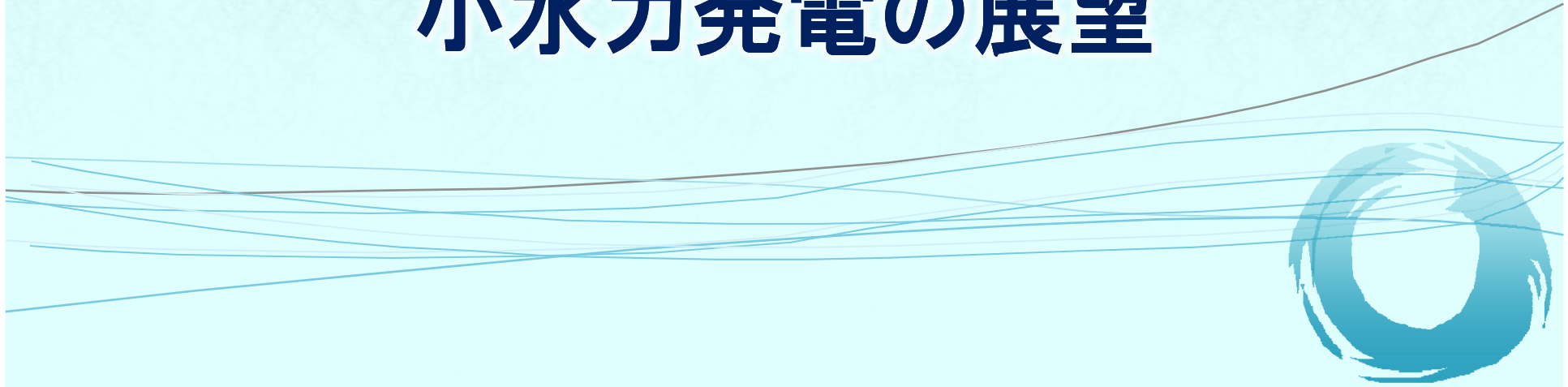


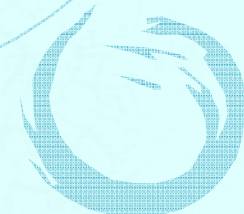
エネルギー対策としての 小水力発電の展望



はれプロ
晴佐久 浩司

本日の議題

1. エネルギー政策の位置付け
2. 農村における再生エネの利活用
3. 小水力発電の展望



1. エネルギー政策の位置付け

(1) エネルギー政策の変遷

…日本のこれまでのエネルギー戦略

(2) エネルギー政策の課題

…再生可能エネルギーに期待する背景

(3) 震災後の政府の動き

…震災後に設置された関連する委員会

(4) 再生可能エネルギーの方向性

…再生可能エネルギーに関する規制緩和

(5) 目指すべきエネルギー構造

…原子力低減と再生可能エネルギー増大

1 (1) エネルギー政策の変遷

3

【電力不足】量の充足

- 9 電力地域独占(5 1 年), 電源開発設立(5 2 年)
- 石炭から石油へ(石油輸入自由化 6 2 年)
- 原子力発電着手(日本原電設立 5 7 年)

【脱石油・高効率】安定供給

- 石油危機(7 3 年, 7 9 年)
- 原子力発電促進(電源三法 7 4 年)
- 代替可能エネルギー促進(代エネ法 8 0 年)
- 省エネルギー促進(省エネ法 7 9 年)

【環境・安定供給】エネルギー安全保障

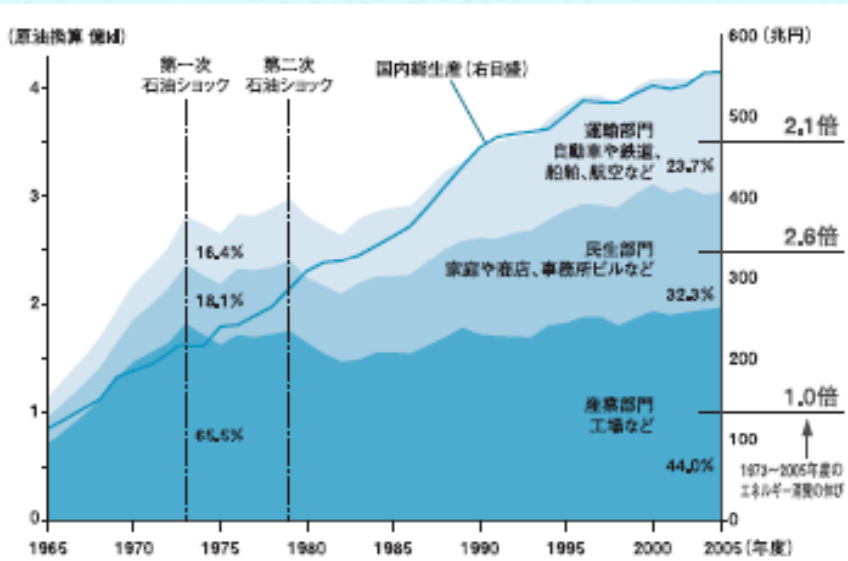
- 温暖化に対する要請(リオサミット 9 1 年)
- エネルギー政策基本法(0 2 年)
- 新エネルギーへ転換、原子力へ重点化

