

ANNEX-XI

水力発電設備の更新と増強

平成24年2月16日

OA: 関西電力(株) 土木部長 吉津 洋一

0. はじめに

テーマ：水力発電設備の更新と増強

（背景）

- 日本国内の水力発電所の平均年齢は還暦を超え、設備の老朽化や、堆砂や濁水などの問題が顕在化しつつある。
- 純国産で、CO₂を出さず、安価な水力発電は、低炭素社会のメインプレーヤーとしてますます活躍が期待されている。
- 欧米では、風力、太陽光の間欠性を補完するための調整用電力として、中小規模揚水発電の価値が見直されつつある。

（目的）

- 水力発電所を、より機能的、効率的、経済的に存続させていくために、世界中から更新・増強の好事例を集める。
- それらの中から有効な政策・促進支援策や革新的技術などを抽出し、世界に情報発信する。

0. はじめに

(参加国／機関)

1. 専門部会 (Annex-XI) メンバー国

日本 (OA)、アメリカ、ノルウェー

2. 執行委員会 (ExCo) メンバー国

フィンランド、ブラジル

3. その他の協力国

ニュージーランド、オーストラリア、カナダ

4. 協力機関

IHA (国際水力発電協会)

0. はじめに

全体スケジュール

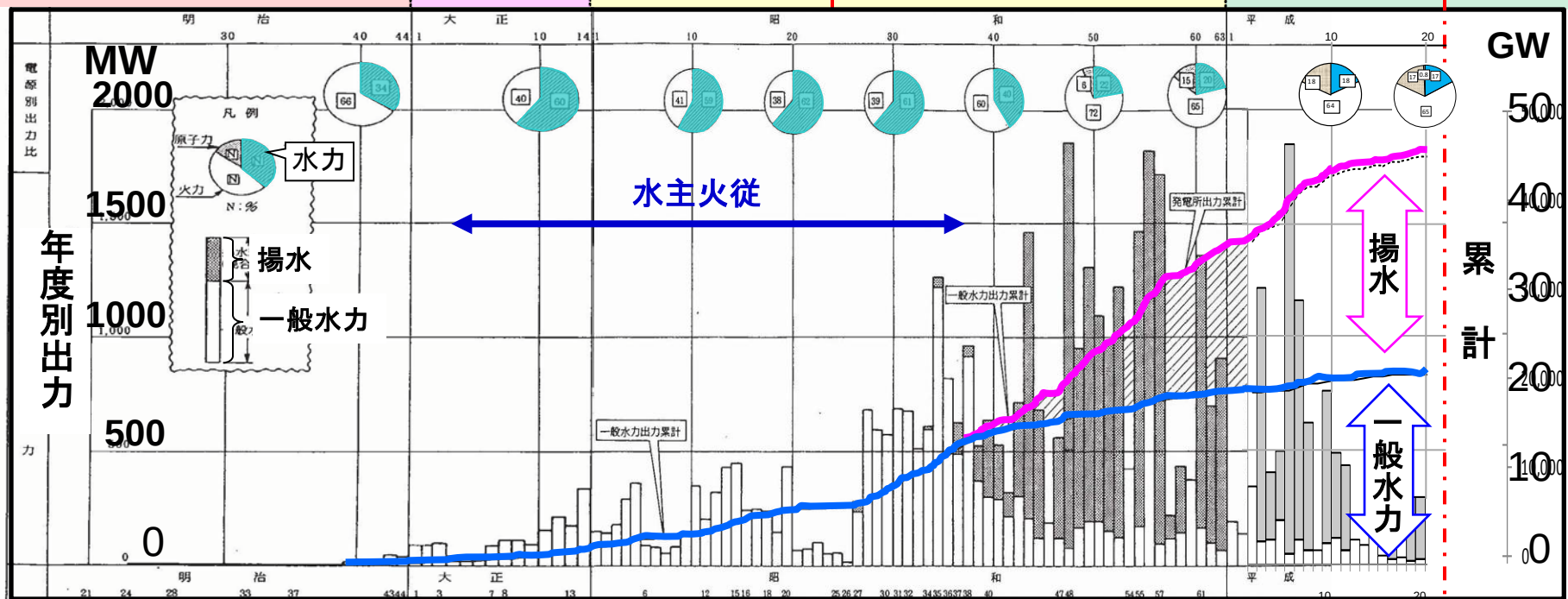
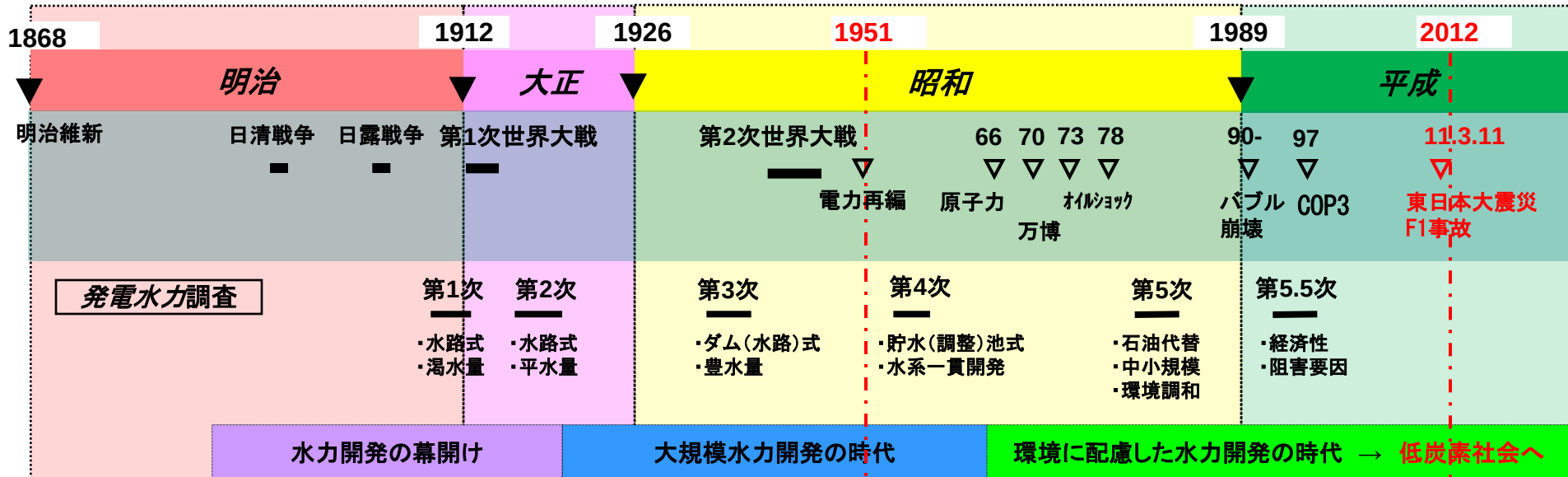
実施項目	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1. 新しいAnnex活動の合意及び開始	トロムソ ★ 24th					
2. 活動計画の策定	■					
3. Annex-11 専門家会合	★★	★ ★	★	★	★	
	Sep	July Oct	May			
4. 事例収集		▼第一次事例収集 ■	▽第二次事例収集開始(H24.5予定) ■			
5. 事例の分析・評価			☆	■		
6. 報告書作成、公開					■	
7. ワークショップ, etc.		サクラメント HydroVision2011 ★	ビルバオ Hydro2012 ★	★	★	
	トロムソ	リスボン プラハ	ワシントンDC			
8. IEA水力実施協定 執行委員会	★ 24th	★ 25th	★ 26th	★	★	

目 次

- 0. はじめに
- 1. 日本の水力電源開発の歩み
- 2. 水力発電を取り巻く日本／世界の動き
- 3. 事例収集の方法
- 4. これまでに収集した好事例
- 5. 今後の進め方
- 6. 質疑

1. 日本の水力電源開発の歩み

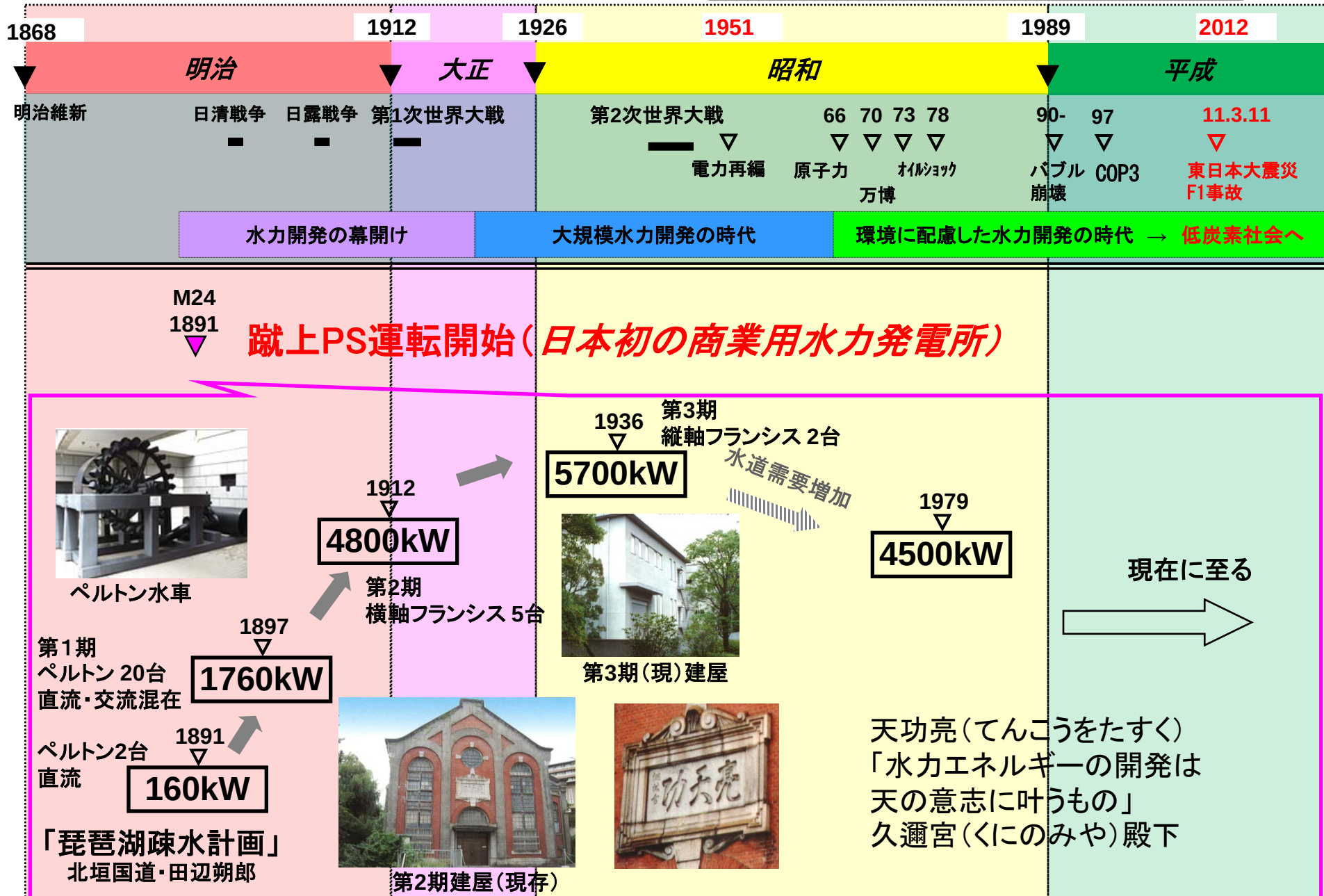
6



1. 日本の水力電源開発の歩み

蹴上発電所

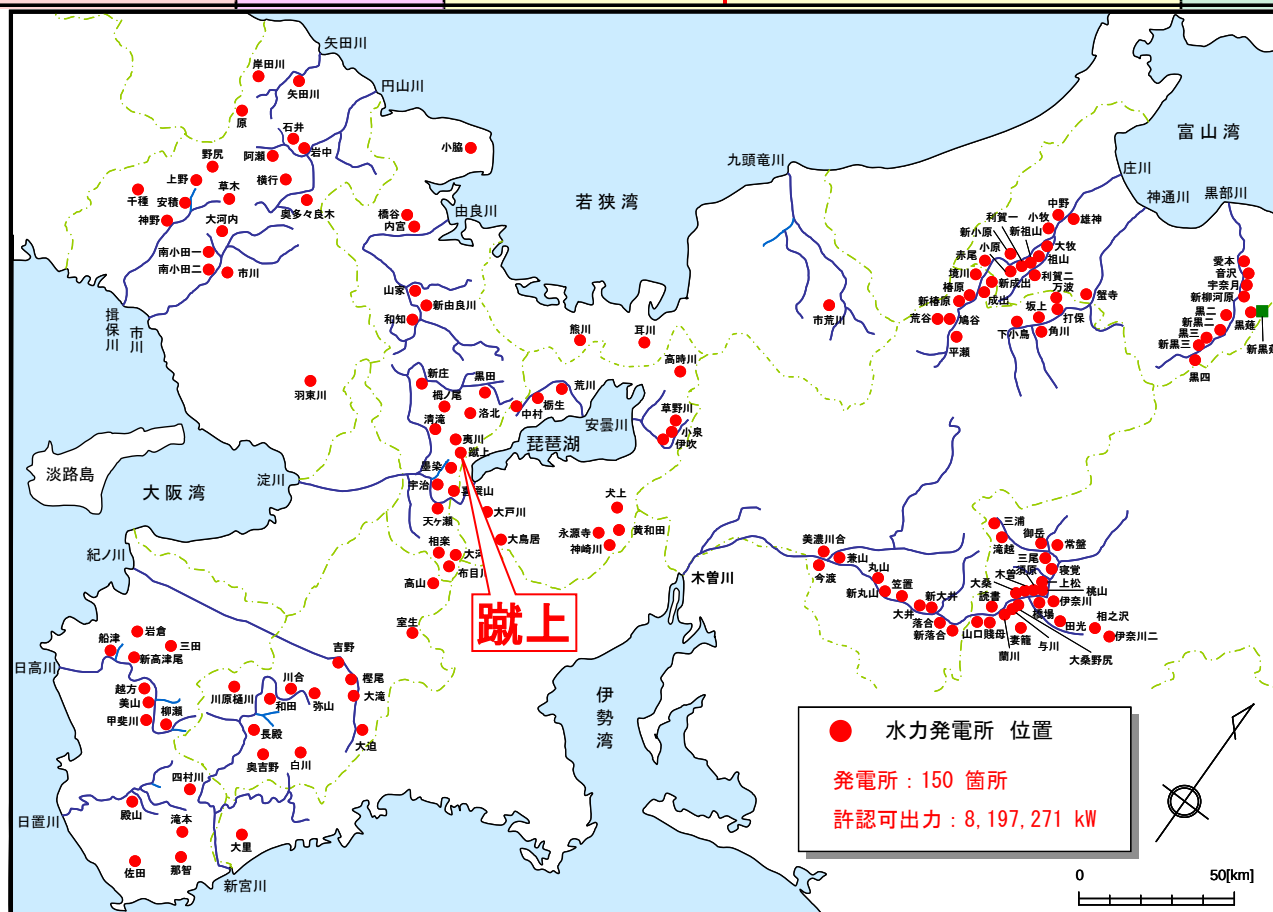
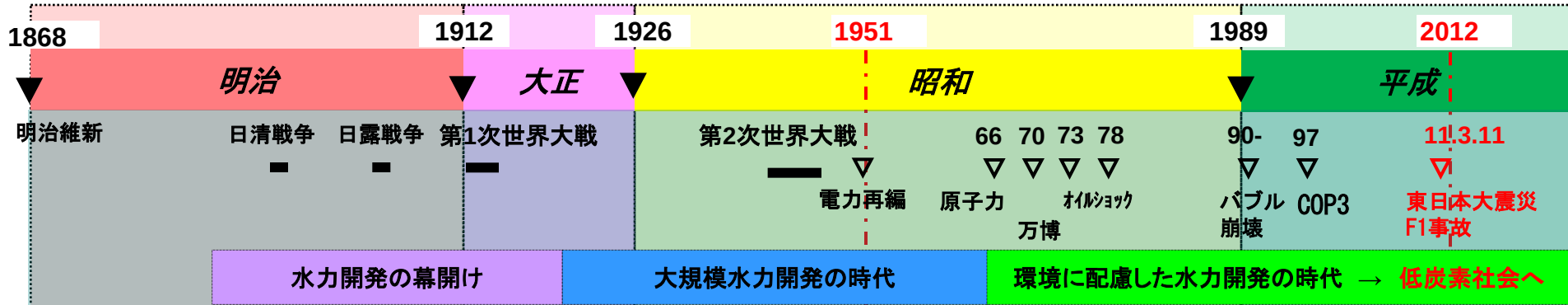
7



