	21	1,125
	重点									40	34	28	36	33	29	40	29	269
	FS					2	5	5	18	15	20	16	9	12	8	12	23	145
	計	26	21	30	66	80	85	132	170	203	158	117	116	94	75	93	73	1,539
省エネルギー ES	初期						18	29	53	52	36	35	18	17	14	14	7	293
	重点									8	12	14	21	14	5	10	9	93
	FS						2	5	10	6	10	13	10	8	2	3	2	71
	計						20	34	63	66	58	62	49	39	21	27	18	457
新エネ・省エネ 一体 RE & ES	初期													4	5	7	1	17
	重点														1	1	5	7
	FS															1	2	3
	計													4	6	9	8	27
計		26	21	30	66	80	105	166	233	269	216	179	165	137	102	129	99	2,023
採択件数推移 (対前年比)			81%	143%	220%	121%	131%	158%	140%	115%	80%	83%	92%	83%	74%	126%	77%	
重点ビジョン/FS調査比率		0%	0%	0%	0%	3%	7%	6%	12%	26%	35%	40%	46%	49%	44%	52%	71%	29%

## 評価者のコメント

### 事業名：地域新エネルギー・省エネルギービジョン策定等事業

- 成果が分からないものに、国のお金をバラまくのは反対。ビジョンを策定することを目的としているのも問題。地元のコンサルタントが潤っているだけのようにも見える。
- ビジョン策定事業という名称に表れているように、F/S(フィージビリティ・スタディ)といった段階まで求められていない。単にイメージ的なプランニングでも、まかり通っているのではないか。であるならば、現在、自治体のレベルでも民間のレベルでも相当の情報がとれる状況になってきているので、本事業の必要性は極めて減じてきている。もし小規模な自治体で新エネルギーに戸惑いがあるところがあるならば、その自治体から直接相談を受ける専門家集団のネットワークを構築する方が余程効果があるし、かつ、コストもかからない。
- 政策目的を有効かつ効率的に達成するため、手段について抜本的に改善してほしい。なお、金額的には廃止に限りなく近いものをイメージして「抜本的改善」とした。
- ビジョンは幾多も作られたが、実施まで進んでいる自治体は少ないと見受けられる。また、ビジョンの中味も不十分との外部評価がある。ビジョン作りを資金面から支援する段階は終わった。
- 地域で省エネ・新エネのビジョンを策定する事業としては役割を終えて、CO2削減を実際に行う段階である。
- 15年間、事業ビジョン(初期、重点、F/S)に貢献してきたが、フォローアップも十分でないことが明らかになったので、他の事業主体を選ぶまでもなく、直ちに廃止すべき。
- これまでに策定したビジョンのうちのGood Practiceについて、広く普及させる事業に変えるべき。
- 既にビジョン作成例が集積し、役割を終えているものと思われる。

## 評価結果

廃止(CO2削減に向けたスマートコミュニティ作りに向けた知恵を出すべき)

(廃止6名/抜本的改善1名/一部改善0名/現状維持0名)

## とりまとめコメント(議事録より抜粋)

廃止といたしたいと思います。先ほど来、話がありましたとおり、15年間続いたということで、約1,900件のビジョンが作成されましたけれども、これについてのフォローアップ等も含めて、その役割、使命は終わったのではないのかなと。新しい時代に入ってCO2削減ということが当然、国家の新しい課題になってまいりますので、これらに向けて、むしろ新しい知恵を出して、新しいビジョンをつくるために税金を使っていくことのほうが大事ではないかというように、私も思っております。スマートコミュニティ、この時代は間違いなくやってきているわけです。今回、4つの大きな場所を認定したわけですが、それだけではなくて、小さくても、この国のあり方をつくるという税金の使い方、これからどういう形になっていくかわかりませんが、この地域新エネルギー・省エネルギービジョン策定事業等は使命を終えたということですので、これからしっかりと新しい知恵を出していくことを期待したいと思っています。

2010 廃止 abolition

Reason

We should consider “Smart Community” to mitigate CO2 emission.



ビジョンを活用して導入推進をすべき  
多くの自治体でビジョン見直しを独自に  
推進

The established vision should be utilized. Many local bodies are revising the vision to realize.