安全(リスク), 安定供給(安全保障), 効率(コスト), 環境(温暖化)

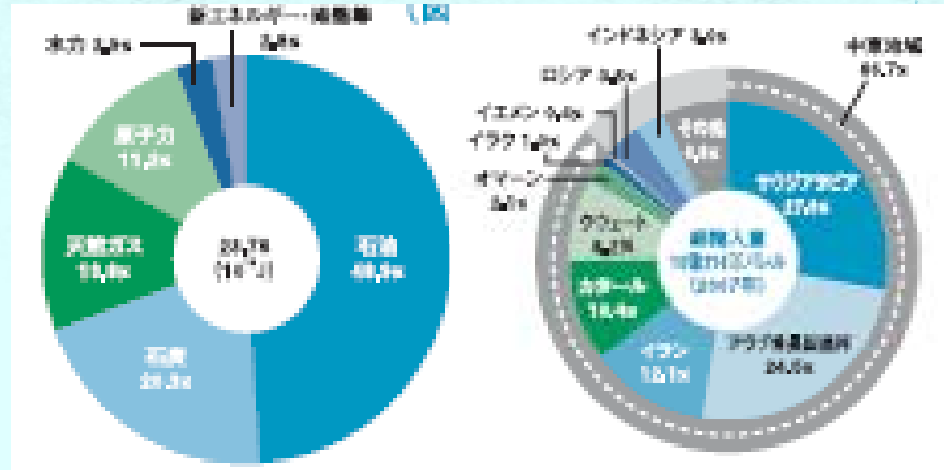
1 (2) エネルギー政策の課題

- 30年間で民生2.6倍, 運輸2.1倍など増え続けるエネルギー消費
- 化石燃料8割(石油49%, 石炭20%, 天然ガス14%)に頼る供給体制
- 原油の9割を中東地域からの輸入に依存
- 途上国からのCO2排出量の増加による地球温暖化の問題

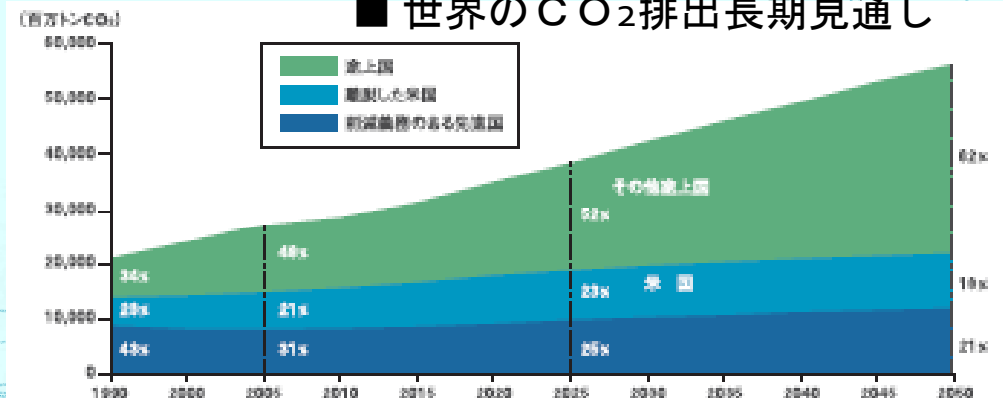
■ エネルギー消費とGDPの推移



■ エネルギー供給構成 ■ 日本の原油輸入先



■ 世界のCO2排出長期見通し



※出典：資源エネルギー庁
「日本のエネルギー2008」

1 (3) 震災後の政府の動き

5

新成長戦略実現会議

革新的
エネルギー
環境戦略

空洞化防止
海外市場開拓

国と国の
絆の強化

農林漁業
再生

成長型
長寿社会
地域再生

【エネルギー・環境会議】

目的：短期・中期・長期の革新的な
エネルギー戦略を策定
構成：国家戦略担当大臣・関係大臣

【食と農林漁業の 再生推進本部】

目的：持続可能な力強い農業
を育てるための対策
構成：内閣総理大臣・全大臣

【コスト等検証委員会】

目的：エネルギーベストミックスの
ための発電コストを検証
構成：内閣府副大臣・有識者

1 (4) 再生可能エネルギーの方向性

6

エネルギー・環境会議「エネルギー規制・制度改革アクションプラン」

・ 3つの柱と実施・検討事項77項目（うち重点課題26項目）

電力システムの の改革

- ・ 分散型電源の拡大 … 13項目（5）
- ・ スマートメーターと料金 … 7項目（3）
- ・ 卸市場の活性化 … 16項目（1）

再生可能 エネルギー の導入加速

- ・ 系統制約（一般電気事業者の接続） … 2項目（1）
- ・ 立地規制（農地法・森林法等） … 16項目（4）
- ・ 保安・安全規制（電気事業法等） … 14項目（4）