1. 日本の水力電源開発の歩み

関西電力の水力開発

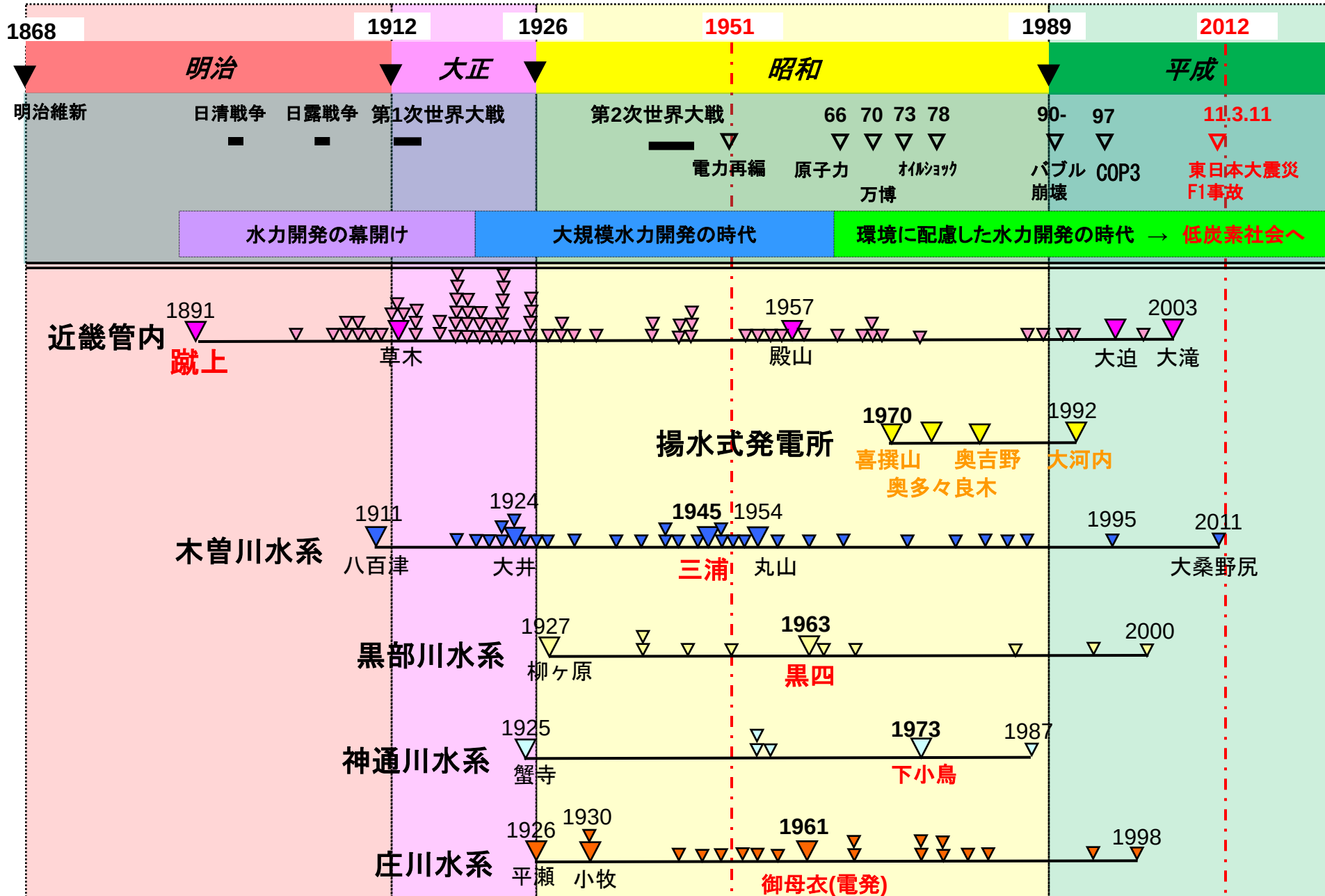
8



1. 日本の水力電源開発の歩み

関西電力の水力開発

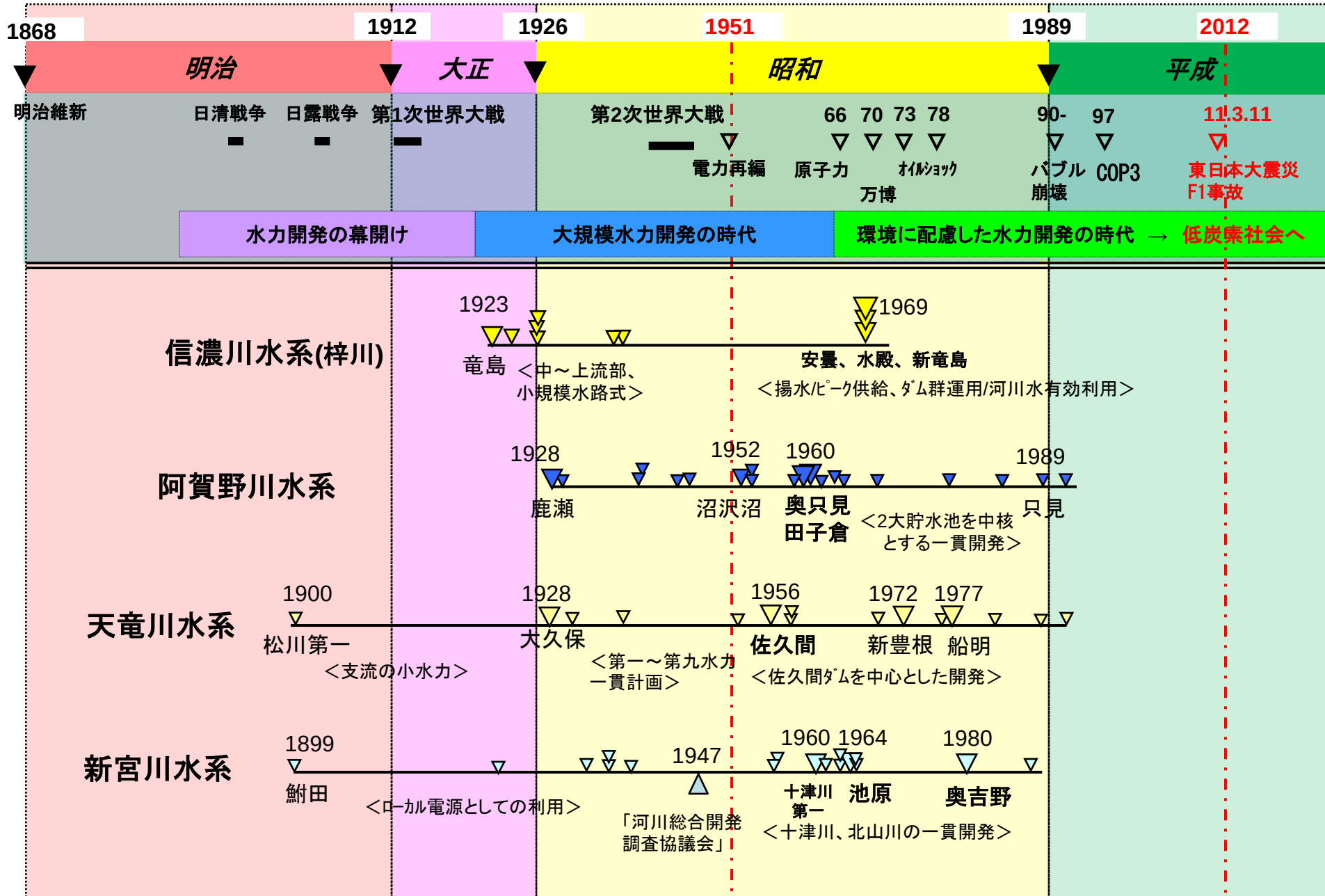
9



1. 日本の水力電源開発の歩み

主要河川の一貫開発

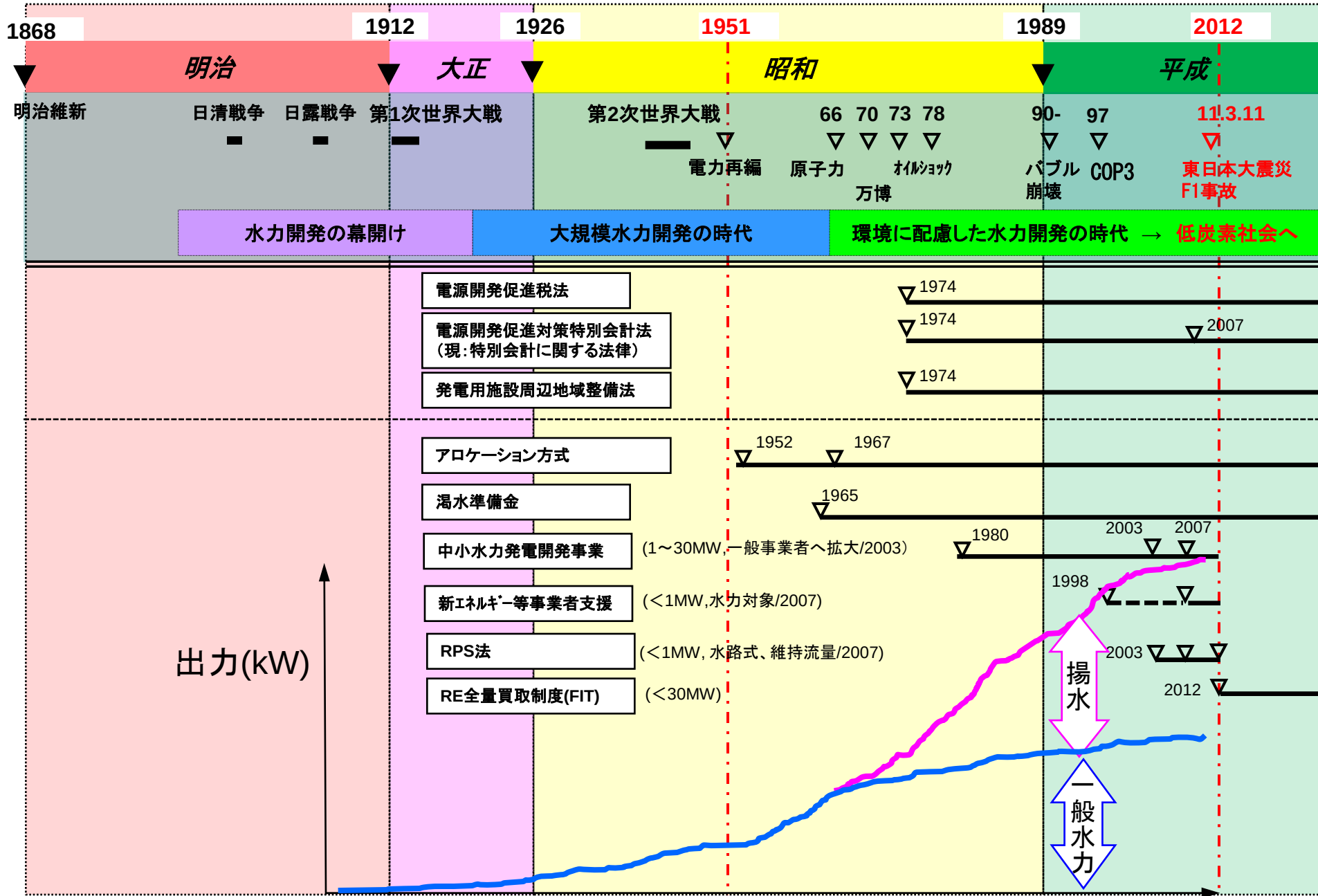
10



1. 日本の水力電源開発の歩み

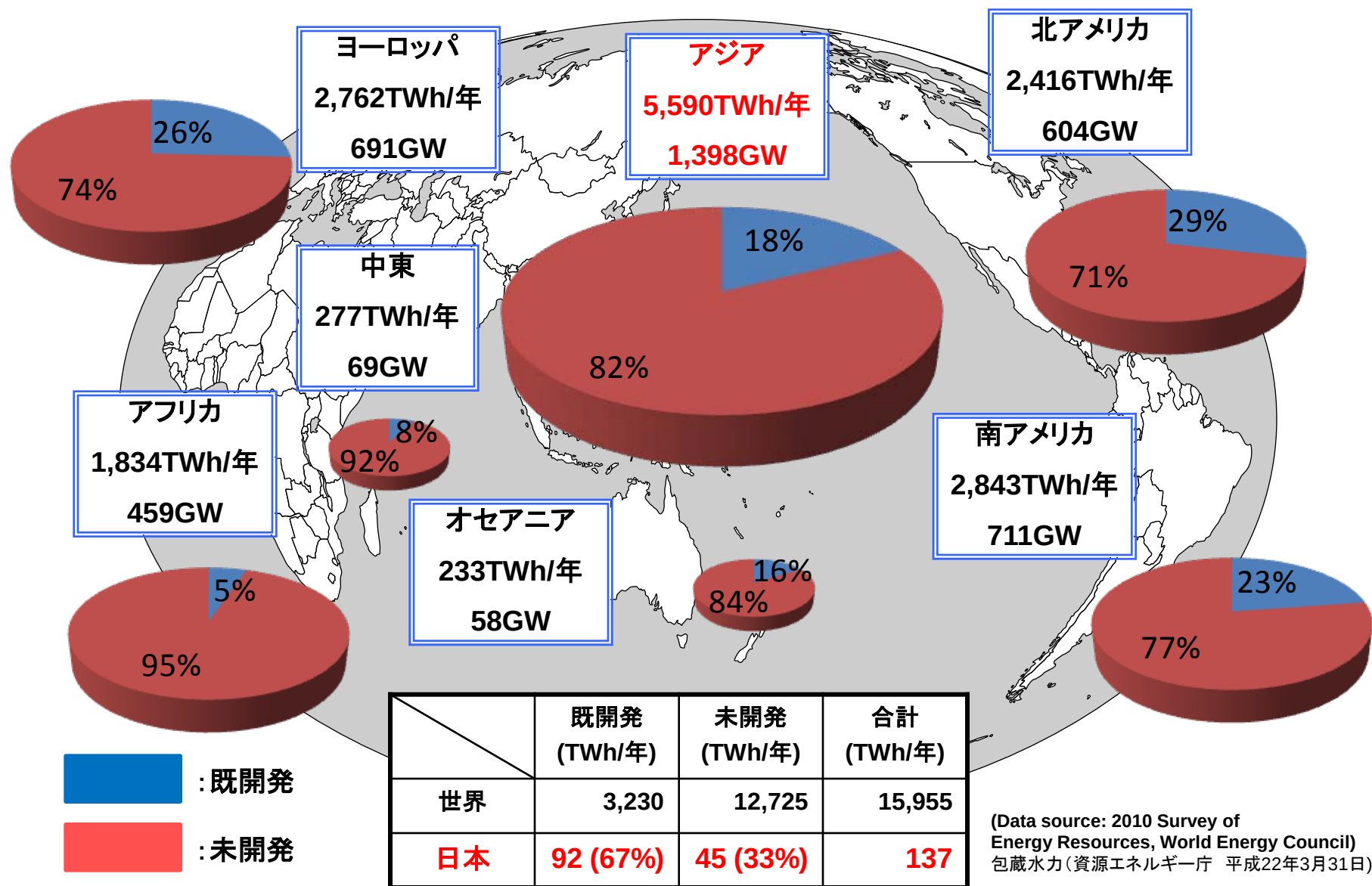
各種支援制度

11



2. 水力発電を取り巻く日本／世界の動き

世界の既開発・未開発包蔵水力(2008年)



