

地熱発電に関する 環境省の取組

平成23年11月10日
環境省地球温暖化対策課
平塚 二郎



1

我が国の再生可能エネルギーの導入目標

- 再生可能エネルギー:2020年までに一次エネルギー供給量に占める割合を10%に達するようにする(地球温暖化対策基本法案)
- G8ドーヴィル・サミットにおける菅総理
冒頭発言(抄)(平成23年5月26日)

今回の震災及び原発事故を受けて、我が国はエネルギー基本計画を見直します。これまでの「原子力エネルギー」と「化石エネルギー」という2本の柱に、「自然エネルギー」と「省エネルギー」という2本の柱を加え、4本の柱を打ち立て、エネルギーの未来を切り開くべく、4つの挑戦を行っていきます。



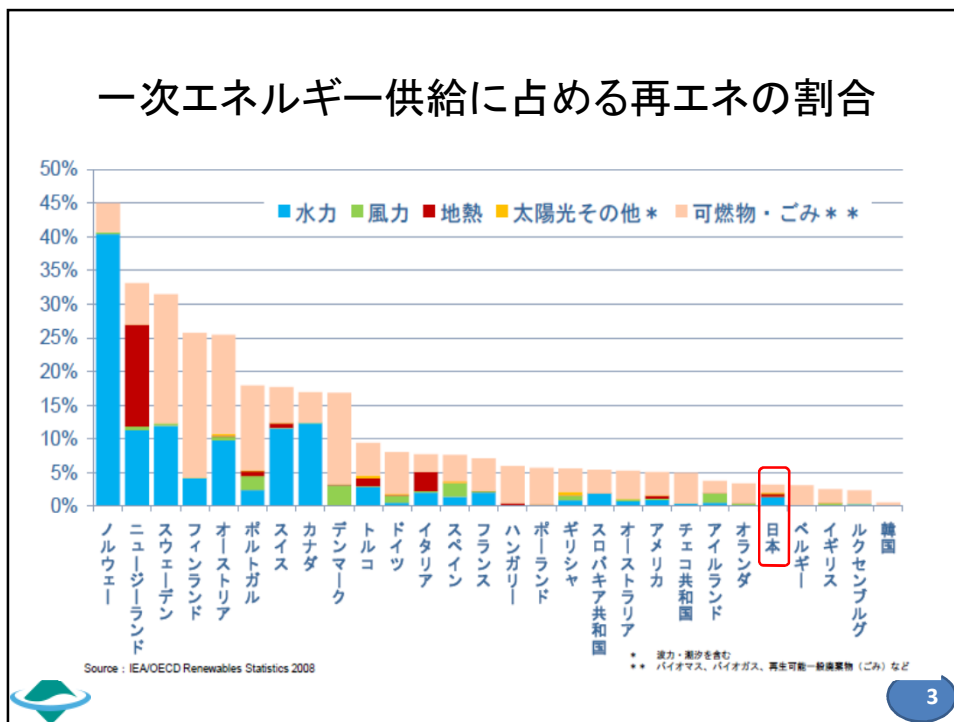
第3の挑戦は、再生可能エネルギーの利用の飛躍的拡大です。我が国が、今回の地震と津波から学ぶべきことは、「自然の恐怖」ではなく、むしろ「自然と共生」し、「自然の恵み」を最大限に活用することです。

未来に向けて、我が国として再生可能エネルギーを基幹エネルギーの1つとして加えるべく、実用性の飛躍的な向上に挑戦します。

発電電力量に占める再生可能エネルギーの割合を、2020年代の出来るだけ早い時期に、少なくとも20%を超える水準となるよう、大胆な技術革新に取り組みます。...また、日本の技術力を結集し、大型洋上風力、藻類などからの次世代バイオマス燃料、バイオマスエネルギーや地熱について、本格的導入を目指します。



2



復興への提言～悲慘のなかの希望～（抜粋）

（平成23年6月25日東日本大震災復興構想会議とりまとめ）

復興構想7原則

原則1: 失われたおびたしい「いのち」への追悼と鎮魂こそ、私たち生き残った者にとって復興の起点である。この観点から、鎮魂の森やモニュメントを含め、大震災の記録を永遠に残し、広く学術関係者により科学的に分析し、その教訓を次世代に伝承し、国内外に発信する。

原則2: 被災地の広域性・多様性を踏まえつつ、地域・コミュニティ主体の復興を基本とする。国は、復興の全体方針と制度設計によってそれを支える。

原則3: 被災した東北の再生のため、潜在力を活かし、技術革新を伴う復旧・復興を目指す。この地に、来たるべき時代をリードする経済社会の可能性を追求する。

原則4: 地域社会の強い絆を守りつつ、災害に強い安全・安心のまち、自然エネルギー活用型地域の建設を進める。

原則5: 被災地域の復興なくして日本経済の再生はない。日本経済の再生なくして被災地域の真の復興はない。この認識に立ち、大震災からの復興と日本再生の同時進行を目指す。