省エネルギー の推進

- ・ 需要サイドの電力ピーク対策 … 2項目（2）
- ・ 省エネ規制の徹底・強化 … 3項目（3）
- ・ 蓄電池・熱エネルギーの利用拡大 … 4項目（3）

※別添「実施・検討事項詳細リスト」の項目数（うち重点課題）

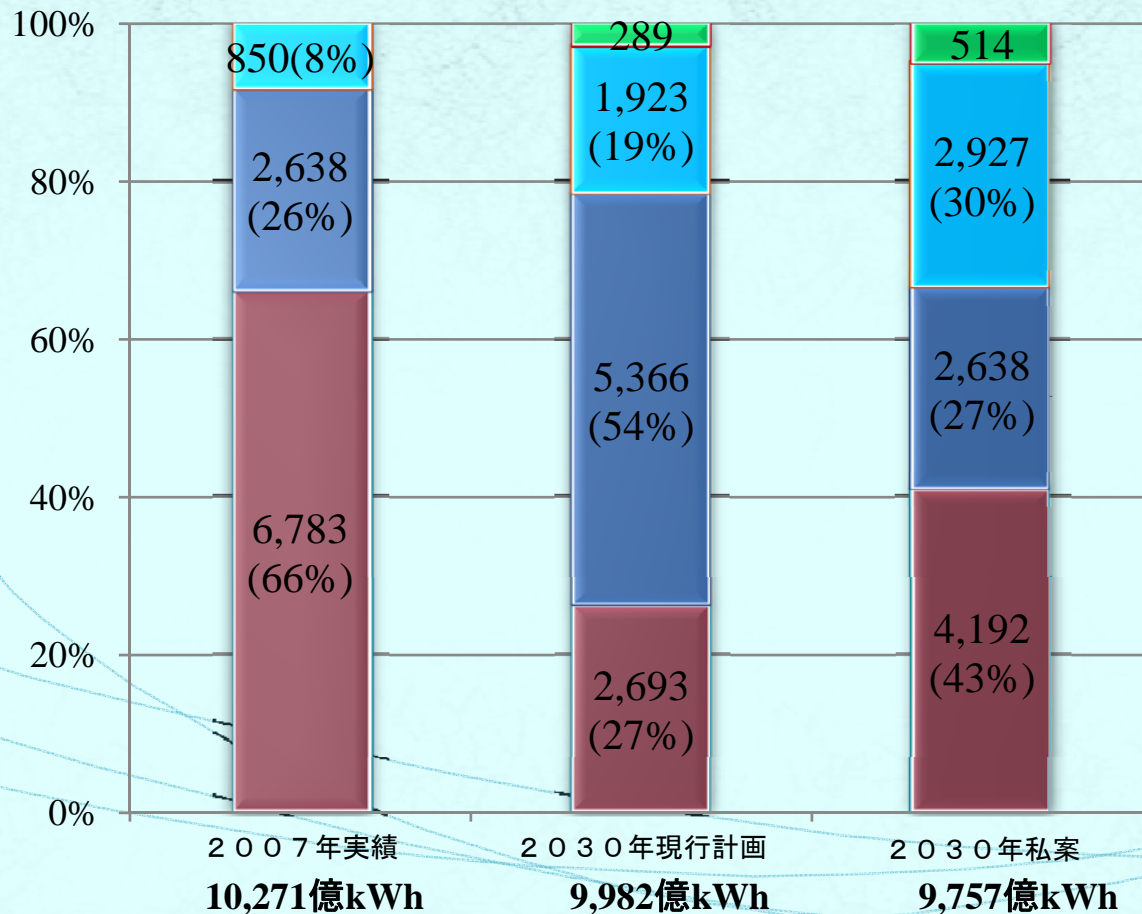
1 (4) 再生可能エネルギーの方向性

エネルギー・環境会議「エネルギー規制・制度改革アクションプラン」
・発電種ごとに改革の方向性を記載し、水力発電に関する記載は4項目

通し番号	規制改革項目名	規制改革の内容	関連法律	予定
54	水利権の許可手続きの合理化	<ul style="list-style-type: none">・従属発電に係る水利使用許可手続の簡素化 (H23.3)・一定の小水力発電に係る河川環境調査等の省略・発電水利権許可手続に関する相談窓口を設置 (済)・小水力発電施設の構造基準、河川環境への影響度に関する調査研究に着手	河川法	早期に結論
55	自然公園内の設備設置に係る審査手続の簡素化	<ul style="list-style-type: none">・周辺環境への影響が小さい小規模な水力発電や既設設備を利用した発電設備の設置について、環境影響調査を不用あるいは簡略化 (環境影響調査のあり方について周知し審査手続を透明化)	自然公園法	23年度措置
56	ダム水路主任技術者の取扱の見直し	<ul style="list-style-type: none">・ダムを利用した小水力発電所について、一定の条件で、ダム水路主任技術者に外部の有資格者を選任可能 (派遣を認める)	電気事業法	23年度検討・措置
60	農山漁村の導入促進に係る農林地等の利用調整の円滑化	<ul style="list-style-type: none">・再生可能エネルギー発電施設を導入する場合の農地法・森林法の特例措置・耕作放棄地の集約化や農地の換地に関する特例措置 (ex.市町村が発電事業計画を策定すれば、耕作放棄地の所有者間での契約を経ず所有権の移転可能)	農地法・森林法等	23年度結論

1 (5) 目指すべきエネルギー構造

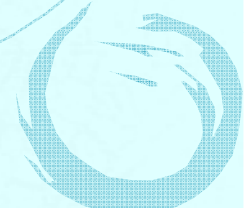
- 発電電力量の構成割合は、2007年時点で、
石炭25%, 石油13%, 天然ガス28%, 原子力26%, 再生可能エネ9%
- 現行のエネルギー基本計画による、2030年計画では、
石炭11%, 石油2%, 天然ガス13%, 原子力52%, 再生可能エネ19%, 省エネ3%