2. 水力発電を取り巻く日本／世界の動き ―水力の役割

水力発電が果たすべき役割

〔特徴〕

低価格

純国産

クリーン

再生可能

出力安定

瞬時起動

〔役割〕

供給力の担い手

低炭素社会の
メインプレーヤー

アンシラリー・サービス
の提供者

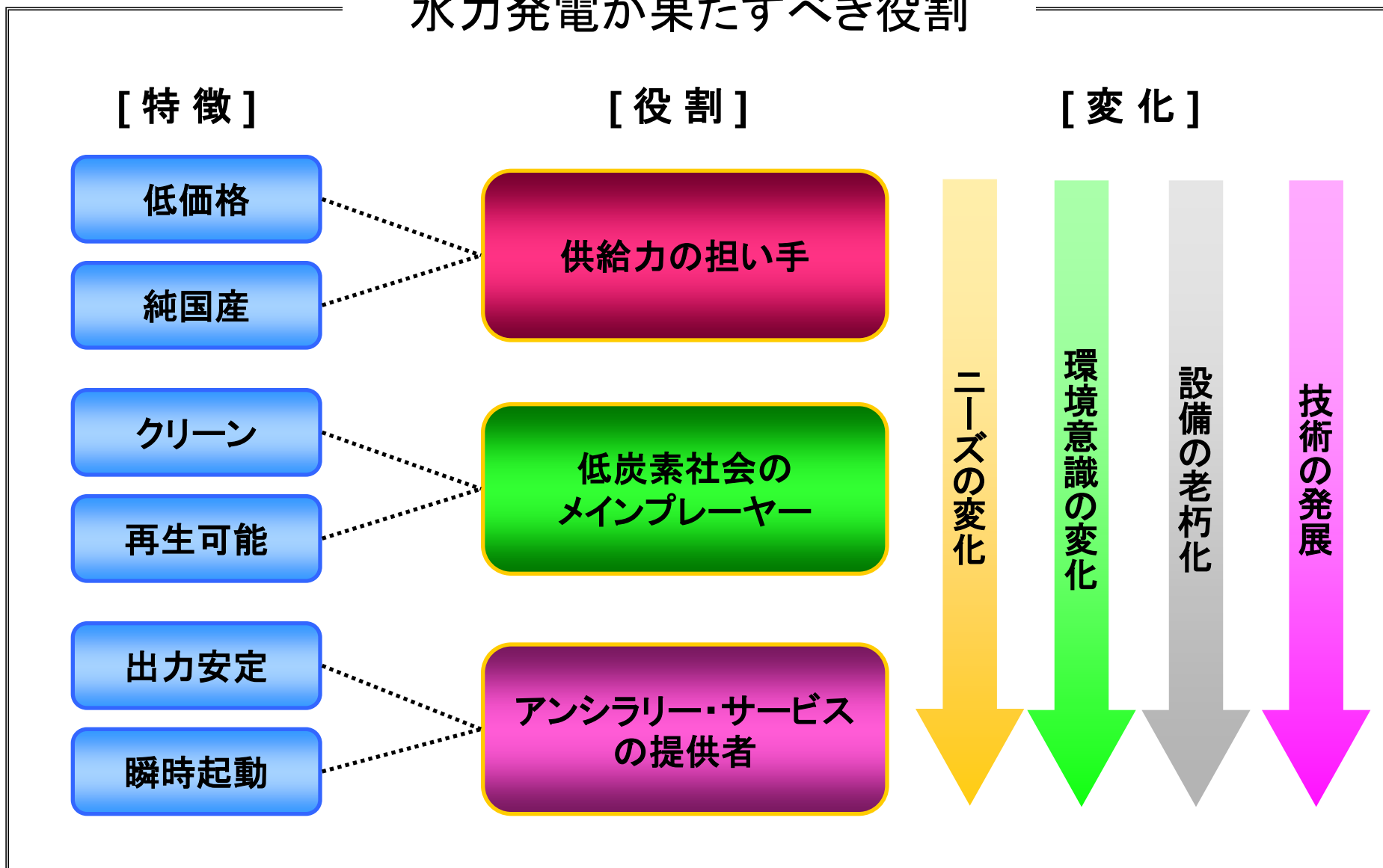
〔変化〕

ニーズの変化

環境意識の変化

設備の老朽化

技術の発展



2. 水力発電を取り巻く日本／世界の動き -電気新聞記事-

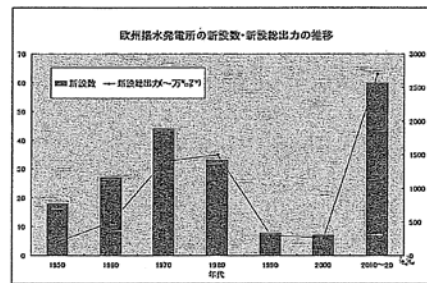
欧州で揚水発電所の建設ラッシュが起きている。独・サル企業はCOPRORGが今年実施した調査によると、2020年までの10年間、欧州全体で約60地点・総出力700万kWの揚水発電所が建設・計画されている。現在の欧州全体における揚水の総出力は約4500万kW。10年間でこれが1.6倍まで拡大する見込みだ。背景にあるのは、出力変動の大きい太陽光・風力発電の急激な増加。再生可能エネルギーの大量導入に備え、欧州はすでに電力系統安定化のための大規模な投資を始めている。

揚水発電所 建設ラッシュ

—欧州 系統安定化へ大規模投資開始—

起った。この目的は日本と同様、需要が少ない時間帯の電力を貯蔵し、需要のピーク時に活用するためだ。80年代後半には目標の設備容量がほぼ達成され、新設は急減した。1990年から2010年の間に新設されたのは15プラント、総出力は500万kWにとどまった。

投資額4兆円弱



2010～20年の10年間で急激な伸びを見せる

注目すべきは、これらの新設計画が再生可能エネルギーのシェアが多い。周辺国にとっても魅力的な投資対象となっており、投資額は再生可能エネルギーの需要が多くなり、電力系統の安定化のために、変動抑制のための設備投資が求められるようになった。今後10年で新設が集中しているのは主にドイツ、オーストリア、スイスの3カ国。ドイツでは建設可能地点が少ないことから、既存プラントの拡張が中心となるが、地形的に恵まれたスイス、オーストリアでは新規開発が中心。両国は欧州の中心部に位置するため、一部で高圧直流送電（HVDC）が導入されているほか、電力系統のさらなる強化のため超高压（EHV）送電が必要との声も根強い。

日本、実力差認識が第一

投資の負担を軽減するため、プロジェクトは2カ国以上が参加するケースが多い。電力需要が多くなり、再生可能エネルギー比率が高いために、ドイツと隣国のオーストリアなどの企業が共同出資する。すでに10年から運用しているオーストリアのKOPPS II 発電所では、ドイツの再生可能エネルギーの負担を軽減する目的で、再生可能エネルギーの拡大を図るべく、日本の実力差をま

か。

（森 静香）

欧州で第2次揚水建設ラッシュ！

再生可能エネルギーの大量導入



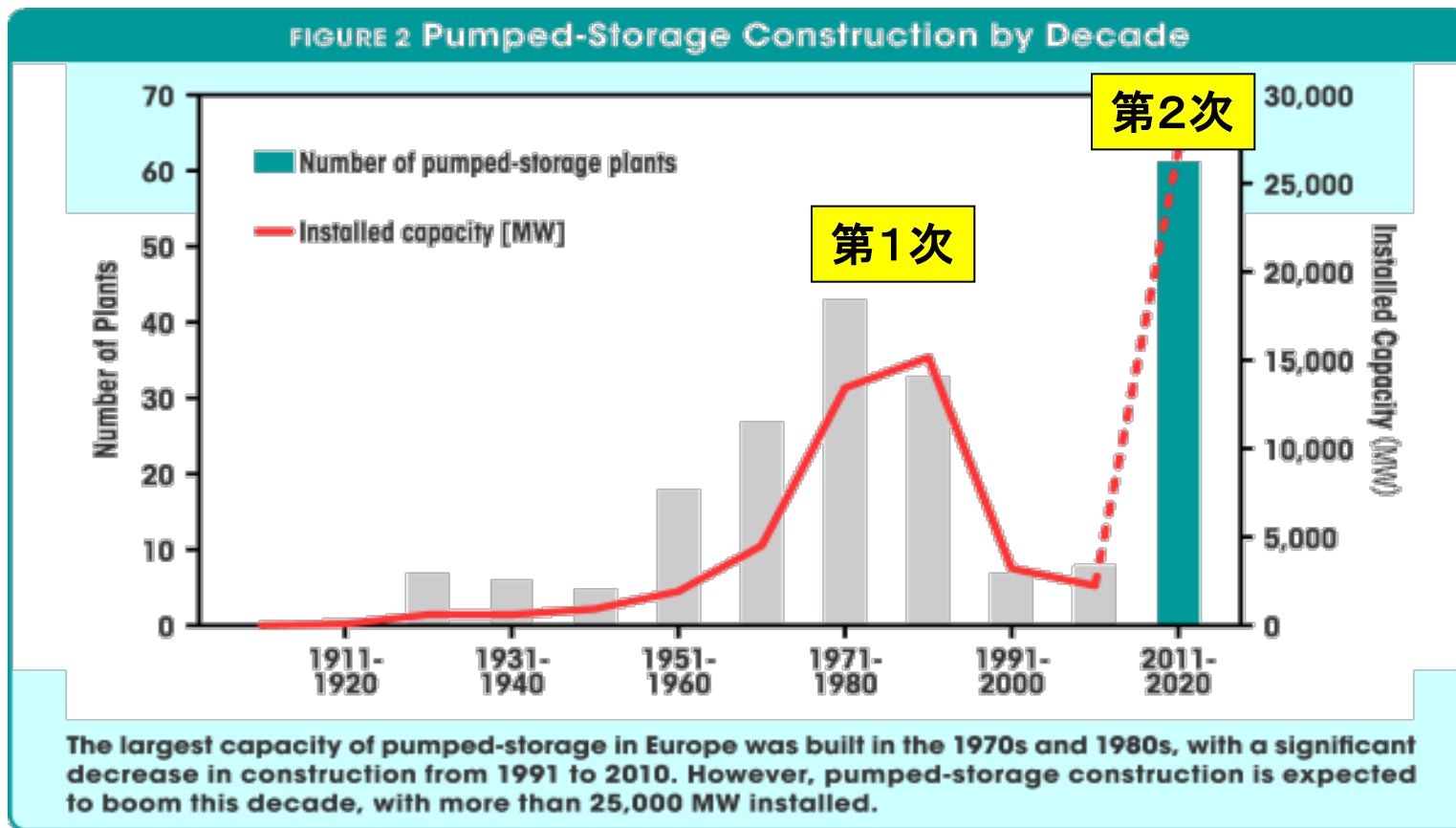
系統安定化のための揚水発電

- ・【2020年までの10年間で】
 - 2700万kW（既設 4500万kW）
 - 約60地点
 - 4兆円弱の投資
- ・ドイツ、オーストリア、スイス中心
- ・高圧直流送電、超高压送電
- ・日本では蓄電池に期待???

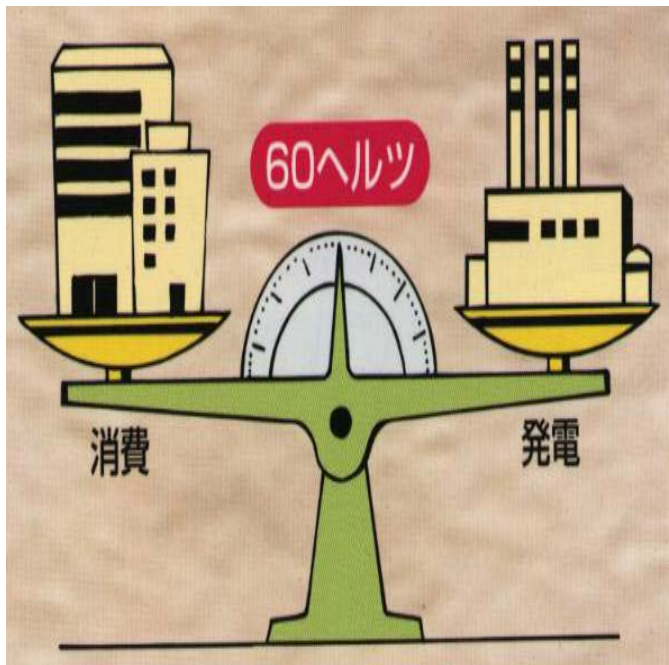
2. 水力発電を取り巻く日本／世界の動き ―揚水発電

15

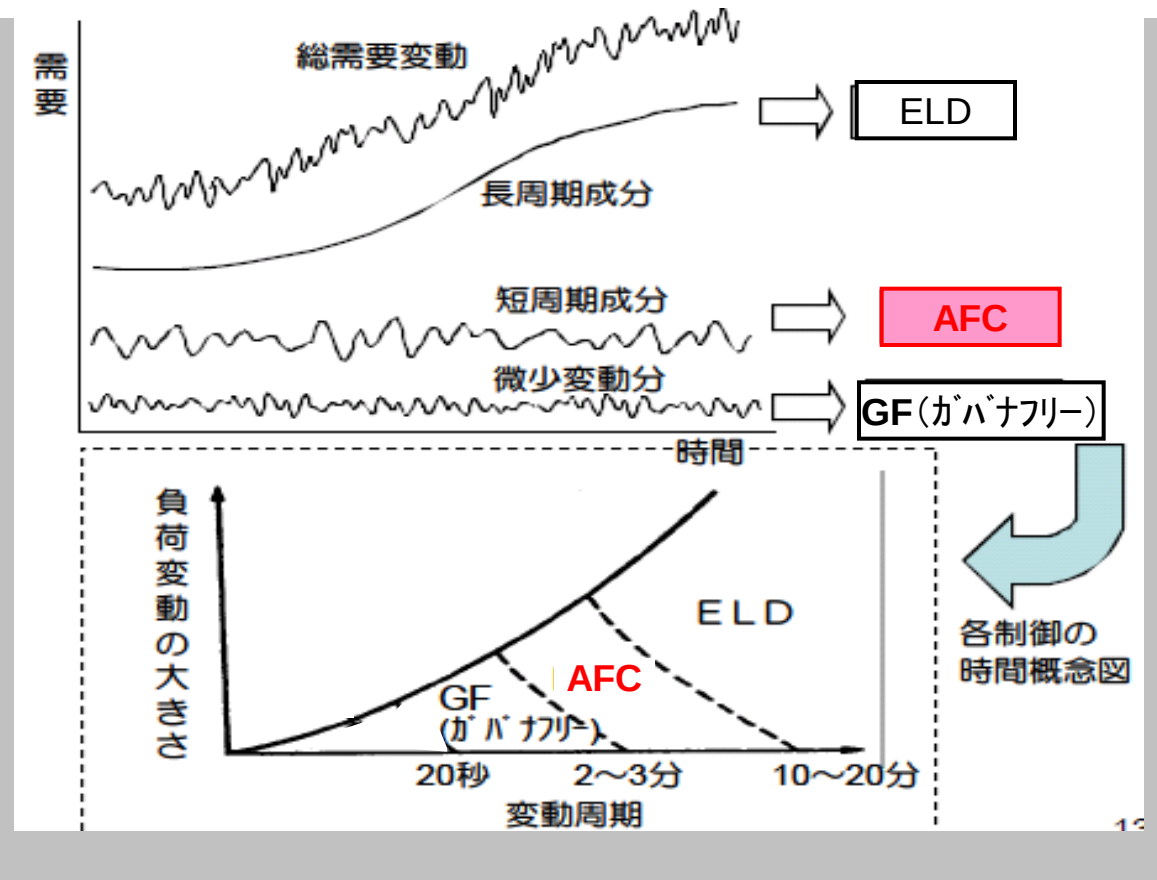
- 第1次建設ラッシュ 1970-1990 原子力の余剰対応
- 第2次建設ラッシュ 2010-2020 系統安定化対応



周波数は消費と発電の
バランスにより変動



消費の変動周期別に
3種類の制御(アンシラリー・サービス)



- GF(ガバナフリー):** 発電機のガバナ(調速機)により自動制御
- AFC:** 給電指令所で、必要な調整量を計算し、各発電機を制御
- ELD:** 給電指令所で、需要予測に基づき、経済最適になるよう出力配分

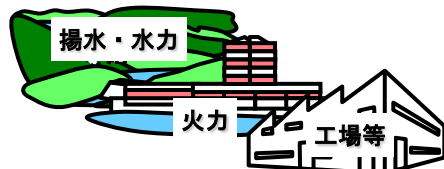
2. 水力発電を取り巻く日本／世界の動き ードイツ調整用電力市場

17

メニュー名		Primary Control	Secondary Control	Minutes Reserve
メニューの概要		- 各発電機の調速機制御(GF) (需給バランスの小変動による周波数偏差に対応)	- 負荷周波数制御(LFC) (Primary Controlによる周波数調整後に残る周波数偏差の解消)	- 電源脱落や需要予測差のカバー - 手動による制御
施設要件		- 30秒以内に自動的に動作 - 動作時間: 0～15分間	- 5分以内に自動的に動作 - 動作時間: 30秒～15分間	- 15分以内に手動で動作 - 動作時間: 15分～1時間
ドイツ市場規模		±670MW	-2,300MW ～ +3,030MW	-2,200MW ～ +3,300MW
対応期間		1ヶ月	1ヶ月	翌日4時間(1日6ブロック)
支払い基準		MW単位	MW単位+MWh単位(従量制)	MW単位+MWh単位(従量制)
MW取引価格 (2010.10実績)	供給	約14,000ユーロ/MW・月	約4,000ユーロ/MW・月	約1ユーロ/MW・時間
	負荷		約13,000ユーロ/MW・月	約2ユーロ/MW・時間
事業者数		5社	5社	18社



