

ANNEX-XI

水力発電設備の更新と増強

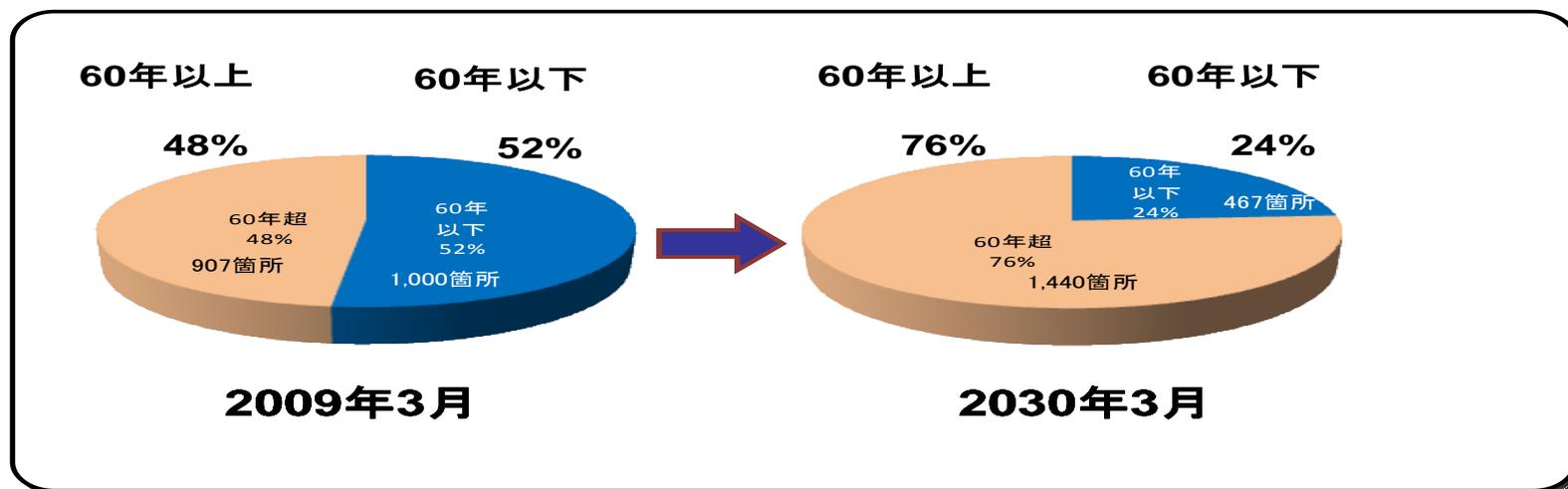
平成26年2月25日

OA: 関西電力(株) 土木建築室 秋山 隆

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、**水力発電**の価値が見直されつつある。



老朽発電所(運開から60年以上)の設備比率

(目 的)

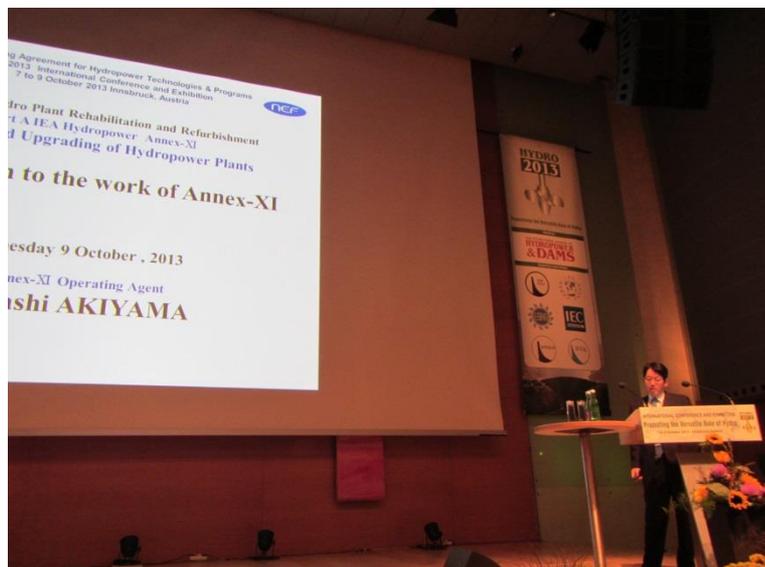
- 水力発電所を、より機能的、効率的、経済的に**存続させていくために、世界中から更新・増強の好事例を集める。**
- それらの中から**有効な政策・促進支援策や革新的技術**などを抽出し、**世界に情報発信する。**