原則6: 原発事故の早期収束を求めつつ、原発被災地への支援と復興にはより一層のきめ細やかな配慮をつくす。

原則7: 今を生きる私たち全てがこの大災害を自らのことと受け止め、国民全体の連帯と分かち合いによって復興を推進するものとする。

4

第1章 新しい地域の形

(2) 地域づくり(まちづくり、むらづくり)の考え方

②地域の将来像を見据えた復興プラン

復興に際しては、地域のニーズを優先すべきである。同時に、長期的な展望と洞察を伴ったものでなくてはならない。一方で高齢化や人口減少等、わが国の経済社会の構造変化を見据え、他方で、この東北の地に、来るべき時代をリードする経済社会の可能性を追求するものでなければならない。

そこで、高齢者や弱者にも配慮したコンパクトなまちづくり、くらしやすさや景観、環境、公共交通、省エネルギー、防犯の各方面に配慮したまちづくりを行う。とりわけ景観については、地域住民の徹底的話し合いと納得によって、統一感のある地域づくりが望まれる。

また、再生可能エネルギーと生態系の恵みを生かす地域づくりや、次世代技術等による産業振興、地域資源の活用と域内循環を進めることにより、地域の自給力と価値を生み出す地域づくりを行うべきである。その際、地域のニーズに応じたトップランナー方式での支援を検討する。

これらを通して、新しい地域づくりのモデルとなるこの地の復興を目指すことが望まれる。

第2章 くらしとごとの再生

(6) 地域経済活動支える基盤の強化

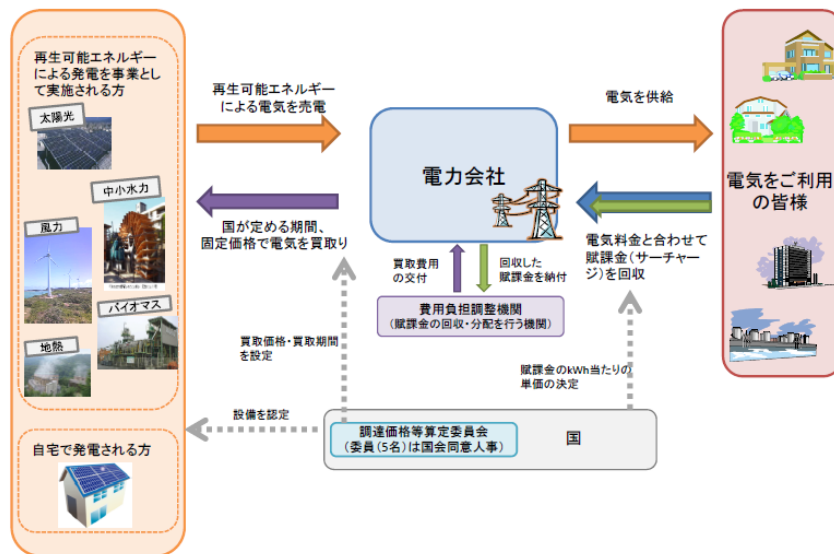
②再生可能エネルギーの利用促進とエネルギー効率の向上
被災地における再生可能エネルギーの可能性

再生可能エネルギー(太陽光、風力、水力、バイオマス、地熱等)については、エネルギー源の多様化・分散化、地球温暖化対策、新規産業・雇用創出などの観点から重要である。そこで、出力の不安定性やコスト高、立地制約などの課題に対応しつつ、その導入を加速する必要がある。

東北地域は、太平洋沿岸では関東地方と同程度の日照時間を有し、気温が低く太陽光発電システムの太陽光パネルの温度の上昇によるロスが小さいため、太陽光発電に適している。さらに、地熱資源や森林資源・水資源も豊富に存在しており、地熱発電やバイオマス、小水力発電等の潜在的可能性も高い。また、東北地域には、全国的に見ても風況が良い地点が多く、風力発電の潜在的可能性が高い。




再生可能エネルギーの固定価格買取制度の概要



再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査の背景

環境施策としての長所＝CO₂排出量が火力発電より一桁以上小さい

<p>長所</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 枯渇しない 海外に依存しない ② 短期間での 運転開始が可能 ③ 災害に強い 		<p>短所(通説)</p> <ol style="list-style-type: none"> ① エネルギー密度が小さく 導入ポテンシャルも小さい ② 地域偏在性が高い ③ 発電コストが高い ④ 時々刻々と変化する電力需要には対応できない
---	---	---

再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査の実施趣旨(「通説」の検証)

【公表資料のURL】

- 報道発表資料 <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=13696>
- 報告書 <http://www.env.go.jp/earth/report/h23-03/>
- ポテンシャルマップ <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/rep/index.html>