(再生可能エネルギー)



(発電事業者および一部負荷)

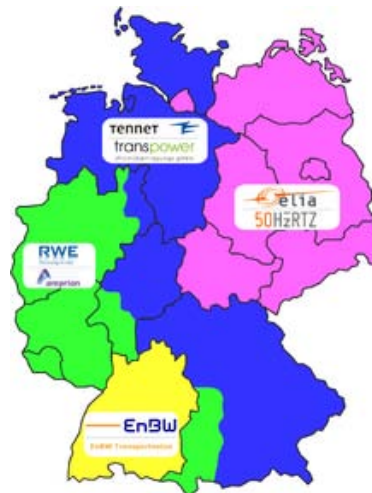


(発電事業者)

RES全量買取
(FIT制度)

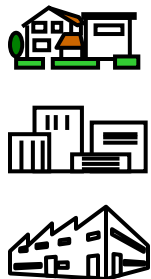
調整用電力
(調整用電力市場)

ベース供給力
(卸・小売市場)



[ドイツの4大TSO]

小売会社



(需要者)

2. 水力発電を取り巻く日本／世界の動き 一風力発電

日本における風力発電の導入可能量

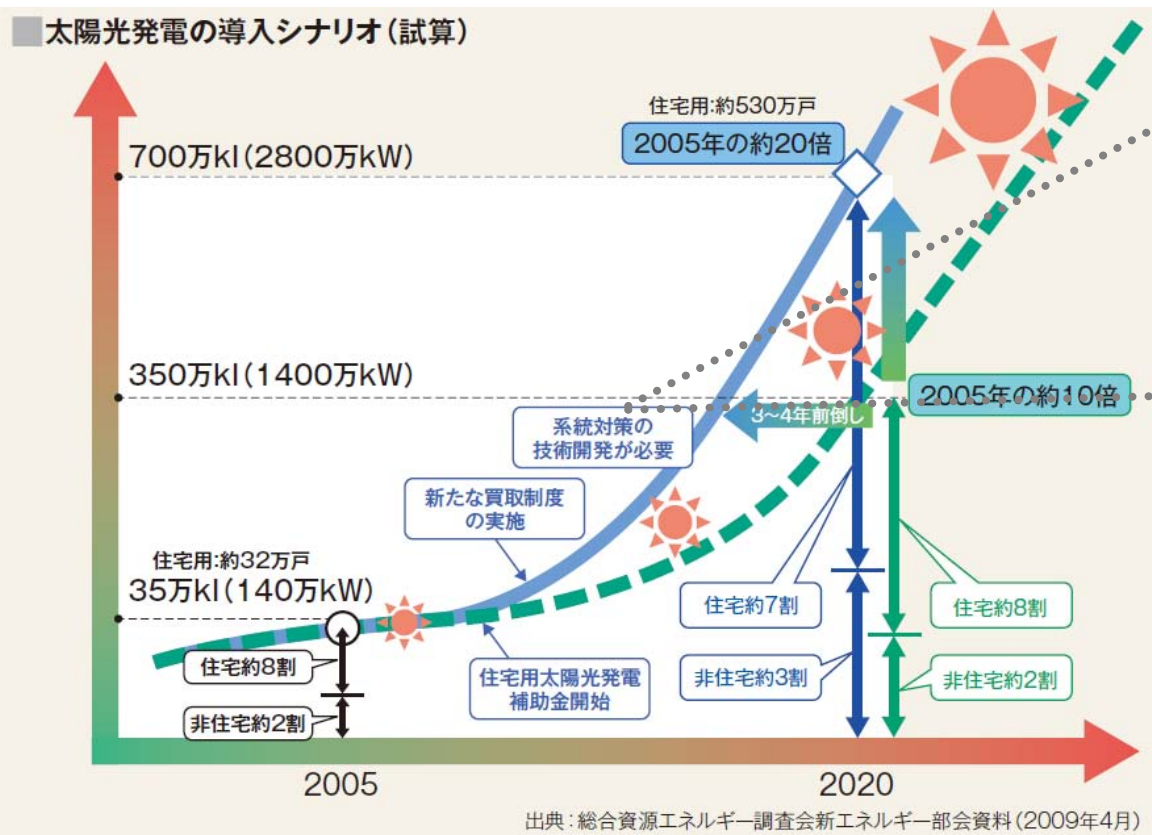
		導入 ポテンシャル (既設+新增設)	導入可能量(新增設。税引き前収益率8%)			
			FITシナリオ 20円×15年	左記に自治体の 導入意欲係数 (52%)、社会的 受容性係数(75%)を乗 じた場合	FITシナリオ 20円×20年	左記に自治体の 導入意欲係数 (52%)、社会的 受容性係数(75%)を乗じた 場合
環境省	※開発不可地 を除く。	2億8000万kW (5900億kWh)	1億kW (2100億kWh)		1億4000万kW (2900億kWh)	
経産省	※開発不可地 を除く。	2億9000万kW (7000億kWh)	9900万kW	3900万kW	1億1000万kW	4200万kW
	自然公園第2種・ 3種特別地域及び 普通地域並びに 国有林も開発不 可とした場合。	1億5000万kW (3500億kWh)	5800万kW	2300万kW	6300万kW	2500万kW

エネルギー・環境会議 コスト等検証委員会 報告書(H23.12.19)
参考資料3 各省のポテンシャル調査の相違点の電源別整理 引用

		導入 ポテンシャル (既設+新增設)	導入可能量(新增設。税引き前収益率8%)			
			FITシナリオ 20年×15年	左記に自治体等 の導入意欲係数 (52%)、社会的 受容性係数(75%)を乗じた 場合	FITシナリオ 20年×20年	左記に自治体等 の導入意欲係数 (52%)、社会的 受容性係数(75%)を乗じた 場合
環境省	※開発不可地 を除く。	16億kW (4兆3000億 kWh)	17万kW (4億6000万 kWh)		300万kW	
経産省	※開発不可地 を除く。	15億kW (4兆4000億 kWh)	4500万kW	1300万kW	6600万kW	2000万kW
	漁業権が設定され ていない区域も開 発不可とした場合。	4億kW (1兆2000億 kWh)	2000万kW	600万kW	3600万kW	1100万kW

エネルギー・環境会議 コスト等検証委員会 報告書(H23.12.19)
参考資料3 各省のポテンシャル調査の相違点の電源別整理 引用

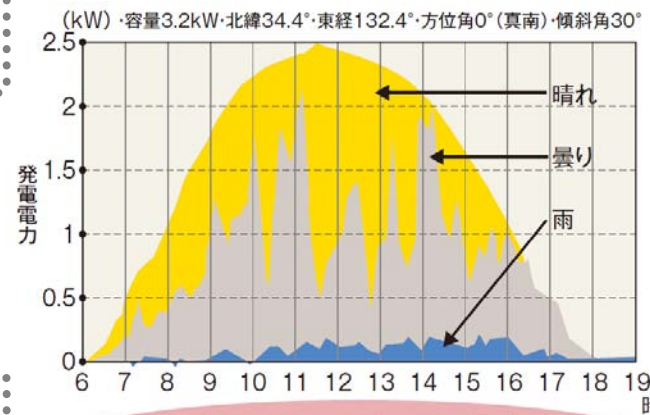
日本における太陽光発電導入シナリオ



出力が不安定な再生可能エネルギーの大量導入に伴い、アンシラリー・サービスの重要性が高まる

出力の不安定さ

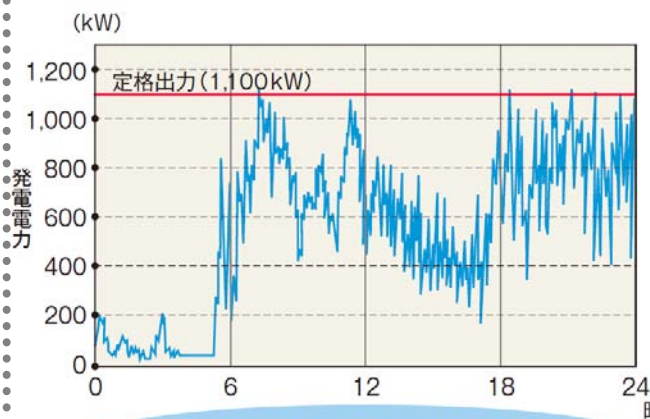
・太陽光発電



太陽光発電は時間と天気で発電量が変わる

出典:電気事業連合会

・風力発電

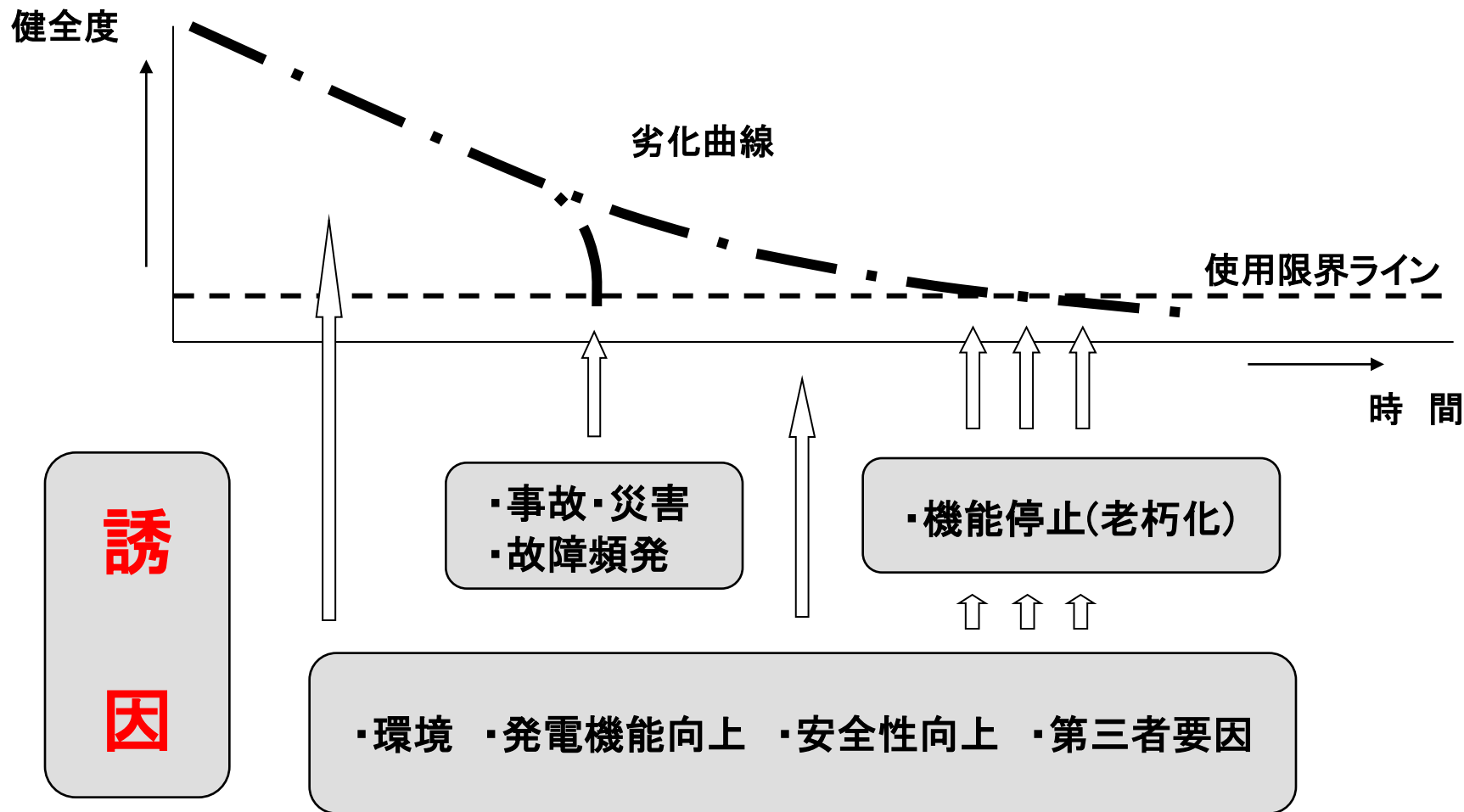


風力発電は風の強さで発電量が変わる

出典:北海道電力ほりかつぶ発電所

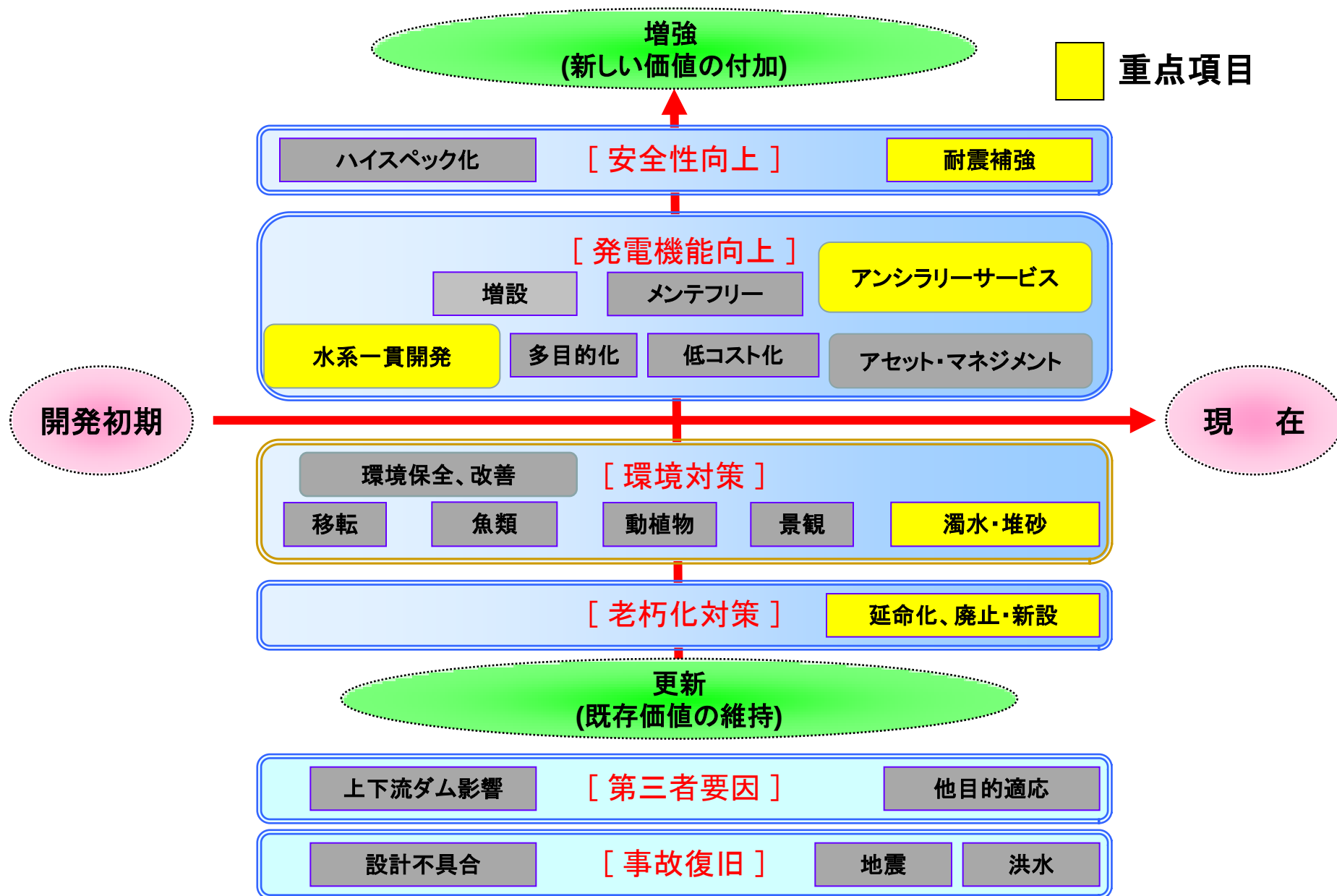
3. 事例収集の方法

設備の更新・増強の誘因に着目



3. 事例収集の方法

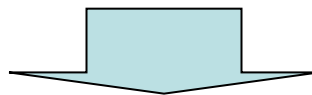
誘因ごとに細目を設定



4. 事例収集の方法

(H24.2.1現在)

区 分	事 業 者	事例数	区 分	事 業 者	事例数
卸供給事業者	秋田県産業労働部	1	一般・卸電気事業者	北海道電力株式会社	2
	山形県企業局	3		東北電力株式会社	1
	栃木県企業局	6		東京電力株式会社	6
	神奈川県企業庁	5		中部電力株式会社	13
	山梨県企業局	5		北陸電力株式会社	3
	富山県企業局	1		関西電力株式会社	12
	徳島県企業局	1		中国電力株式会社	3
	高知県企業局	1		四国電力株式会社	3
	福岡県企業局	1		九州電力株式会社	6
	熊本県企業局	2		電源開発株式会社	9
	宮崎県企業局	3			
			合 計	21	87