※実績及び現行計画の値は、エネルギー・環境会議(H23.6.7)資料から引用

※変更計画は、原子力を現在地で固定、再生可能エネルギーを目標値30%、不足分を天然ガスで補填。

- 供給減 (省エネ)
- 再生可能エネルギー
- 原子力



2. 農村における再生可能エネルギーの利活用

(1) 再生可能エネルギー導入の意義

- …農山村地域への導入の意義及び効果

(2) 農水省の取組方針

- …農水省のエネルギー政策への貢献策

(3) 再生可能エネルギーの特徴

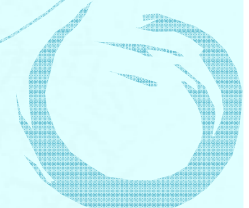
- …各エネルギーの特徴を比較

(4) 農村における利活用の検討

- …農山村地域への導入の可能性

(5) 各電源の発電コスト

- …各エネルギーの発電コストの試算値



2 (1) 再生可能エネルギー導入の意義

10

- 約800万tonの林地残材が未利用、農業水利施設の適地のうち6割が未開発など、農山村には再生可能エネルギーが豊富に存在
- 農山村への太陽光パネルや風力発電設備の設置、間伐材の発電所利用等により、対1990年比約2.5%温室効果ガスの削減が可能
- 地域のイメージアップ、環境教育の場の提供



新たな食料・農業・農村基本計画

- 「農村における再生可能エネルギーの生産・利用の拡大に向けた技術的・制度的な環境整備を促進する」と位置付け（平成22年3月）

食と農林漁業の再生のための基本方針・行動計画

- 7つの戦略の1つとして「エネルギー生産への農産漁村資源の活用促進」を掲げ、今後5年間の行動計画を策定（平成23年10月）

土地改良長期計画（中間とりまとめ）

- 政策目標の1つとして「小水力発電等の自立・分散型エネルギーシステムへの移行」を掲げ、農業水利施設等を活用した導入促進（平成24年3月予定）

2 (2) 農水省の取組方針

11

「我が国の食と農林漁業の再生のための基本方針・行動計画」 H23.10.25

- ・次世代を担う農林漁業者が安心して農林漁業に取り組むための方針
- ・目指すべき姿と基本的考え方を示し、農林漁業再生の7つの戦略を提示

【戦略3】

エネルギー生産への農山漁村の資源の活用を促進する

- 地域主導で再生可能エネルギーの供給を促進
- 農業振興と農村活性化を両立できる制度を策定

◎再生可能エネルギーの技術開発を加速

◎6次産業化法に基づく取組に対する支援措置

◎スマート・ビレッジ形成に向けたモデル導入

【4次補正】 28億円 導入可能性調査、バイオ燃料の生産拠点整備

- ・農山漁村再生可能エネルギー導入等緊急対策事業

【H24予算】 12億円 電気供給モデル構築、低コスト化技術の実証

- ・農産漁村再生可能エネルギー導入事業

2 (3) 再生可能エネルギーの特徴

太陽光発電、小水力発電、風力発電、バイオマスエネルギーに関して、それぞれの特徴を整理した表を以下に示す。

項目	太陽光発電		小水力発電		風力発電		バイオマス	
設置場所	・設置の制限がない ・未利用地の有効利用	◎	・既存施設の有効利用	○	・設置場所が限定	△	・集積に課題があり、小規模分散型の設備	△
維持管理	・システムが単純 ・メンテナンスフリー	◎	・場合によっては施設管理者の設置が必要	○	・故障が多い	△	・技術的課題が多い ・残渣の処理が必要	×
電力供給	・発電効率は低い ・夏季のピークカットに効果	△	・発電効率は最も高い ・安定供給が優位	◎	・発電効率は高い ・電力供給が不安定	△	・メタン発酵は無効消費が多く、利用量が僅か	—
災害	・非常用電源として利用可能	◎	・施設が被災した場合、電力供給不可	△	・台風・落雷に脆弱	△	・災害時の対応は困難	×
環境	・設置面積によるが影響は限定的	○	・下流に生息する動植物への影響が危惧	△	・騒音問題がある ・バードストライク	△	・廃棄物の有効活用	◎
その他	・遠隔地の電源として利用可能	△	・地域活性化に寄与 ・水利権の取得が必要	△	・施設が目立つため地域のシンボルとなる	○	・発電と異なり、保存・輸送が可能 ・用途の多様性	◎

2 (4) 農村における利活用の検討

農村地域で導入可能な再生可能エネルギーとして、
太陽光発電、小水力発電、風力発電、メタン発酵
 これらの導入に適した地域条件と想定される導入場所を示す。
 ※工事費（発電コスト）については改めて後述する。