7

定義と留意事項

<div style="background-color: #f08080; padding: 10px; border: 1px solid red; margin-bottom: 5px;">賦存量</div>	<ul style="list-style-type: none"> ● 設置可能面積、平均風速、河川流量等から理論的に算出。 ● 現在の技術水準では利用することが困難なものを除き、種々の制約要因(土地の傾斜、法規制、土地利用、居住地からの距離等)を考慮していない。
<div style="background-color: #ffd700; padding: 10px; border: 1px solid orange; margin-bottom: 5px;">導入ポテンシャル</div>	<ul style="list-style-type: none"> ● メッシュ賦存量マップに各種制約要因を重ね合わせ、開発不可地を除外し算出。 ● エネルギーの採取・利用に関する種々の制約要因による設置の可否を考慮したエネルギー資源量。 ※開発不可条件が詳細マップ化されていないものは考慮していない。マップで把握できていない情報の把握が必要なことは言うまでもない。
<div style="background-color: #90ee90; padding: 10px; border: 1px solid green;">シナリオ別導入可能量</div>	<ul style="list-style-type: none"> ● 事業収支に関する特定のシナリオ(仮定条件)を設定した場合に具現化が期待されるエネルギー資源量。 ● 対象エネルギーごとに建設単価等を仮定した上で事業収支シミュレーションを行い、税引前のプロジェクト内部収益率(PIRR)が概ね8.0%以上となるものを集計したもの(※年次は特定していない)。

【留意事項】

- ① **異なるエネルギー間の比較**: 試算結果は設備容量(kW)で示した。しかし、再生可能エネルギーによって標準的な設備利用率は異なるため、**発電電力量(kWh)への換算もエネルギー種によって異なる**ので、異なるエネルギー間の比較に際しては注意が必要である。
- ② **既開発分の取扱い**: 試算結果は**既開発分を含んだものとして推計したものである**。ただし、既開発分は事業採算性以外の観点で導入されているものもあり、単純な比較はできない。

8

地熱発電に関する調査実施フロー

PHASE1: 賦存量の推計

地熱資源量密度分布図を基に賦存量(kW)を算定する。

PHASE2: 導入ポテンシャルの推計

地熱資源量密度分布図に各種社会条件等を重ね合わせて導入ポテンシャル(kW)を算定する。

既開発地熱発電所の分布状況の確認

既存温泉のタイプ別分布状況の把握

PHASE3: シナリオ別導入可能量の推計

①シナリオの設定

「再生可能エネルギーの全量固定価格買取制度」において想定されている買取価格や期間、技術開発の動向等を想定し、売電条件等の異なる複数のシナリオを設定する。

②事業収支シミュレーション

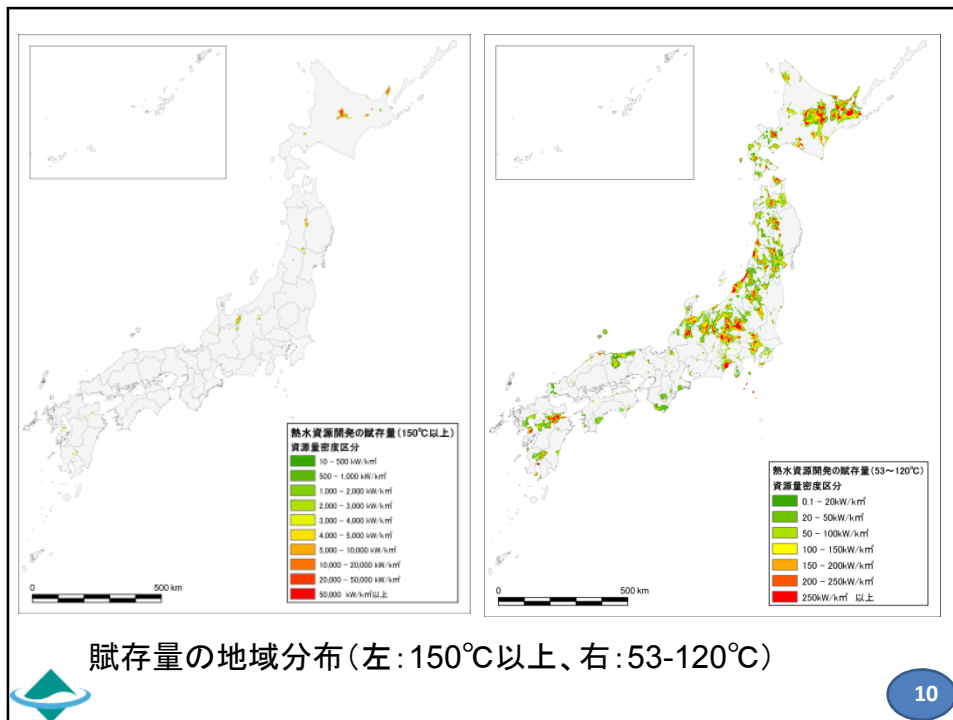
標準的な地熱発電所の事業収支に関するパラメーターを設定し、上記①のシナリオに対して各々の地域における事業可能性を算定する。