# 再エネ導入手続き

## RE planning flow in Japan

### 太陽光発電 (50kW以上)

電機事業法保安規則  
その他の手続

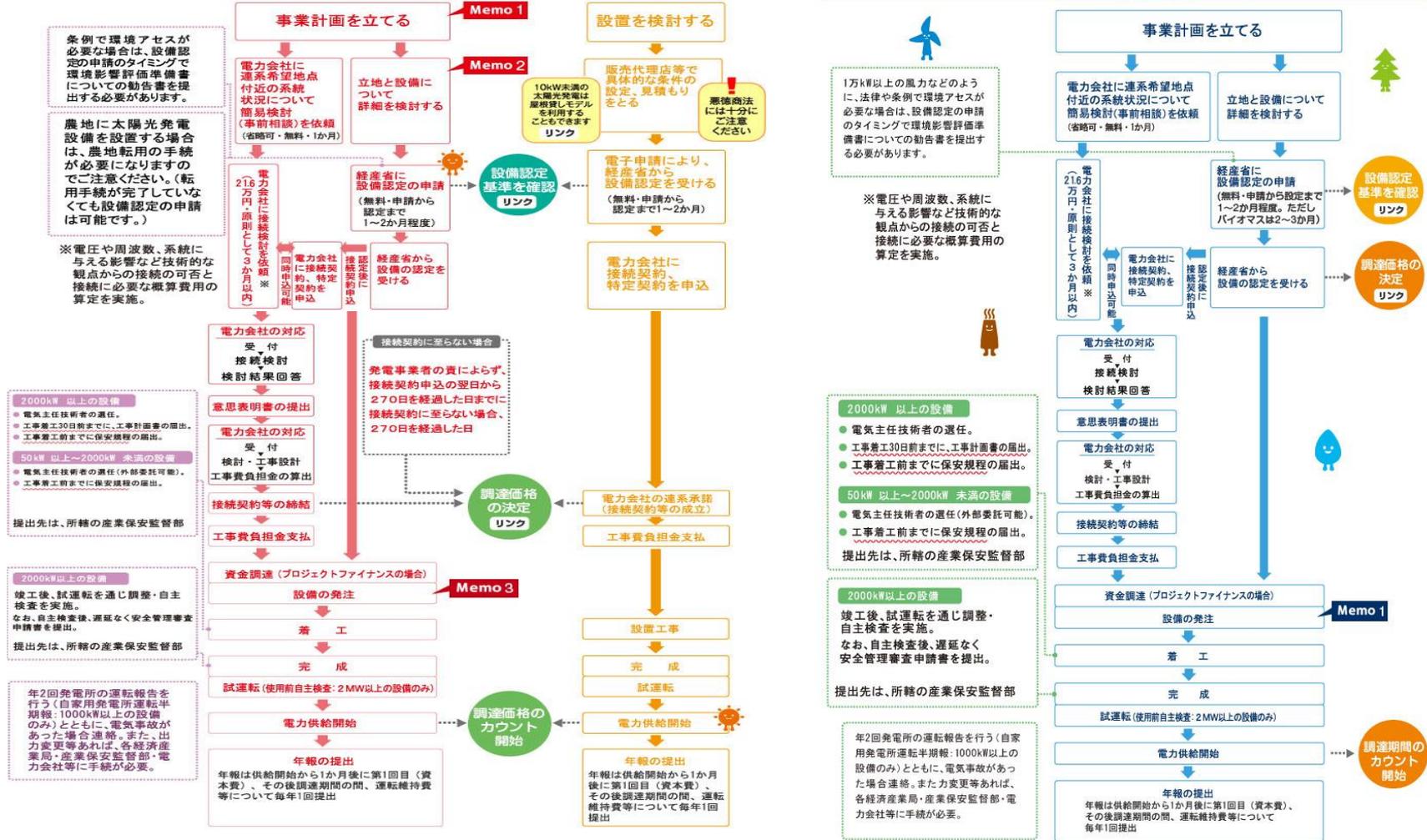
固定価格買取制度上の手続  
電力会社への手続 国への手続

### 太陽光発電 (50kW未満)

### 風力、水力 (3万kW未満)、地熱、バイオマス

電機事業法保安規則  
その他の手続

固定価格買取制度上の手続  
電力会社への手続 国への手続



# まとめ Summary

## コミュニティの、コミュニティによる、コミュニティのための再生可能エネルギー

RE of the community, by the community, for the community

そのためには、 In order to realize

- 財政基盤 Resilient finance
- 将来計画 Future planning
- コミュニティ内の人材 Human resource