87事例から類似事例等をまとめ、Annex提出用として39事例を選定

4. 事例収集の方法

(重点項目)

水系一貫開発:



堆砂、濁水:



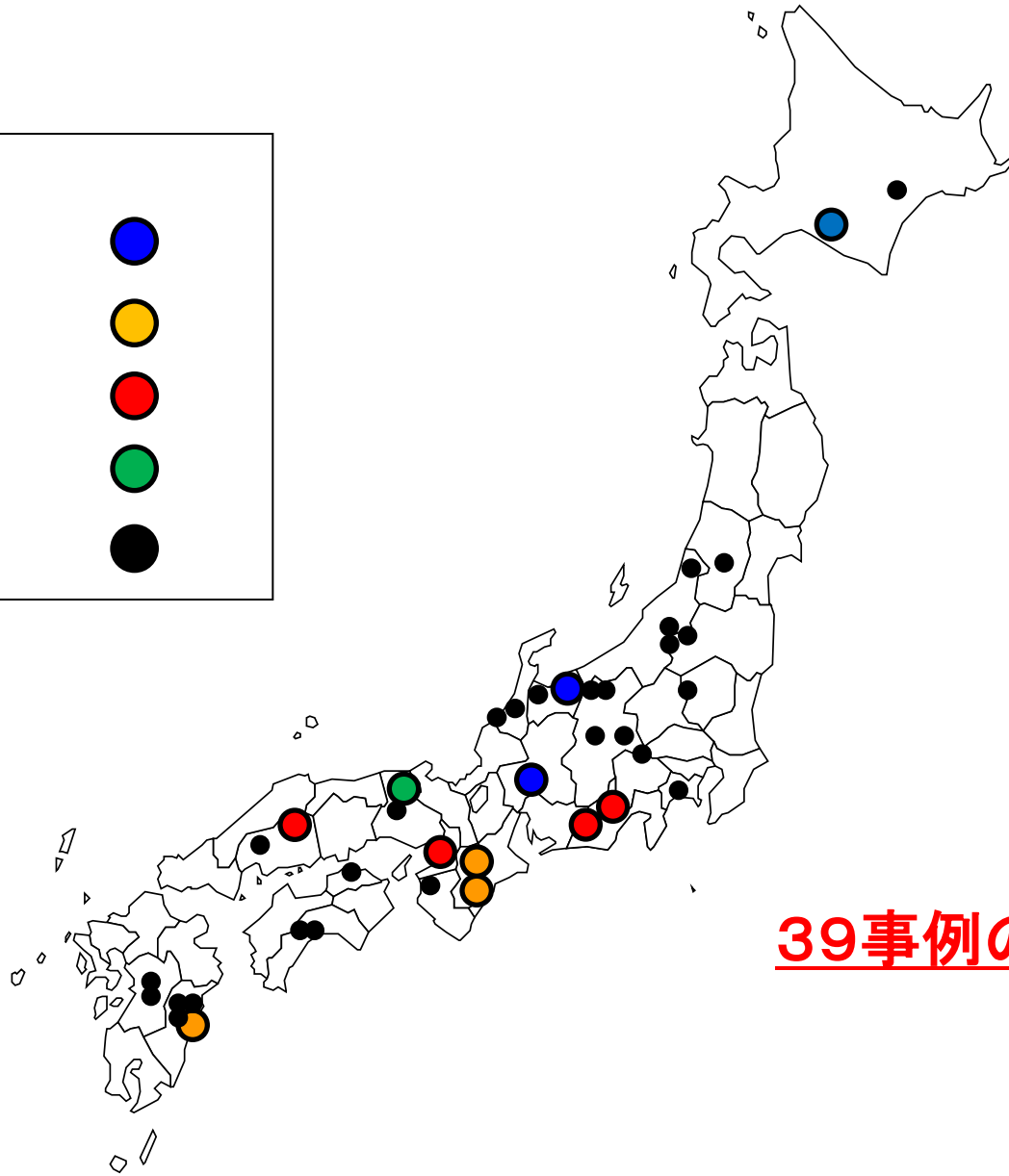
耐震対策:



アンシラリー:



その他:



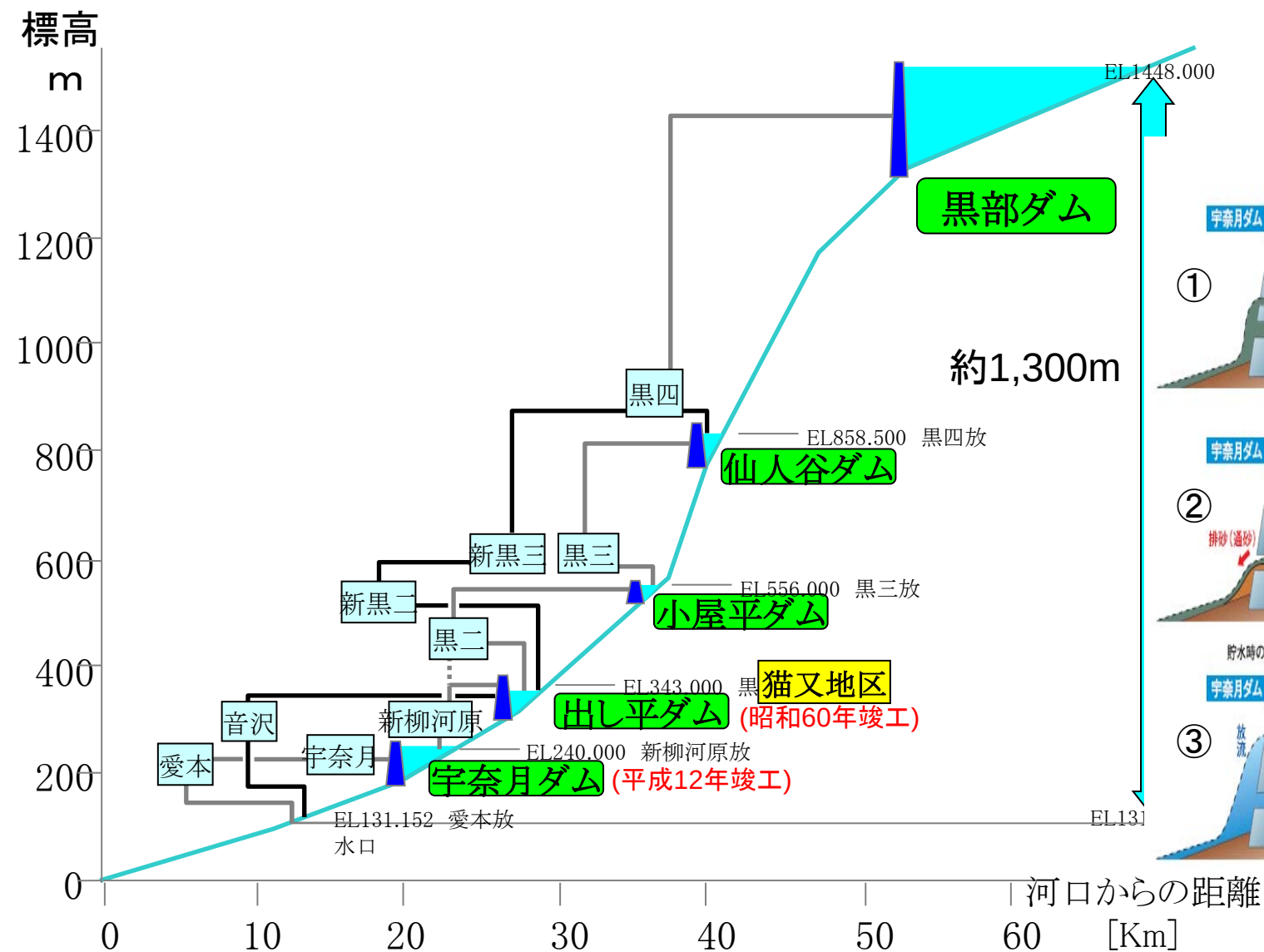
39事例の分布

4. これまでに収集した好事例(日本)

事例-1	水系一貫開発	黒部川水系(関西電力)
事例-2	堆砂・濁水対策	旭ダム排砂バイパス(関西電力)
事例-3	堆砂・濁水対策	耳川水系 通砂対策工事(九州電力)
事例-4	堆砂・濁水対策	西吉野第一発電所 清流バイパス(電源開発)
事例-5	大規模地震対策	ダム水門柱の耐震性向上策(中部電力)
事例-6	大規模地震対策	免震支承化による水管橋の耐震性向上策(中部電力)
事例-7	リフレッシュ工事	西鬼怒川発電所(東京電力)
事例-8	水車形式の変更	豊美発電所(東北電力)
事例-9	揚水の可変速化	奥多々良木発電所(関西電力)

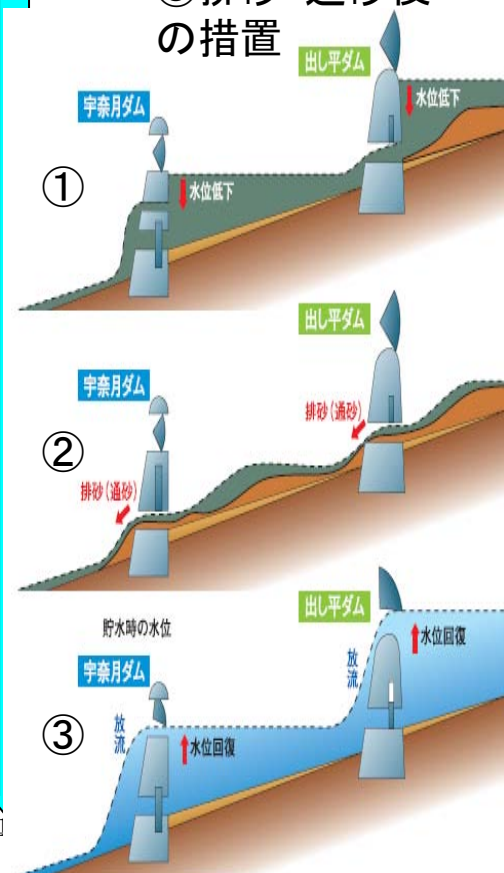
事例-1 水系一貫開発の事例

■ 関西電力(株)黒部川水系(流水・流砂管理)

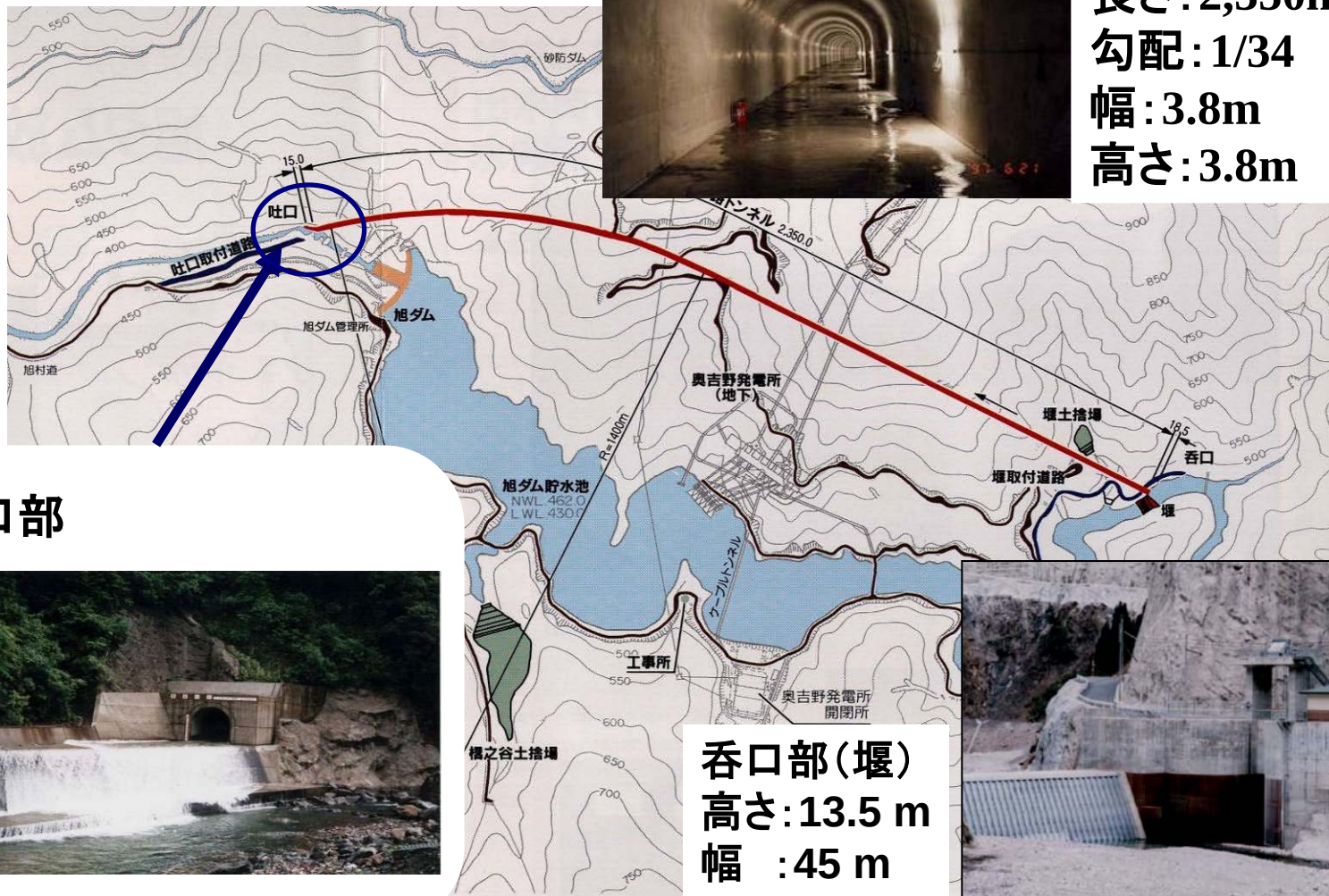


H7.7洪水

- ①水位低下
- ②排砂・通砂中
- ③排砂・通砂後の措置



■ 関西電力(株)旭ダム排砂バイパス 濁水長期化対策(H10竣工)



吐口部



呑口部(堰)
高さ:13.5 m
幅 :45 m





バイパストンネル洗掘状況(平成23年台風第12号(9/3,4)後)