③シナリオ別導入可能量(kW)の推計の算出

•PHASE4: 参考シナリオにおける導入可能量の推計

•PHASE5: ヒアリング、現場調査等を通じた妥当性検証

9



10

導入ポテンシャルの推計

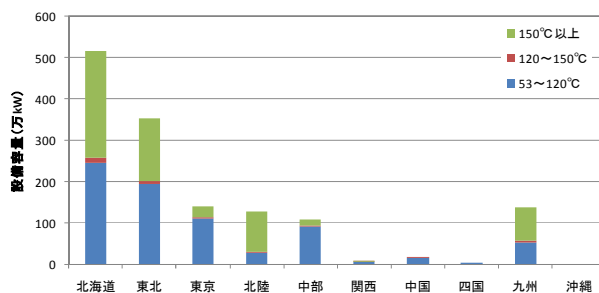
- ① 温度区別の賦存量マップに対して、各種社会条件を重ね合わせ、地熱発電施設が設置可能な面積を算出
- ② 社会条件としては、以下のとおり設定

区分	項目	開発不可条件(53-120℃)	同(120℃以上)
社会条件(法規制等)	法規制区分	以下の区域の外縁部から1.5km以上離れた内側地域 1)国立・国定公園(特別保護地区、第1種特別地域) 2)都道府県立自然公園(第1種特別地域) 3)原生自然環境保全地域 4)自然環境保全地域 5)鳥獣保護区のうち特別保護地区(国指定、都道府県指定) 6)世界自然遺産地域	1) + 第2種、第3種 2) + 第2種、第3種
	土地利用区分	幹線交通用地、その他の用地、河川地及び湖沼、海水域	+ 建物用地、
社会条件(土地利用等)	居住地からの距離	考慮せず	100m未満
	都市計画区分	考慮せず	市街化区域

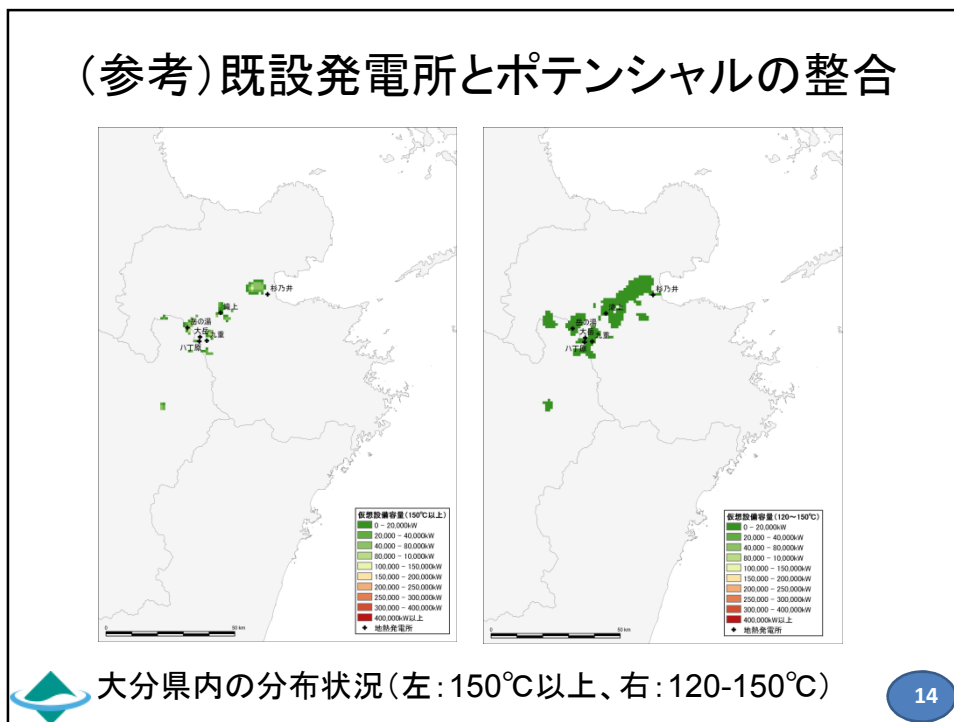
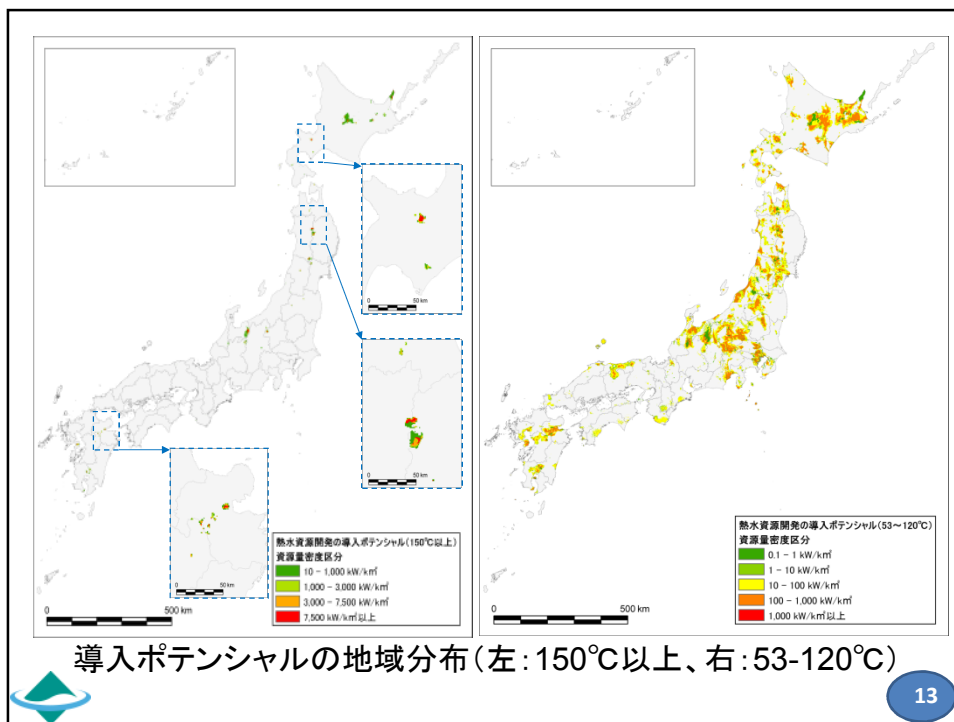
11