種類	地域条件	導入場所	kW当たり 工事費	評価
太陽光	<ul style="list-style-type: none"> ・面的まとまりがある ・日照条件がよい 	<ul style="list-style-type: none"> ・耕作放棄地 ・農業用施設の屋根 ・溜池・農道の法面 	50～70 万円/kW	<ul style="list-style-type: none"> ・比較的容易に設置可能 ・費用に応じて設置可能
小水力	<ul style="list-style-type: none"> ・年間降水量が多い ・地形の傾斜が大きい ・通水量が豊富 	<ul style="list-style-type: none"> ・溪流で導水可能な地点 ・急勾配の水路 ・機場の吐出部 	施設で大幅 に異なる	<ul style="list-style-type: none"> ・発電効率が高い ・同規模で比較して年間発電量が大きい
風力	<ul style="list-style-type: none"> ・年中一定の風が吹く ・地域固有の風がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・未利用の山林地 ・海岸の未利用地 	30万円 /kW程度	<ul style="list-style-type: none"> ・風に左右され不安定 ・騒音があり民家の近くは設置不適
メタン 発酵	<ul style="list-style-type: none"> ・畜産・林業が盛ん ・大きい食品工場がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・畜舎の周辺 ・農産物加工場の周辺 	250～ 1100 万円/kW	<ul style="list-style-type: none"> ・環境面の効果がある ・廃棄物処理に課題がある場合に限定
共通		<ul style="list-style-type: none"> ・近くに電線がある ・施設管理が容易 		

※(財)日本水土総合研究所「再生可能エネルギー導入の手引き」から引用

2 (5) 各電源の発電コスト①

14

発電コストの算出に当たり、モデルプラントによる試算を実施。

【社会的費用の加味】 政策経費、事故リスク対応費、CO2対策費をコスト計上

【将来性の予測】 技術革新・量産効果による減額、燃料費上昇による増額も考慮

<原子力発電・火力発電・一般水力発電>

種類	出力規模	設備利用率	稼働年数	基準年	資本費	運転維持費	社会的費用	発電コスト
原子力	120万kW	70%	40年	2010	2.5	4.8	1.6	8.9
				2030	—	—	補償	未定
石炭火力	75万kW	80%	40年	2010	1.4	1.3	7.0	9.7
				2030	1.8	1.6	7.6	11.0
天然ガス火力	135万kW (45万×3)	80%	40年	2010	0.7	0.7	9.7	11.1
				2030	0.7	0.7	10.0	11.4
石油火力	40万kW	10%	40年	2010	9.4	8.0	20.2	37.6
				2030	9.4	8.0	24.5	41.9
一般水力	1.2万kW	45%	40年	2010	2.2	8.1	0.2	10.5
				2030	—	—	—	—

※費用の単位は、円/kWh。エネルギー・環境会議「コスト等検証委員会報告書」から引用。

※原子力は、補償費・処理費等の不確定要素があることから現時点のみの評価。

※天然ガスの発電コスト増加が小さいのは、非在来ガスの増加で価格上昇の抑制が見込まれるため。

※一般水力は、技術革新等を想定せず、2030年モデルでも発電コストに差はないものと判断。

2 (5) 各電源の発電コスト②

15

<再生可能エネルギー>

種類	出力規模	設備利用率	稼働年数	基準年	資本費	運転維持費	社会的費用	発電コスト
風力 (陸上)	2万kW	20%	20年	2010	7.3	2.6	—	9.9
				2030	6.5	2.3	—	8.8
風力 (洋上)	1.5万kW	20%	20年	2020	6.9	2.5	—	9.4
				2030	6.3	2.3	—	8.6
地熱	3万kW	80%	40年	2010	4.1	4.2	—	8.3
				2030	—	—	—	—
太陽光 (メガソーラー)	1200kW	12%	20年	2010	21.3	8.8	—	30.1
				2030	6.5	5.5	—	12.1
小水力	200kW	60%	40年	2010	6.3	12.8	—	19.1
				2030	—	—	—	—
バイオマス (木質専焼)	5000kW	80%	40年	2010	2.0	4.5	10.9	17.4
				2030	—	—	—	—