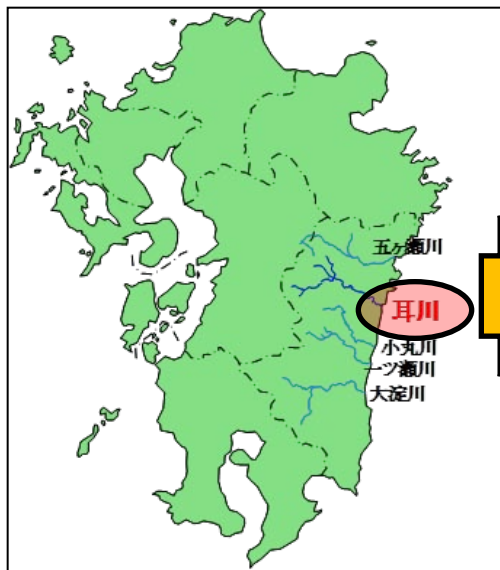
28



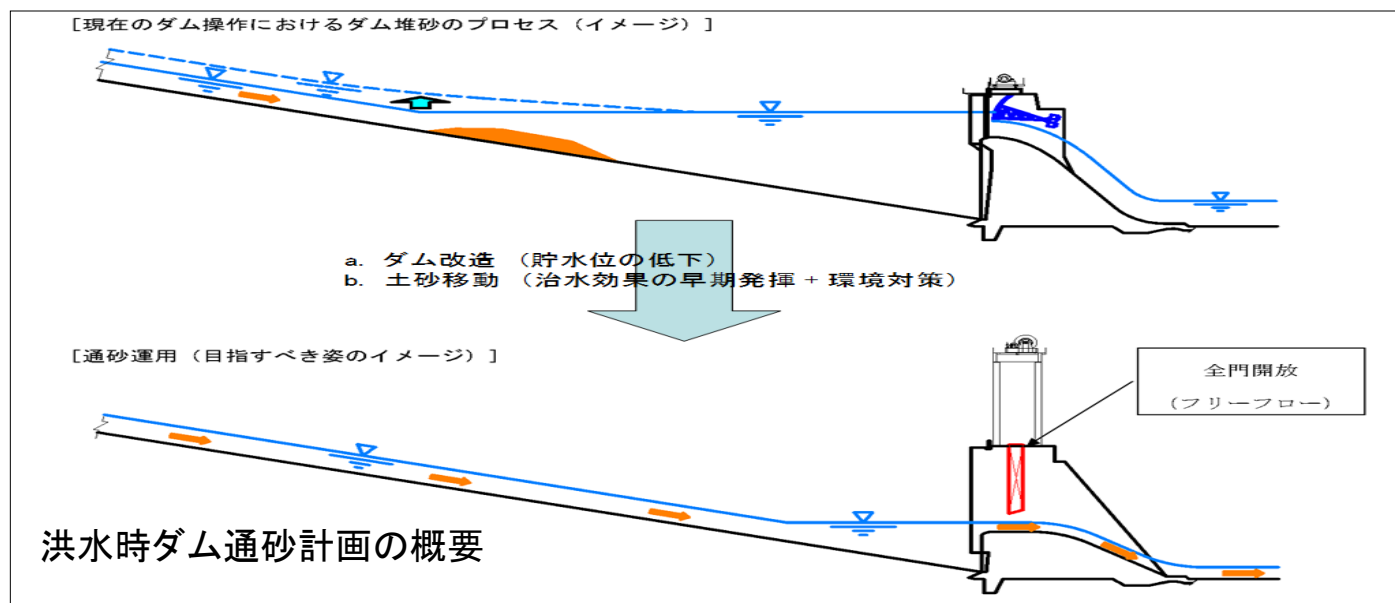
底版コンクリートで最大60cmの洗掘



九州電力(株)耳川水系 山須原ダム・西郷ダム通砂対策工事



耳川水系 ダム・発電所位置図



〔山須原ダム〕

【現状】



【ダム改造後（イメージ）】



既設ラジアルゲート8門のうち、中央2門を撤去後、
越流天端を約9m切り下げて、ラジアルゲート1門を設置

〔西郷ダム〕

【現状】



【ダム改造後（イメージ）】



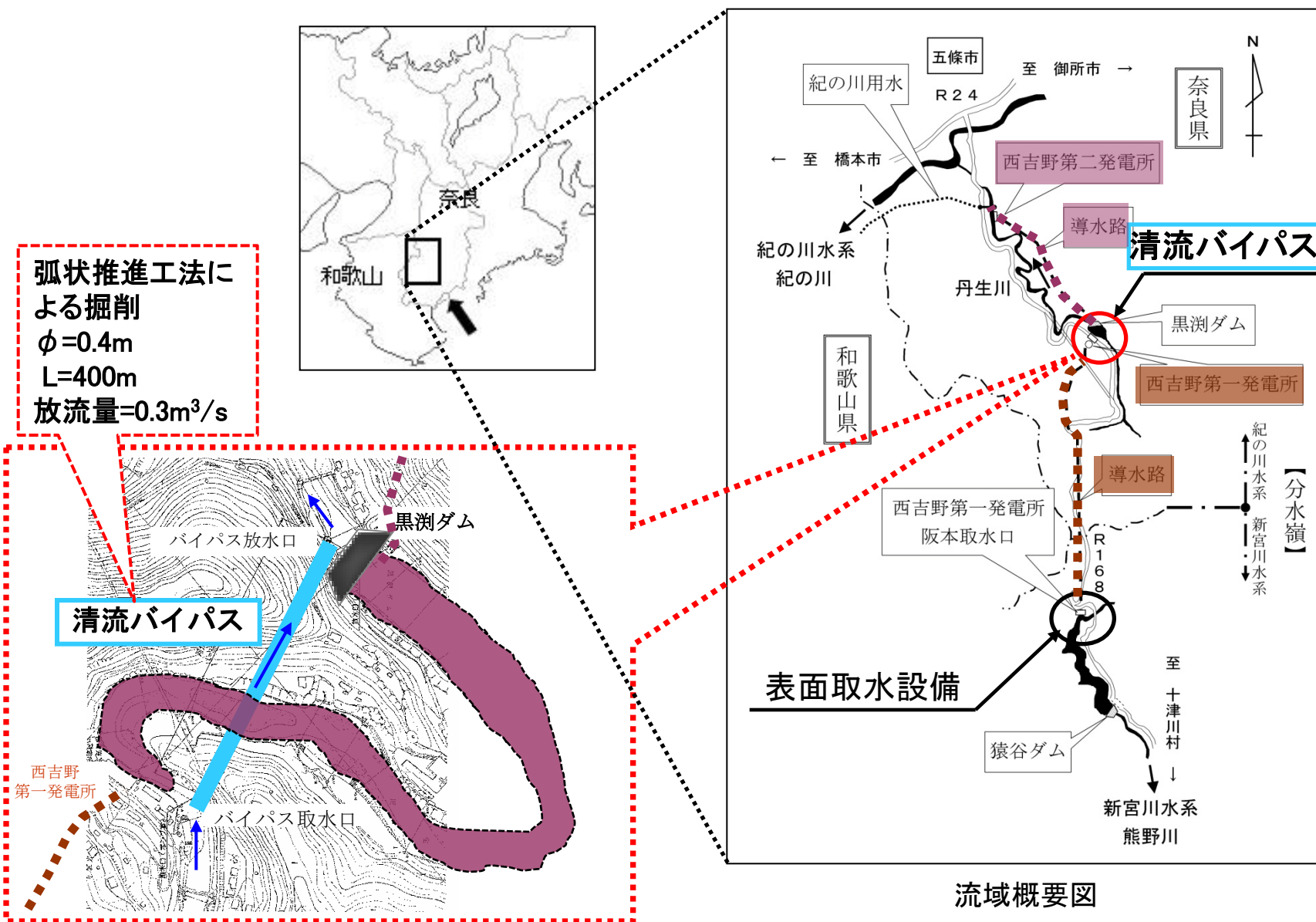
既設ローラーゲート8門のうち、中央4門を撤去後、
越流天端を約4m切り下げて、ローラーゲート2門を設置

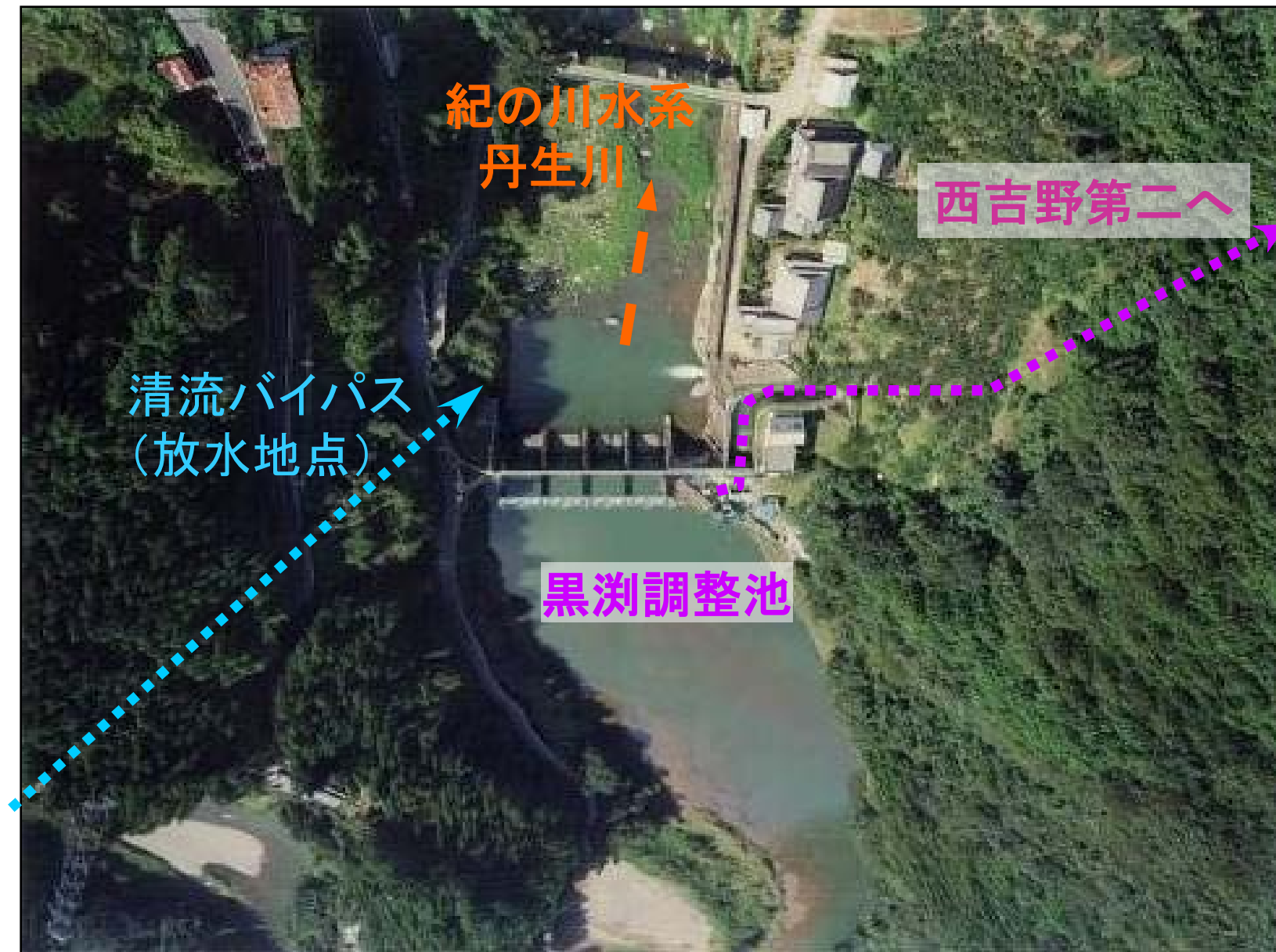
事例-4 堆砂・濁水対策の事例

(H13&16大規模出水)

31

■ 電源開発(株)西吉野第一表面取水設備及び清流バイパス増設工事





清流バイパス 放水口周辺状況写真

事例-5 大規模地震対策の事例

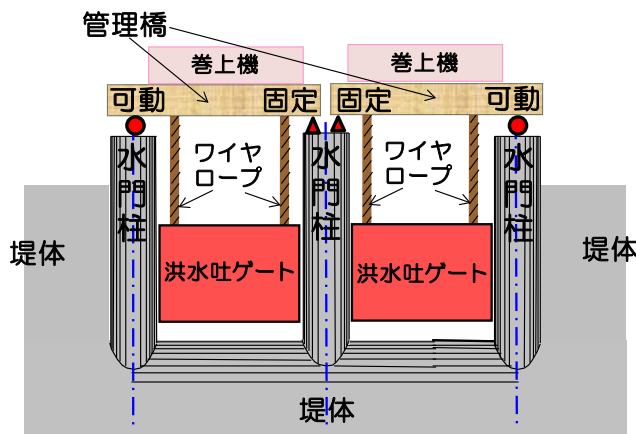
■中部電力(株)既設管理橋を活用したダム水門柱の耐震性向上策

条件: 内陸の活断層に起因する地震とプレート境界地震を勘案し、対象ダム水門柱に現在から将来にわたり最大級の影響を及ぼすと考えられる地震動、すなわちレベル2地震動による耐震性能照査

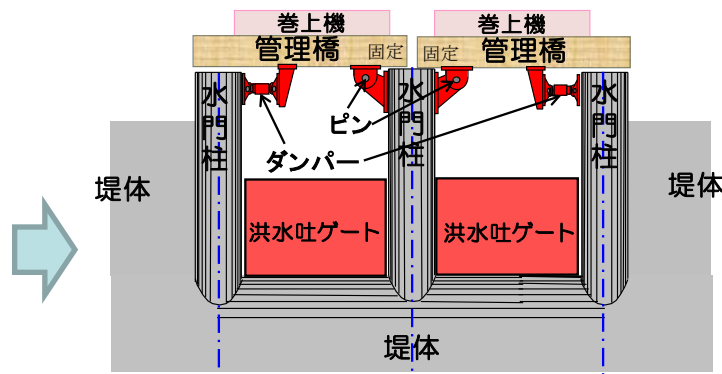
対策: 洪水吐ゲート上部の既設管理橋の可動支承部で、常時は変位を許し、地震と同時に固定する高減衰ダンパー特殊適用法により、既設管理橋を水門柱耐震部材として活用

効果: 水門柱の耐震性能が大幅に向上し、レベル2地震後も洪水処理機能を維持できる信頼性が高まり、保安レベルが向上

実施期間: H21～22



既設洪水吐の構造概要



改良後洪水吐の基本構造概要



ピン構造部材設置部



高減衰ダンパー設置部

事例-6 大規模地震対策の事例

■中部電力(株)免震支承化による水管橋の耐震性向上策

条件: 内陸の活断層に起因する地震とプレート境界地震を勘案し、対象水管橋に現在から将来にわたり最大級の影響を及ぼすと考えられる地震動、すなわちレベル2地震動による耐震性能照査

対策: 水管橋上部で水圧鉄管を直接支持している全てのロッカ
支承を免震支承化

効果: 水管橋上部に位置して重量が大きい水重を含んだ水圧鉄管から下部アーチ橋へ伝達される地震時慣性力が大幅に低減し、アーチ橋の構造部材や岩着部ロッカ支承等の発生応力が許容値以内となり、水管橋の耐震性能が大幅に向上

実施期間: H19～20



既設の水圧鉄管支承(ロッカ支承)



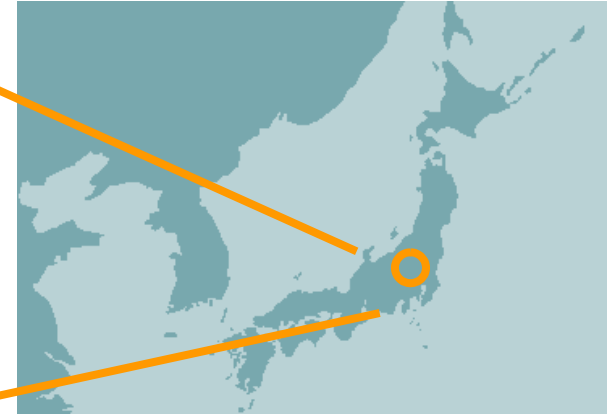
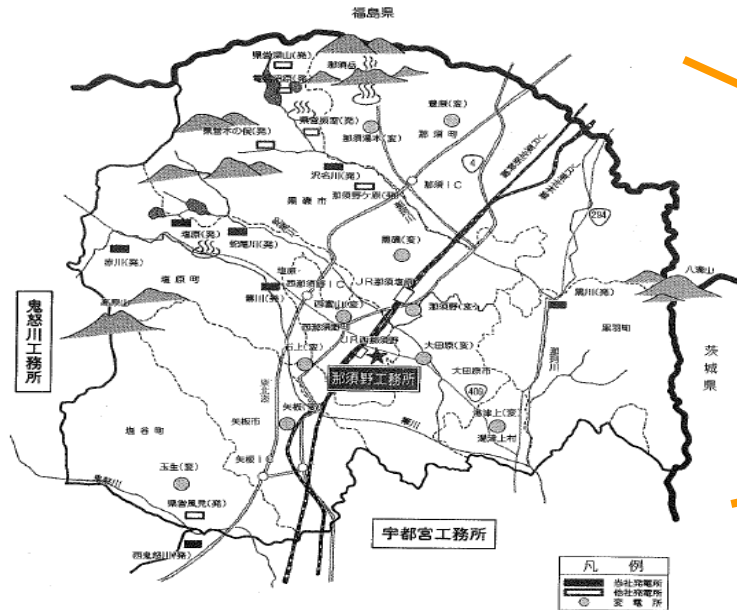
既設水管橋の概観



改良後の水圧鉄管支承(免震支承)

事例-7 水力発電所のリフレッシュ事例

■ 東京電力(株)西鬼怒川発電所(建物まで含んだ一括リフレッシュ)



所在地：栃木県河内郡(利根川水系鬼怒川中流部)

出力：1,000kw(昭和3年5月運転開始)



- ・70年が経過し老朽化が進んだため、水車・発電機、発電所建屋を改修
(H11.1竣工)
- ・横軸可動羽根S軸チューブラ水車に更新(出力:1,200KW)

除塵機

水槽制水門

承水庭

発電機

GL

水車

放水庭

0 5 10 (m)

横軸可動羽根S軸チューブラ水車

・西鬼怒川発電所リフレッシュ前後の写真

(外観全景リフレッシュ前)



(外観全景リフレッシュ後)



(水車室全景リフレッシュ前)