導入ポテンシャルの推計結果

温度区分	導入ポテンシャル(万kW)	参考データ		
		賦存量(万kW)	H21導入ポテンシャル(万kW)	H22/H21
150℃以上	636 (賦存量の27.0%)	2,357	220	288%
120~150℃	33 (賦存量の30.6%)	108	20	160%
53~120℃	751 (賦存量の88.5%)	849	742	105%
合計	1,419 (賦存量の42.8%)	3,314	982	148%

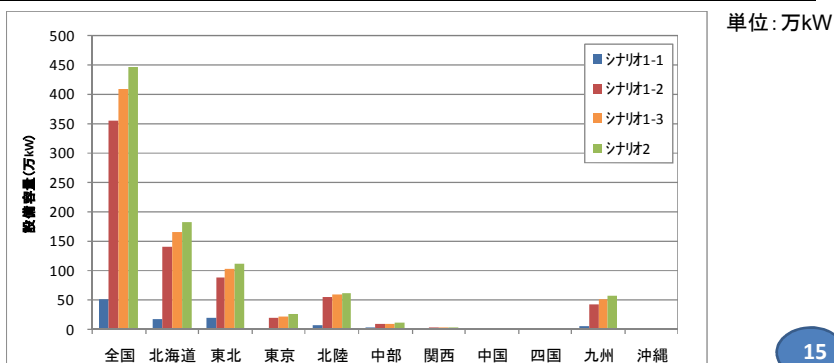


12



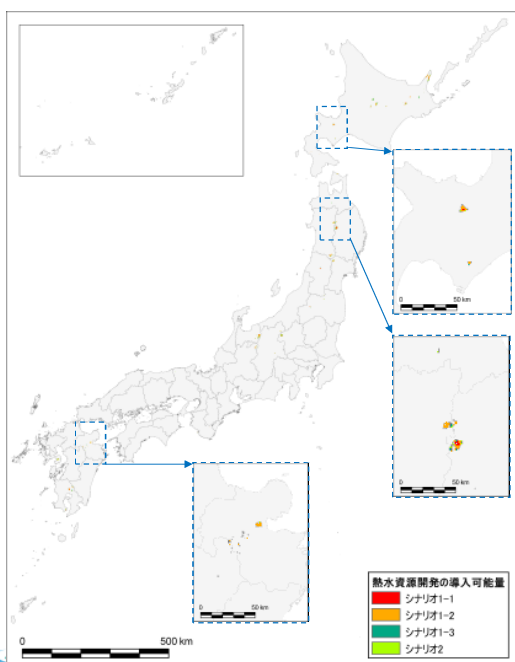
シナリオ別導入可能量の推計結果

温度区分	FIT対応シナリオ			FIT+技術革新シナリオ	参考: 導入ポテンシャル
	シナリオ 1-1	シナリオ 1-2	シナリオ 1-3		
150°C以上	51	355	408	446	636
120～150°C	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	33
53～120°C	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	751
合計	51	355	408	446	1,419