※再生可能エネルギーの費用は、下限値を採用。

※風力の設置コスト（電源線、系統安定化）は未計上、洋上風力は2020年モデル以降を検討。

※太陽光は、量産・技術革新により大幅なコスト低下が予想。ただし、系統安定化の追加投資は必要。

※バイオマスは、収集・運搬に要する費用により発電コストが大きく異なることに留意。

※地熱・小水力・バイオマスは、コストに影響する技術革新を想定していない。

3. 小水力発電の展望

(1) 再生可能エネルギーのポテンシャル

・・・各エネルギーの導入ポテンシャル

(2) 小水力発電の可能性

・・・うち小水力発電の有効性

(3) 小水力発電の課題と対応

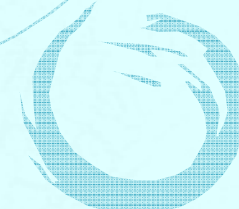
・・・農業用水を利用した小水力発電の諸課題

(4) 小水力発電の導入事例

・・・全国および近畿農政局における導入事例

(5) 小水力発電の展望

・・・取りまとめ（私見）



3 (1) 再生可能エネルギーのポテンシャル

再生可能エネルギーのポテンシャルとして、

【導入ポテンシャル】 自然要因・法規制等の開発不可を除いたエネルギー量

【導入可能量】 経済性も考慮して、導入ポテンシャルから絞り込んだエネルギー量の各省の調査結果に基づく試算値を示す。

種類	既設	導入ポテンシャル	導入可能量
太陽光	住宅 263万kW 非住宅 260万kW	<ul style="list-style-type: none"> 住宅の屋根 … 6,500万kW 住宅の側壁 … 2,600万kW 公共・産業施設の屋根 … 2,030万kW 未利用地・耕作放棄地 … 15,000万kW 	<ul style="list-style-type: none"> 住宅は自家消費が中心 事業継続可能な適正利益が得られない
風力	244万kW	<ul style="list-style-type: none"> 公園・国有林除く陸上 … 15,000万kW 洋上 … 15億kW (共同漁業権区域のみ … 4億kW) 	<ul style="list-style-type: none"> 自治体の導入意欲計数(52%)と社会的受容性計数(75%)を乗じた場合 陸上2,300万kW, 洋上1,300万kW
中小水力	960万kW	<ul style="list-style-type: none"> 電力調査による … 2,000万kW (農業水利施設を利用 … 12万kW) 	<ul style="list-style-type: none"> 同等電力に係る石油火力の経費以下、 中小水力 250万kW
地熱	53万kW	<ul style="list-style-type: none"> 公園除く熱水(150℃) … 430万kW 	<ul style="list-style-type: none"> 資源量密度の高い地点を抽出 熱水資源 95万kW
バイオマス	154万kW	<ul style="list-style-type: none"> 林地残材・家畜排泄物・食品廃棄物 … 73万kW 	<ul style="list-style-type: none"> 実績事例が少ないため、現時点で不明

3 (2) 小水力発電の可能性①

- 化石燃料が普及していない大正・昭和初期、農山村には水力を利用した小規模な発電施設が多く存在
- 急な地形や豊富な降水量により、小水力発電の開発適地が多く存在

利水種別		未開発地点数	未開発発電出力(kW)	未開発発電電力量(MWh)	開発済地点数	開発済発電出力(kW)	開発済発電電力量(MWh)
ダム利用	河川維持用水	223	27,988	142,231	21	16,618	53,548
	利水放流水	227	153,792	741,690	64	81,763	273,424
	農業用水	392	110,765	524,804	18	25,296	73,392
	砂防えん堤	129	16,828	85,268	39	168,002	538,967
水路利用	農業用水路	151	8,257	60,471	25	12,922	57,920
	上水道	178	9,923	77,914	45	8,634	24,687
	工業用水道	23	1,916	15,062	2	18	0
	下水道	66	1,828	13,607	6	318	960
計		1,389	331,297	1,661,047	220	313,570	1,022,898

※平成20年度資源エネルギー庁「水利用落差発電法蔵水力調査」から抜粋。

※ダム利用ではダム年鑑2008に掲載されている施設で、発電専用ダムの河川維持用水による発電、多目的ダム等の利水放流水による発電、農業専用ダムの農業用水による発電を対象。

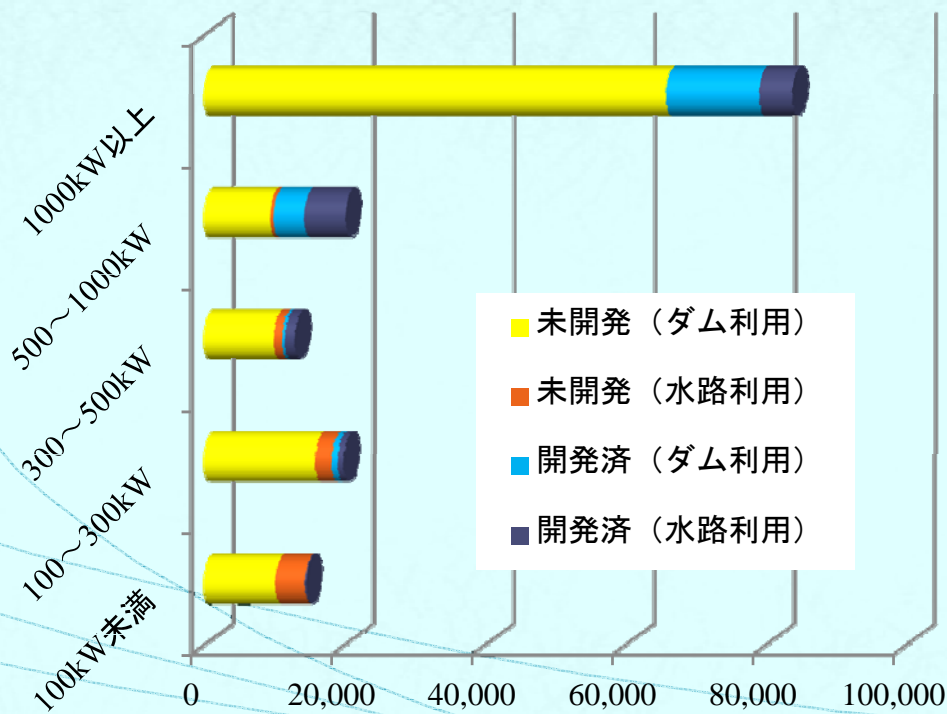
※砂防便覧2008に掲載している施設で、木製・鋼製・スリットダムを除く砂防えん堤の落差による発電。