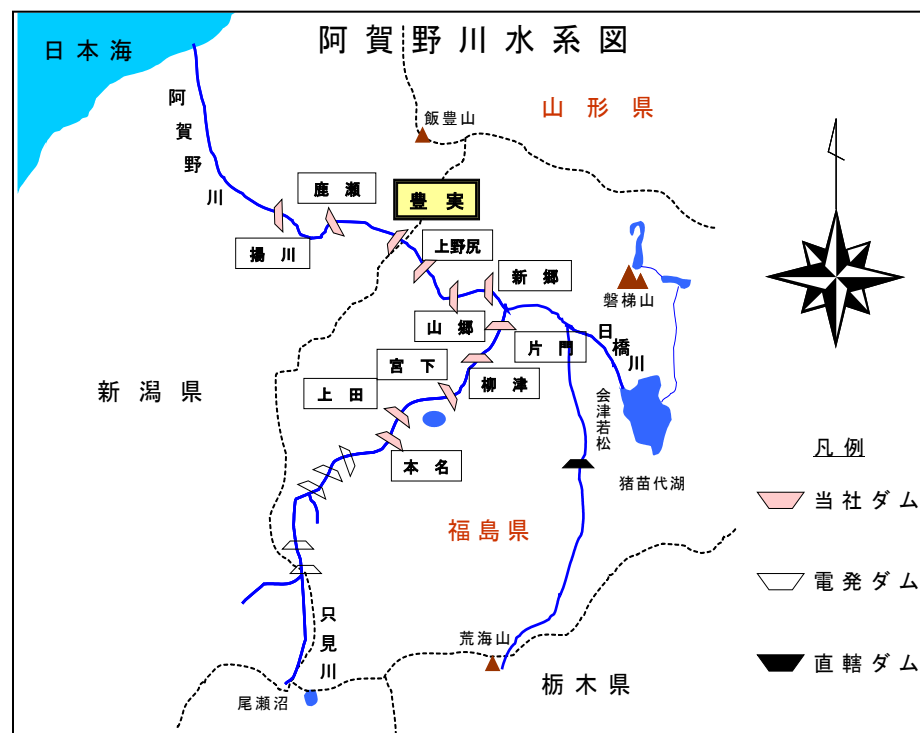


(水車室全景リフレッシュ後)



事例-8 水車型式の変更事例

■ 東北電力(株)豊美発電所

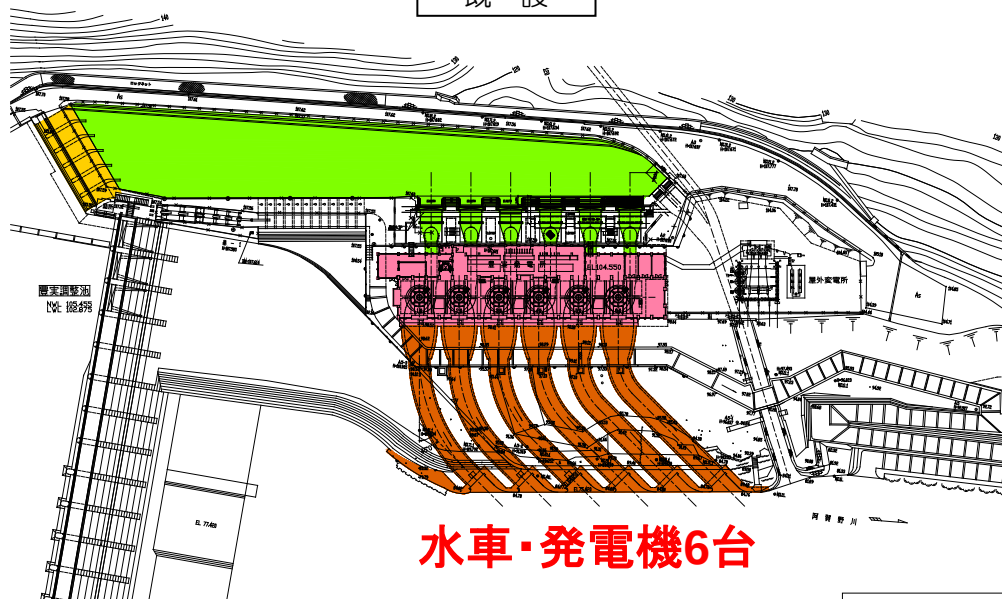


所在地：新潟県東蒲原町(阿賀野川水系中流部)

出力：56,400kw(昭和4年運転開始)



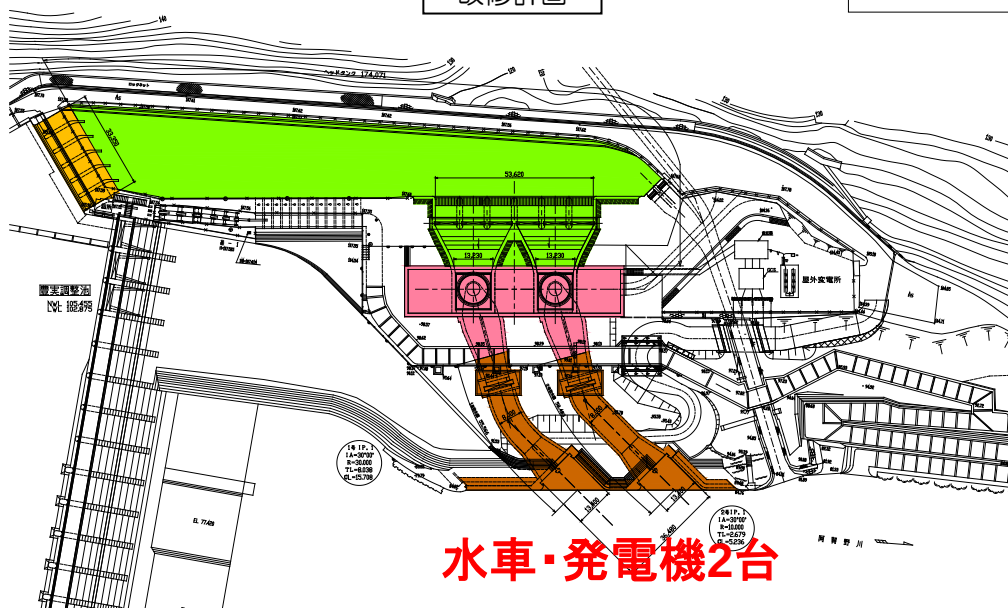
- ・80年が経過し老朽化が進んだため、水車・発電機、発電所基礎コンクリートを改修
(H20.8着工、H25.9竣工予定)
- ・立軸カプラン水車6台⇒立軸バルブ水車2台(出力:61,800KW)



水車・発電機6台



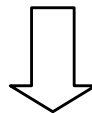
改修計画



水車・発電機2台

凡 例

- 取水口
- 導水路・水槽
- 発電所
- 放水路



改修計画



- 凡 例

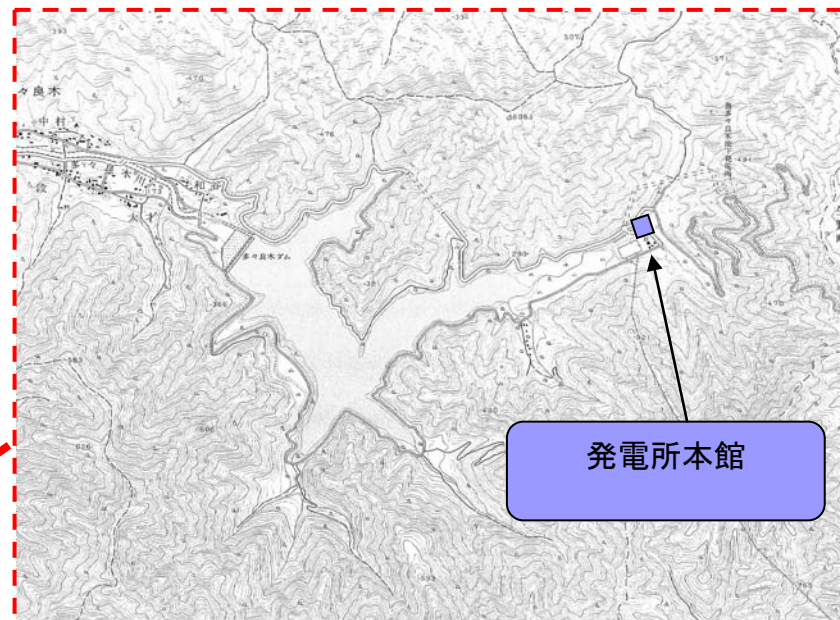
-  取水口
 導水路・水槽
 発電所
 放水路

事例-9 定速機揚水の可変速化の事例

■関西電力(株)奥多々良木発電所



兵庫県

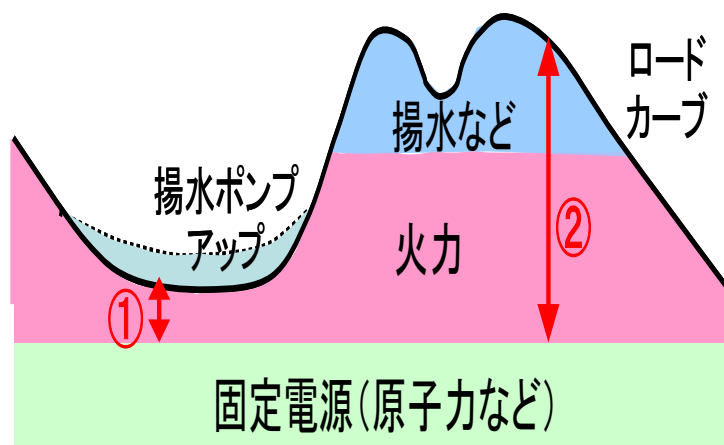


位置図

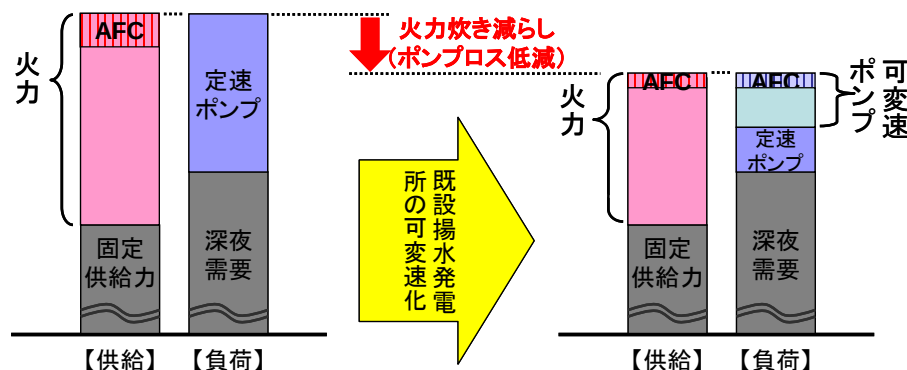
- ・昭和50年完成(303kw × 4台)
- ・平成10年増設完成(360kw × 2台)
- ・1.2号電動機可変速化工事(平成20～25年)

- 火力発電所は、機械特性上、AFC調整率が低い(実出力の5%程度しかない)ため、深夜帯では余剰電力が発生し、これを揚水運転することにより、ロスが発生する。
- このロスを低減させる方策として、既設揚水発電所の可変速化工事が行われている。
(通常は、ポンプの特性上、揚水運転時の入力調整ができないため、AFC運転ができない。)

夜間は周波数調整に参加する電源の量が少ない。(①<②)



火力での夜間周波数調整はロスが大きい。
(可変速揚水だとロスを低減できる。)



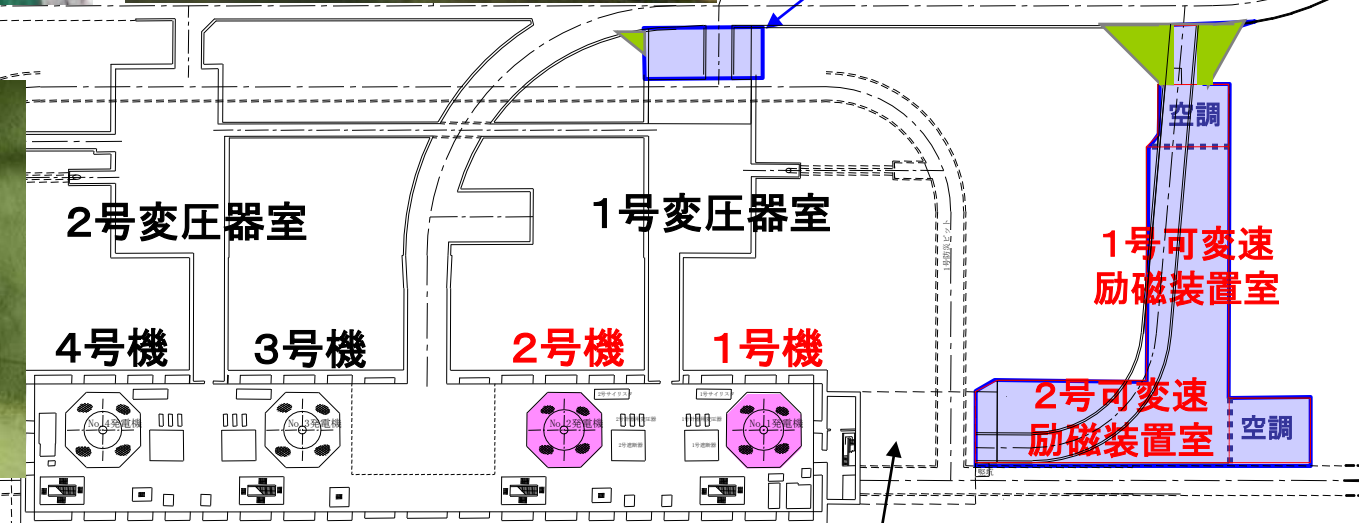
【可変速化によるロス低減のイメージ】

既設の揚水発電所を可変速化 → 揚水運転時のAFC容量を確保
→ ロスの低減(火力の炊き減らし)が可能

電気工事：1，2号発電電動機取替え、1，2号可変速励磁可変速励磁装置設置

土木工事：既設を運転しながら、既存横坑を発破拡幅して、可変速励磁可変速励磁室を構築

建築工事：可変速励磁装置室の内装、空調工事



EL180m
空調機室

工事前
(定速機)

工事後
(可変速機)

- 新設機器
- 改造機器
- 除却機器
- 流用機器

回転子は突極形

回転子は円筒形

- ・固定子軽量化(590t→490t)による既設天井クレーンの流用
- ・固定子基礎、下部廻りの既設流用

4. これまでに収集した好事例（海外）

- ノルウェー
 - ノルウェーにおける新たな取組み
 - これまでに収集した好事例（12事例）
- アメリカ
 - アメリカにおける新たな取組み
 - これまでに収集した好事例（3事例）
- ニュージーランド（3事例）
- オーストラリア（2事例）

ノルウェーにおける新たな取り組み

《既設貯水池を利用した増設計画》

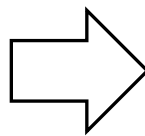
ノルウェー国の概要

- 人口： 約500万人
- 水力発電設備出力 **29,000MW** (供給力の99%)
- 年間発生電力量 121 TWh/year
- 貯水容量 62 bill. m³ (ヨーロッパの50%)



北/西ヨーロッパにおける水力発電の役割

北海 風力発電ベルト
42 GW in 2020
116 GW in 2030



水力発電で系統安定化

プロジェクトー 1 : 2020-2025までに**20,000MW**の**水力増設**。

プロジェクトー 2 : 水力開発の限界単価を風力発電レベルまで引上げ

プロジェクトー 3 : 風力発電と近接した**小規模揚水発電** (10-50MW)

4. これまでに収集した好事例 (ノルウェー)

事例-1: Embretsfooss発電所

Embretsfooss No.1

流れ込み式

落差: 16m

流量: 225m³/s

電力量: 218GWh/年

Embretsfooss No.2 (1921年)

出力: 9MW (フランス水車3台)

→ Embretsfooss No.4 (2013年予定)

出力: 50MW (カプラン水車1台: Q_{max}=340m³/s)

・周辺環境改善および魚類(鮭)回遊環境の向上

・Embretsfooss No.3発電所を運転しながら新設ダム・発電所を建設

Embretsfooss No.3 (1954年)

出力: 19MW (カプラン水車1台)

電力量: 335GWh/年

事例-2: Kongsvinger発電所

既設: Kongsvinger発電所 (1975年)

出力: 21MW

電力量: 130GWh/年

流量: 240m³/s (バルブ水車)

落差: 10.5m

増設分のスペースは当初から確保

増設: Kongsvinger発電所 (2011年4月)

総出力: 43MW (増分: 22MW)

総電力量: 200GWh/年 (増分: 70GWh/年)

流量 (増設): 270m³/s (バルブ水車)