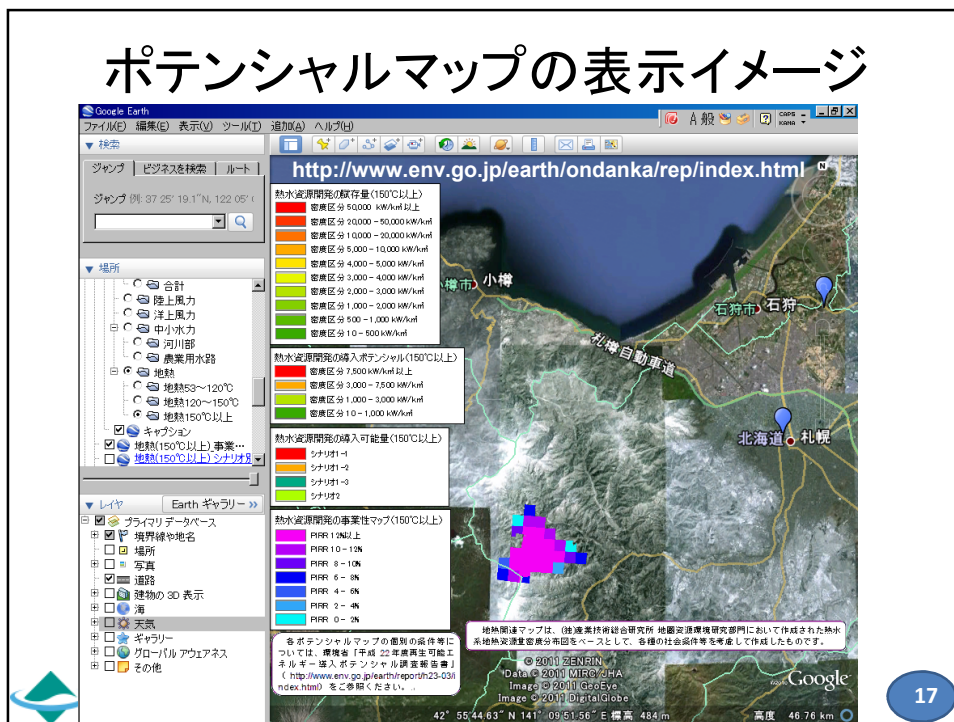
15

導入可能量の地域分布



16

ポテンシャルマップの表示イメージ



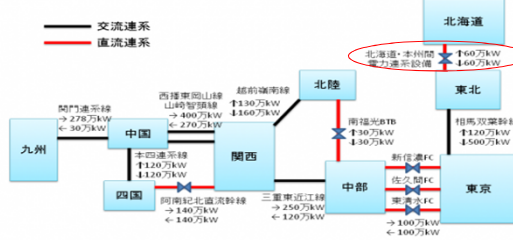
調査結果の総括

		設備容量(万kW)			電力量(億kWh/年)	
		既設	導入 ポテンシャル	FIT対応シナリオ 導入可能量	導入 ポテンシャル	導入可能 最大値
太陽光 発電	非住宅	263 (住宅用 含む)	15,000	-	1,500	-
風力 発電	陸上	219	28,000	2,400 ~ 14,000	5,800	2,900
	洋上		160,000	0 ~ 300	43,000	80
中小水力発電		955	1,400	-	250	-
地熱 発電	熱水資源 開発	53	1,400	53 ~ 410	890	230
	温泉	0		57 ~ 68		45
合計				住宅用太陽光を除く→		3,300
参考	10電力合計	20,397		既存分(販売ベース)→		8,585
	うち原発	4,623		既存分→		2,611

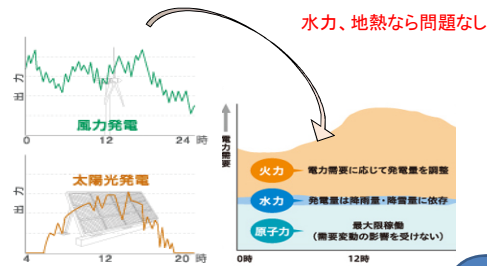
「通説」の検証結果

- ① エネルギー密度が小さく導入ポテンシャルも小さい
- ② 地域偏在性が高い
- ③ 発電コストが高い
- ④ 時々刻々と変化する電力需要には対応できない

風力発電に関する北海道のポテンシャルは活かしきれない
電力会社間の連系線容量



当面は火力発電の出力調整能力が制約に



地球温暖化対策技術開発等事業(競争的資金) 72億円(62億円)