※水路利用では、年間通水期間185日未満または有効落差1.5m未満の施設は除外。

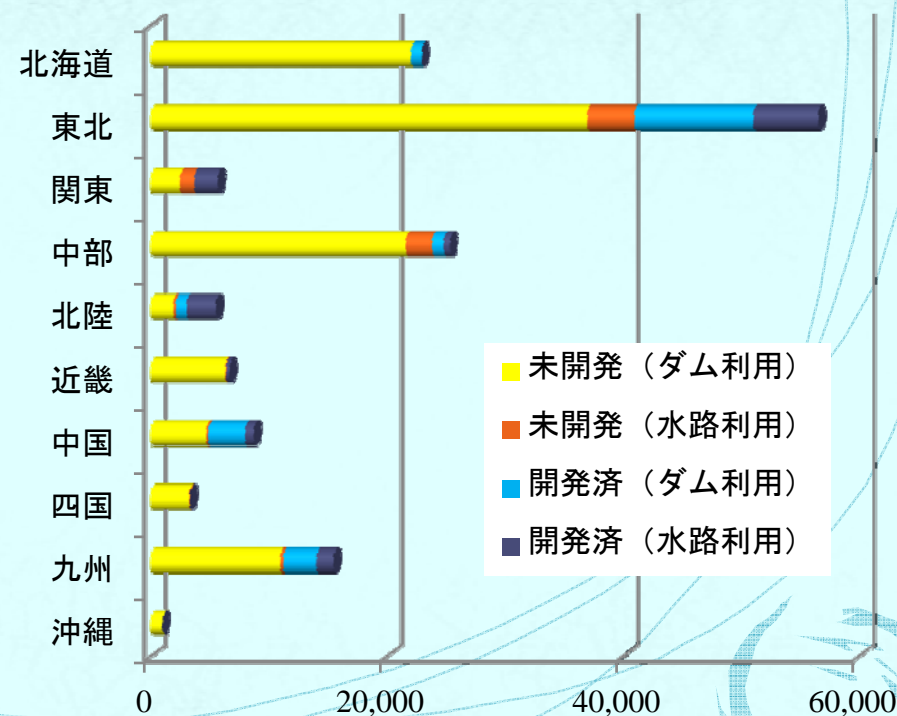
3 (2) 小水力発電の可能性②

- 小水力発電のうち、農業用水を利用した発電の最大出力は、未開発 119,022kW (36%) , 開発済 38,218kW (12%)
未開発のポテンシャルは大いに期待できる。
- エネルギー規模別、地域別のポテンシャルを以下に示す。

発電出力の規模別分布



発電出力の地域別分布



3 (3) 小水力発電の課題と対応

- 農業用水を利用した小水力発電の主な課題は、
 - ①発電出力の制約、②投資の回収期間が長い、
 - ③法的手続きが必要、④事業主体のメリットが少ない
- 課題に対する対応について、以下に示す。

①発電出力の制約（非かんがい期）

- 国交省にて一定の小水力発電に係る河川環境調査等の省略を検討（3月末）
- 営農用水・環境用水等で冬期の水利権を取得時に従属発電として申請

②投資の回収期間（インシャル・コスト・売電単価）

- 経産省にて再生可能エネルギー買取法による売電単価を検討（3月末）
- 発電機の標準化や需要喚起によるコスト縮減

③法的手続き（河川法・電気事業法）

- 1級河川で従属発電を行う際、1 m³/s未満かつ灌漑面積300ha未満の場合、都道府県知事の許可のみで実施可能（水利権協議の簡略化 H23.3）
- ダム利用の発電の際、ダム水路主任技術者の派遣を可能（3月末）
- 内閣府の総合特区制度を活用する場合、法的手続きの簡素化が可能（1月末）