・既設Kongsvinger発電所を運転しながら据付

事例-3: Rendalen発電所

既設: Rendalen発電所 (1971年)

出力: 92MW

電力量: 675GWh/年

流量: 55m³/s (フランス水車)

落差: 210m

別々の発電所として追加機器を設置

増設: Rendalen発電所 (2012年12月予定)

既設導水路トンネル (L=29km) から分岐 (新設400m)

増分電力量: 40GWh/年

流量: 55m³/s

・設備調達13ヶ国: ヨーロッパおよびブラジル・中国

事例-4: Høll発電所 (2つの異なる貯水池: Votna系・Urunda系)

Votna系 (1949年)

出力: 2 × 45MW

流量: 2 × 13m³/s

落差: 408m

Urunda系 (1954年)

出力: 2 × 50MW

流量: 2 × 15m³/s

落差: 380m

56m³/s
→ 63m³/s
(12.5%増)

水車効率向上: 2%

発電機効率向上: 0.5%

増分出力: 40MW

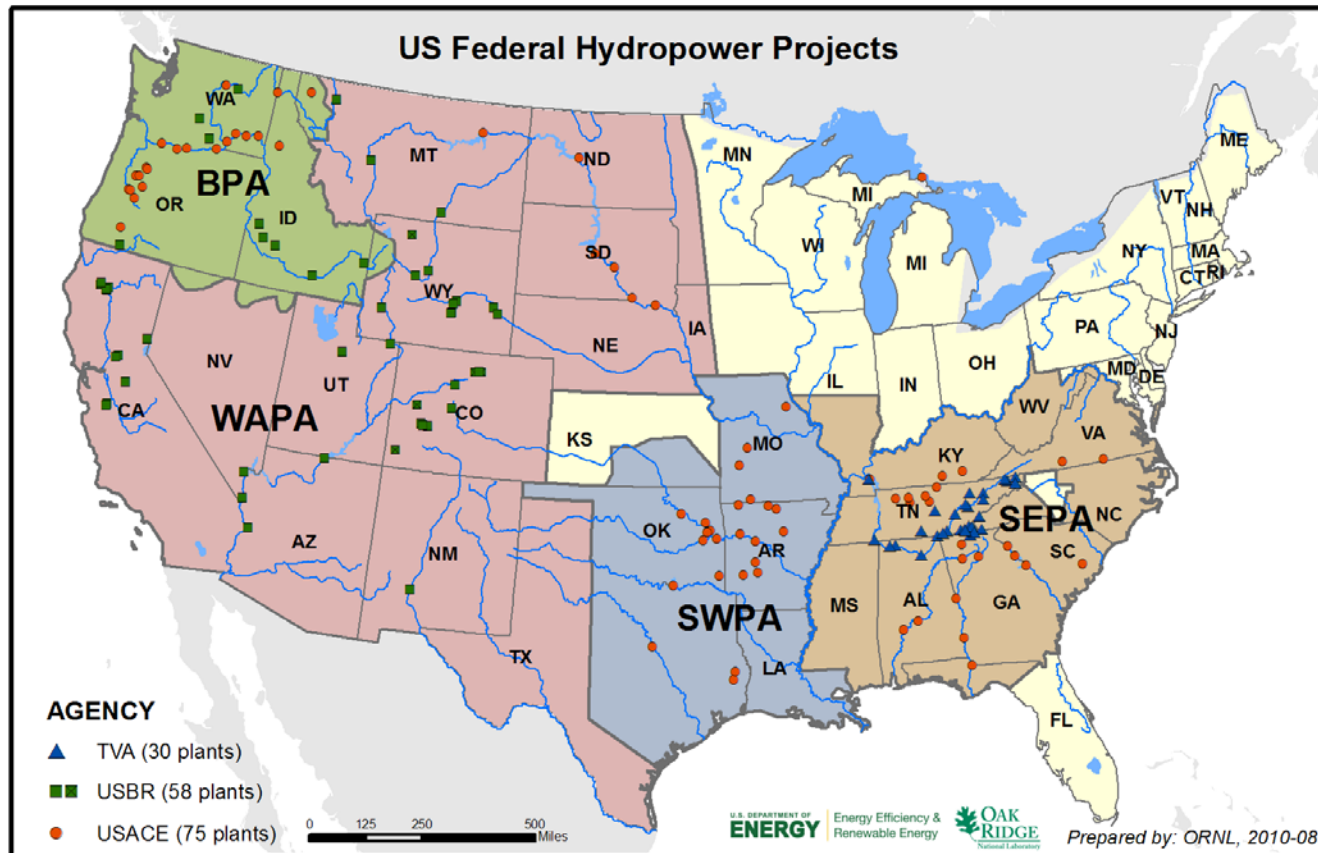
増分電力量: 15GWh/年

他8事例

アメリカにおける新たな取り組み

“Focus on **most cost-effective, least controversial** types of new development”

① 既設発電所の拡充、 ② non-powered dams の電化



アメリカにおける新たな取り組み

《③系統安定型揚水》

背景

■ 再生可能エネルギーを電力系統に20~30%以上導入するには、大規模なエネルギー貯蔵に関する技術のブレークスルーが必要

■ 不安定な再生可能エネルギーに対して、系統スケールで利用できるエネルギー貯蔵技術で広く普及している技術は、揚水発電のみである。

—DOE, Chu長官、Feb.2011

系統安定型揚水発電導入に向けた施策

■ 揚水発電の開発サポート:

⇒ 新規揚水開発のための各種のサポート

⇒ Iowa Hill地点 400MW (経済性調査/地質評価への\$4.96 Million の補助)

■ 系統安定型揚水発電の価値を実証するための分析:

⇒ 系統への動的応答能力の定量化 など

⇒ 新型揚水発電の価値のモデル化と分析に対する\$1.875 Millionの補助

4. これまでに収集した好事例(アメリカ)

HAP (Hydropower Advanced Project)

効率向上による出力増加ポテンシャルを評価し、全国で50プロジェクト程度の増強を実施する。

事例-1: Rhodhiss 水力発電設備

- 1925年運開、発電専用→多目的
- 26MW ⇒ 28.2MW

効率向上のためのポイント(HAPリコmend)

- ✓ドラフト吸気による脈動抑制
- ✓ガイドベーン・ランナー等の更新
- ✓利用可能水量の最も効率的利用
(新しい発電効率カーブ)

事例-2: Center Hill 水力発電設備

- 1950年運開、135MW
- カルストからの漏水

- ✓漏水を減少させる方法の徹底的なレビュー
- ✓ランナーの更新、プログラムコントロールの利用
- ✓ガイドベーンの更新等

事例-3: Flaming Gorge 水力発電設備

- 1958年:建設開始(1963～64年:機器据付(3 units), 1974年:湛水)
- 1973～74年:遠方自動制御化
- 1977～78年:選択取水設備設置(魚類生息環境改善)
- 1990～92年:発電機更新(36,000 kW→50,650 kW)
- 2002～03年:変圧器交換
- 2005～08年:発電機効率向上(4～6%)

5. 今後の進め方 ー更新/増強事例が持つ特徴(キーポイント)

カテゴリー 1: 更新・増強に関する政策・促進支援策

- a) 国と地方のエネルギー政策・保障
- b) 投資支援策(FIT, RPS制度, 資金補助, 税の控除等)
- c) 水系一貫水資源管理(総合開発計画, 水利権等)
- d) アセットマネジメント, ライフサイクル・コスト分析
- e) 将来の低炭素社会における不安定電力系統安定化の非金銭的価値に由来するプロジェクト
- f) 環境保全および改善

カテゴリー 2: 改修・増強に関する技術

- a) 電気機械装置の技術革新と適用拡大
- b) 保全と制御に関するシステムの改良
- c) 土木建築分野の技術革新、適用拡大、新材料
- d) 他の再生可能エネルギーとの統合

5. 今後の進め方 ーさらなる好事例の収集



: 現時点で未収集の項目

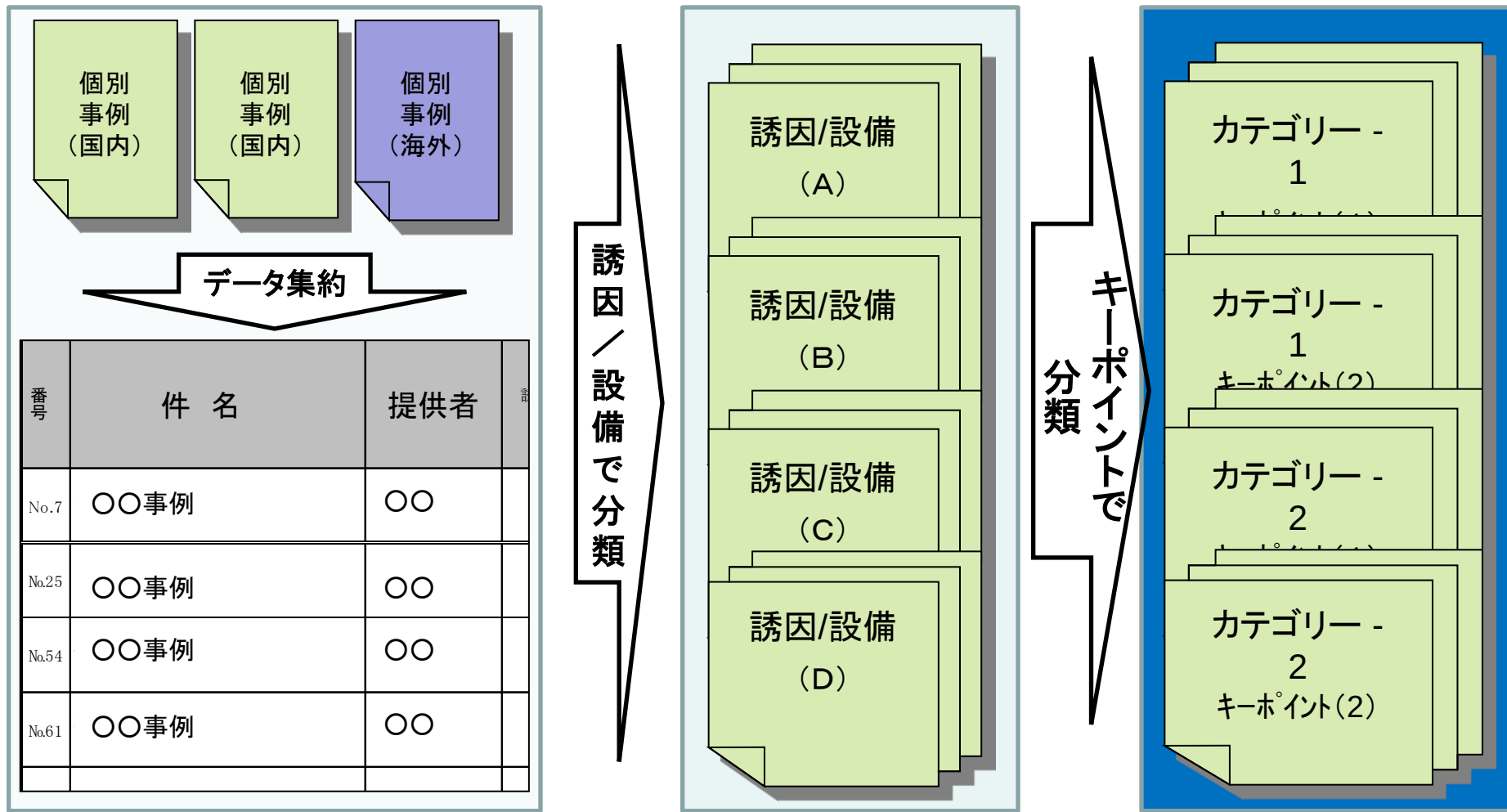


: 今後重点的に収集したい項目

ー: 存在の可能性が極めて低いもの

誘 因	カテゴリー1						カテゴリー2				事例数
	エネルギー政策	投資支援策	水系一貫水資源管理	アセットマネジメント	電力系統安定化	環境保全	電気機械	制御システム	土木建築	他REとの統合	
老朽劣化／故障頻発		1	—		—		9	1	4		15
環境劣化			—		—	4			1	—	5
発電機能向上の必要性	1		3	1	1		2	1	2		10
安全性向上の必要性				1	—	—			4		5
第三者要因に対する必要性							1				2
事故・災害	—				—				2		2
合 計	1	1	3	2	1	4	12	2	13	0	39

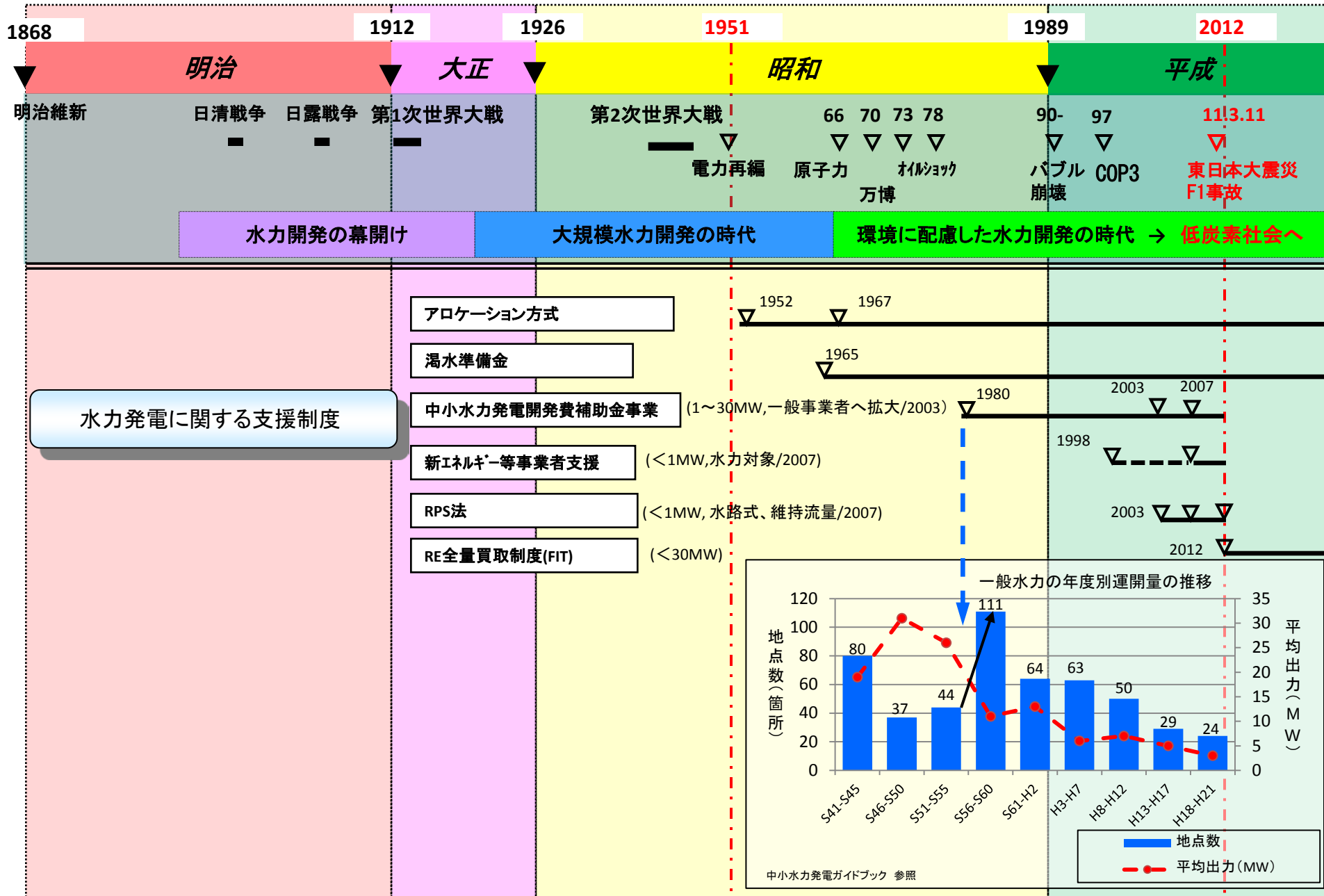
5. 今後の進め方 — 好事例の編集



5. 今後の進め方

ー 各国の支援制度の効果を分析

54



5. 今後の進め方 — 日本から世界へ、世界から日本へ

時代のニーズに応じて、既設水力発電設備もそのあり方を変化させる必要があるのではないか？

純国産エネルギー
としての水力発電

再生可能エネルギー
としての水力発電

系統安定化のための
水力発電

Annex-XI の活動を通じて

- ・ **日本の経験、ノウハウ、先進技術などを世界に役立てたい！**
- ・ **世界の経験、ノウハウ、先進技術などを日本に役立てたい！**

ご清聴ありがとうございました。