平成24年度は下記2領域の研究開発に重点化

- ◆ 「グリーンイノベーション推進実証研究領域」: 優良技術を社会に組み込むための必要な法令等改革、運用方法・制度の確立、社会の受容拡大等に関する検討
- ◆ 分散エネルギーシステム技術開発領域: 分散エネルギーシステムを確立するため、蓄エネルギー技術及びエネルギーマネジメントのスマート化に関する技術開発等を集中的に実施

開発成果と平成24年度重点公募課題(予定)

交通低炭素化技術開発分野

開発成果の例:
電気自動車大容量リチウムイオン電池
・エネルギー密度160Wh/kg
・2010年市販のEVに搭載



重点公募課題:
物流の低炭素化を進めるための制度とその円滑な運用のためのシステムの構築に関する実証研究



住宅・オフィス等低炭素化技術開発分野

開発成果の例:
白色LEDを用いた高効率照明システム
・消費電力: 約1/5倍
・価格: 約1/7



重点公募課題:
既設住宅・建築物に適用可能で低コストな省エネルギー技術の導入に関する実証研究



エネルギー供給低炭素化技術開発分野

開発成果の例:
球状シリコンを用いた太陽電池
・シリコン使用量1/5
・低コスト15万/kW



重点公募課題:
気象予測システムとグループ制御蓄電システムを活用した風力発電の広域運用システムに関する実証研究



バイオマス・循環資源低炭素化技術開発分野

開発成果の例:
乾式メタン発酵法による都市型バイオマスエネルギーシステムの実用化



重点公募課題:
里地里山の保全に伴い生じる草木質バイオマスのエネルギー源としての利活用に関する実証研究



地域主導による再生可能エネルギー事業のための緊急検討事業 5億円(0.9億円)

◆新成長戦略に対応し再生可能エネルギー立地に関するゾーニング情報の整備・発信

◆地域主導による再生可能エネルギー事業のための自然条件や社会条件に関するデータの情報整備

◆地域の住民が参画できる再生可能エネルギー事業の立ち上げを支援

◆風力発電・地熱発電立地のゾーニングを行い、建設を迅速化する。(新成長戦略)

◆地域の事業・便益に繋がるファイナンスの仕組みを強化する。(グリーン・イノベーションにおける国家戦略プロジェクト)

◆地域において各種再生可能エネルギーの導入を図る際に必要とされる事業調査・検討業務を支援し、国民が再生可能エネルギーの導入に参画できる事業を創設。

事業計画の具体化・迅速化、展開

再生可能エネルギー 急拡大の実現

◆再生可能エネルギーを活用したグリーンイノベーションによる成長

◆自立した地方からの持続可能な経済社会構造の変革を実現

① 情報整備業務



詳細な風況変動データベースの整備等

② 地域協議会設置・運営支援業務



協議会設置 事業概要策定 事業主体選定・ファイナンス調整

③ コーディネーター等育成業務



制度・技術・金融に関する講義 先進事例参画 協議会参画

④ 再生可能エネルギー事業計画作成支援業務

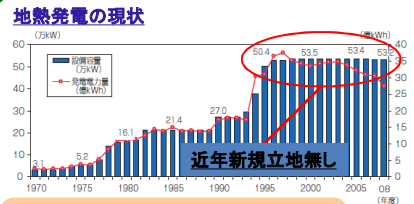


踏査、現地ヒアリング等の調査 文献等による調査 事業化計画策定支援

(新)自然共生型地熱開発のための掘削補助事業<要望枠> 12.5億円

世界第3位の資源量を誇る我が国の地熱エネルギーを適切に活用するため、
景観や温泉等の自然環境に配慮した自然共生型の地熱開発を支援

地熱発電の現状






● 傾斜掘削を個別に判断する際の考え方の明確化
 ● 温泉法における掘削許可の判断基準の考え方を示したガイドラインの策定 等

指摘されている地熱開発の主な課題

- 開発リスクが高い(計画どおりの蒸気量が確保できない等)
- 開発コストが大きい(開発のリードタイムが長く人件費等の負担が大きい、調査・開発段階の掘削費用が高額等)
- 関連法令の諸規制(自然公園法に基づく開発行為の規制、温泉法に基づく掘削許可等)
- 地熱資源のほとんどが温泉地に近接しており、地元温泉事業者等との調整が必要

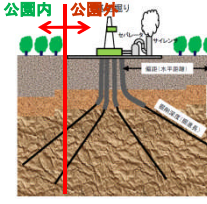
(地熱発電に関する研究会中間報告(平成21年6月)を基に作成)

自然共生型の地熱開発が重要 (地域の理解・協力の醸成がキー)

自然景観 温泉資源 地熱発電施設


自然共生型の掘削の例 (国立公園内への傾斜掘削)



公園内 公園外

景観や温泉等の自然環境に配慮した地熱発電を導入するための掘削に対して補助

温泉エネルギー活用加速化事業 4.5億円(4.5億円)