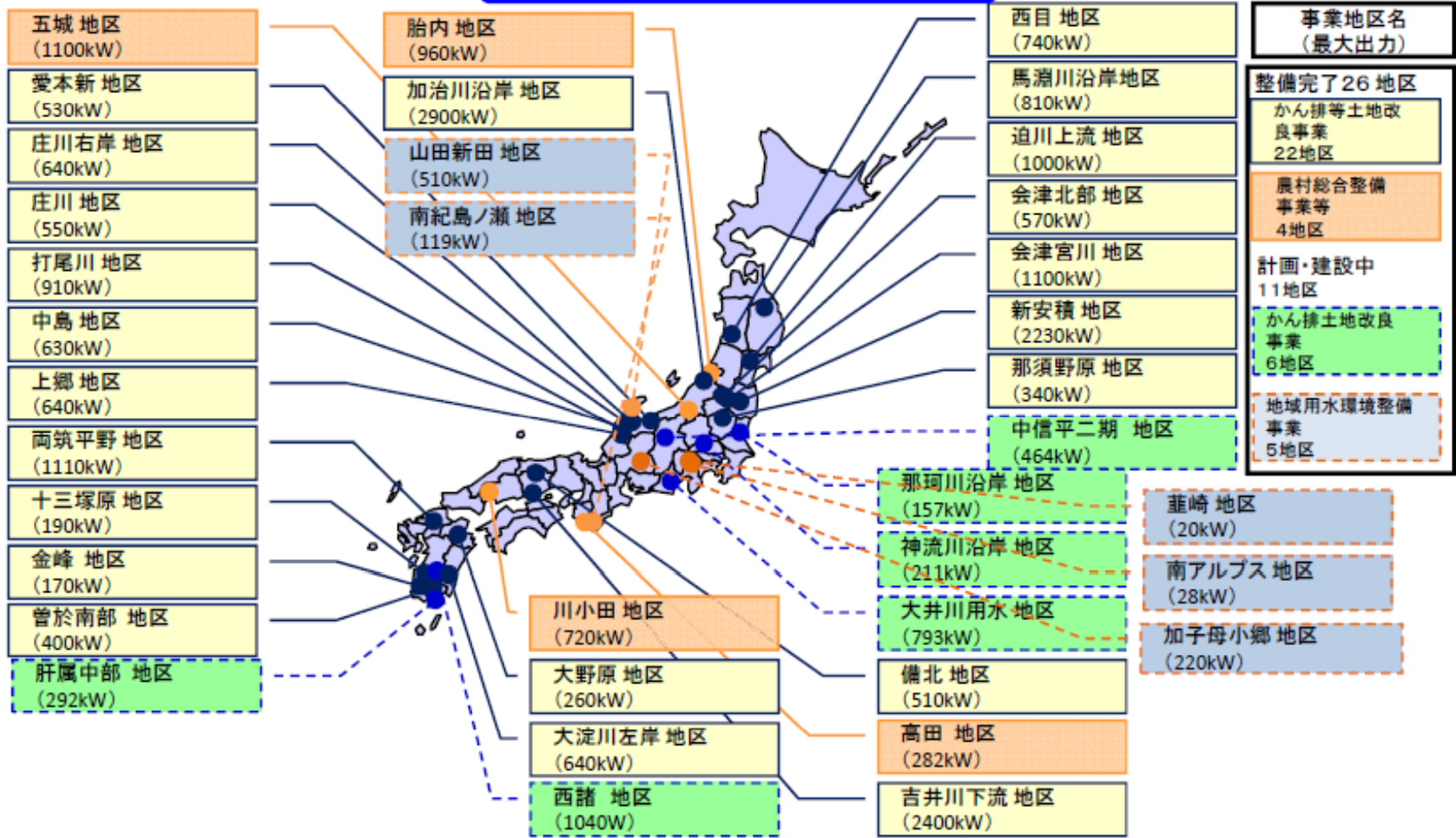
④事業主体のメリット（売電収入の充当範囲）

- 土地改良事業により設置された施設で発電する場合、土地改良施設及び農業関連施設に必要な維持管理費に充当可能（H23.11）

3 (4) 小水力発電の導入事例 (全国)

- 農業農村整備事業で整備した小水力発電施設は全国で26地区
- 新たに11地区で計画・建設中

小水力発電施設の整備状況



※農水省「水を活かす」パンフレットから引用

3 (4) 小水力発電の導入事例 (近畿)

- 近畿農政局管内では、補助事業により、
和歌山県新宮市 高田小水力発電所として整備済み
和歌山県みなべ町 島ノ瀬ダムに建設中 (H24.8供用開始予定)
- この他の再生可能エネルギーの調査・設置箇所は別添のとおり

「高田地区」整備済 ※台風12号により被災し現在停止中



- 事業名 : 中山間地域農村活性化総合整備事業
- 事業工期 : H8~H10 (3ヶ年)
- 総事業費 : 378,829,000円
- 発電方式 : 水路式 (横軸単輪一射ペルトン水車)
- 最大出力 : 282kW (落差165m, 流量0.23m³/s)
- 年間発電量 : 157万kWh (H22実績)
- 施設管理者 : 新宮市
- 償還予定年 : H22年 (11年間)

- 事業名 : 地域用水環境整備事業
- 事業工期 : H22~H24 (3ヶ年)
- 総事業費 : 140,000,000円
- 発電方式 : ダム式 (発電機一体型リング水車)
- 最大出力 : 140kW (落差28.2m, 流量0.68m³/s)
- 年間発電量 : 75万kWh
- 施設管理者 : 南紀用水土地改良区
- 償還予定年 : H38年 (14年間)

「南紀島ノ瀬地区」建設中



3 (5) 小水力発電の展望

エネルギー基本計画において原子力中心の考え方が変更されることは間違いないが、現時点での技術力やコストでは再生可能エネルギーが中心となっていくとは考えにくい。しかし、エネルギー転換を真剣に考えていく中、再生可能エネルギーに対する国民の期待はかつてないほど高まっている。

再生可能エネルギーのうち小水力発電は、発電効率の高さや電力の安定供給の面で優位性がある。さらに、昭和初期の農村に自家発電が普及していたことを考えると、急傾斜な地形や豊富な雨量がある日本では開発適地が多い。

一方、電力会社では、質の高い電力を供給することが最優先され、一定電圧での供給ができる（出力の差が少ない）電力を所望する傾向にある。効率的・効果的な電力システムが本格的に導入されれば、現状より飛躍的に普及していくと予想できる。

小水力発電の課題として最大の懸念は、特に冬期、発電用水としての新たな水利権の取得が、現状の規制の下では難しいことである。これに対して、総合特区制度を活用して、淡路島では「あわじ環境未来島構想」として採択され、エネルギー自給を目指す。当面、総合特区で種々の規制に対する特例措置の検討も進んでいることから、引き続き注目していきたい。