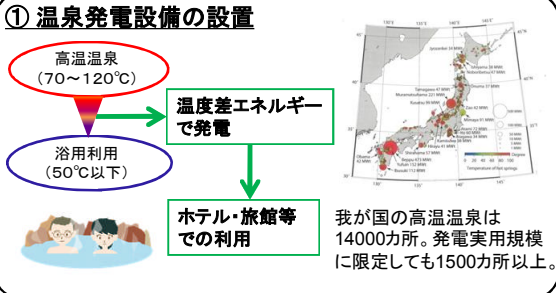


我が国は世界第3位の地熱資源国。高温温泉の温泉熱や温泉の採取に伴い発生する付随ガスの有効利用に補助を行い、温泉エネルギーの活用を推進。

- 温泉エネルギー利用の初期コスト低減による自立的普及
- 地域特性に応じた再生可能エネルギー利用を推進

温泉熱の利用

① 温泉発電設備の設置

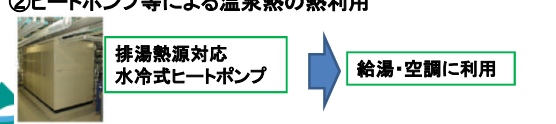


高温温泉 (70~120°C) → 温度差エネルギーで発電 → ホテル・旅館等での利用

浴用利用 (50°C以下)

我が国の高高温泉は14000カ所。発電実用規模に限定しても1500カ所以上。

② ヒートポンプ等による温泉熱の熱利用

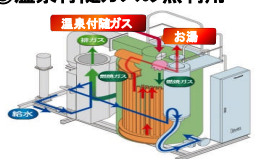


排湯熱源対応水冷式ヒートポンプ → 給湯・空調に利用


温泉付随ガスの利用

改正温泉法の附帯決議に明記された「分離したメタンの利活用」を推進

③ 温泉付随ガスの熱利用



④ 温泉付随ガスのコジェネレーション



○政府のエネルギー規制・制度改革アクションプラン (平成23年11月1日エネルギー・環境会議決定)

2-3. 地熱発電					
重点14	47	自然公園法に基づく立地規制の許可要件の明確化等	地熱発電施設を当分の間6箇所に限定するという通知を廃止し、傾斜規制による自然公園の地下開発であれば許可可能である旨を通知するとともに、自然公園の区分や開発段階(地質調査、規制調査、発電設備設置等)ごとに開発許可が可能な要件や方法を検討し、明確化する。併せて、具体的な案件を対象に関係者の合意形成・連携促進のための優良事例の形成を図る。	自然公園法施行規則第11条、地熱発電に係る過去の通知	23年度中に結論、速やかに措置
重点15	48	温泉法における掘削許可の判断基準の考え方の策定	地熱発電のための掘削が温泉に及ぼす影響について、関係者に意見を聴取の上、科学的に検討を行い、温泉法における掘削許可の判断基準の考え方を策定する。	温泉法第4条の運用	23年度中結論・措置
	49	温泉審議会等の構成員のあり方の見直し	掘削許可の可否について審議する温泉審議会において近隣温泉への影響等を技術的・科学的見地から判断できる地質等の専門家の参画を検討するよう通知する。	温泉法第4条の運用	23年度中結論・措置
	50	掘削許可の対象の明確化	温泉法上の掘削許可の対象は温泉を湧出させることを目的とする場合であり、温泉の湧出を目的としないいわゆる調査井や還元井については、掘削許可の対象外である旨を明確化する。	温泉法第4条の運用	23年度中結論・措置
	51	ボイラー・タービン主任技術者の選任範囲の見直し	地熱バイナリー発電(温泉発電)に関するボイラー・タービン主任技術者の選任範囲を拡大する。その他フラッシュタイプ等の地熱発電についても、ボイラー・タービン主任技術者の選任範囲の拡大を必要に応じて検討する。	電気事業法	地熱バイナリー発電については、23年度中措置。その他の方式については、24年度結論、必要に応じて速やかに措置。
	52	地熱発電所の熱水の多目的利用	地熱発電に利用した熱水を地域の暖房システムや道路の融雪、温泉旅館などへ多目的利用する場合、熱利用等した熱水の地下水への還元ができるよう、水質汚濁防止法等の趣旨を踏まえ、地下水・地盤環境への影響を適切に配慮し、円滑に地熱利用が図られることが可能となる要件や方法について明確化する。	水質汚濁防止法第12条、第12条の3	23年度中検討開始
	53	環境影響評価の迅速化	地熱発電等再生可能エネルギーに係る環境影響評価について、手続きの迅速化が図られるよう、事業者が行う環境影響評価に必要な情報提供を行う。	環境影響評価法	23年中検討開始

第4回エネルギー・環境会議 資料4参照
http://www.npu.go.jp/policy/policy09/archive01_04.html

26