(活動内容)

- 水力発電所の更新・増強事例をその**要因別に体系的に収集し、適用された技術、更新・増強に至るプロセスや判断の基準となる経済合理性、各種助成制度等の効果**について分析し、水力発電設備更新の際に**最適な意思決定**が行えるよう、**有用な情報をタイムリーに提供する。**

Annex-XIの参加国

1. IEAメンバー国（執行委員会、専門家会合）
日本(OA)、アメリカ、ノルウェー、オーストラリア、
フランス、フィンランド、ブラジル
2. その他の協力国
ニュージーランド、カナダ



HYDRO国際学会でのAnnex-XIワークショップ



IEA専門家会合

全体スケジュール

Work Item	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1. 新しいAnnex活動の合意及び開始						
2. 活動計画の策定	★ 24th					
3. Annex-11 専門家会合	■					
4. 事例収集		★ Sep Oct	★ July Oct	★ May	★ Feb June Oct	★ June Oct Marc h
第一次事例収集						
スクリーニング		■	■	■		
第二次事例収集			■	■		
5. 事例の分析・評価			■	■	■	
6. レポートの作成、公開				■	■	■
7. ワークショップ、etc.						★ Hydro2014
8. IEA水力実施協定 執行委員会	★ 24th	★ 25th 26th	★ 27th	★ 28th	★ 29th 30th	★ 31th

*-1: サクラメント、2011年7月

*-2: ワシントン、2012年5月

*-3: ビルバオ、2012年10月

*-4: オスロ、2013年6月

*-5: インズブルック、2013年10月

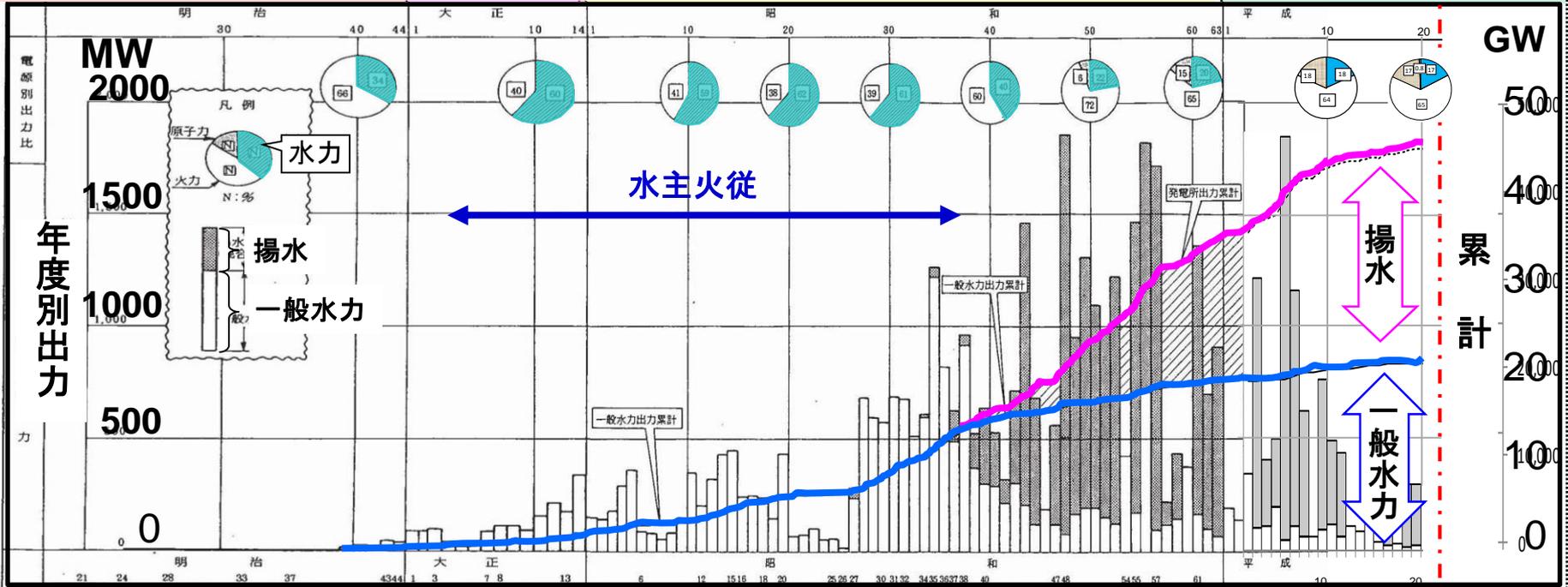
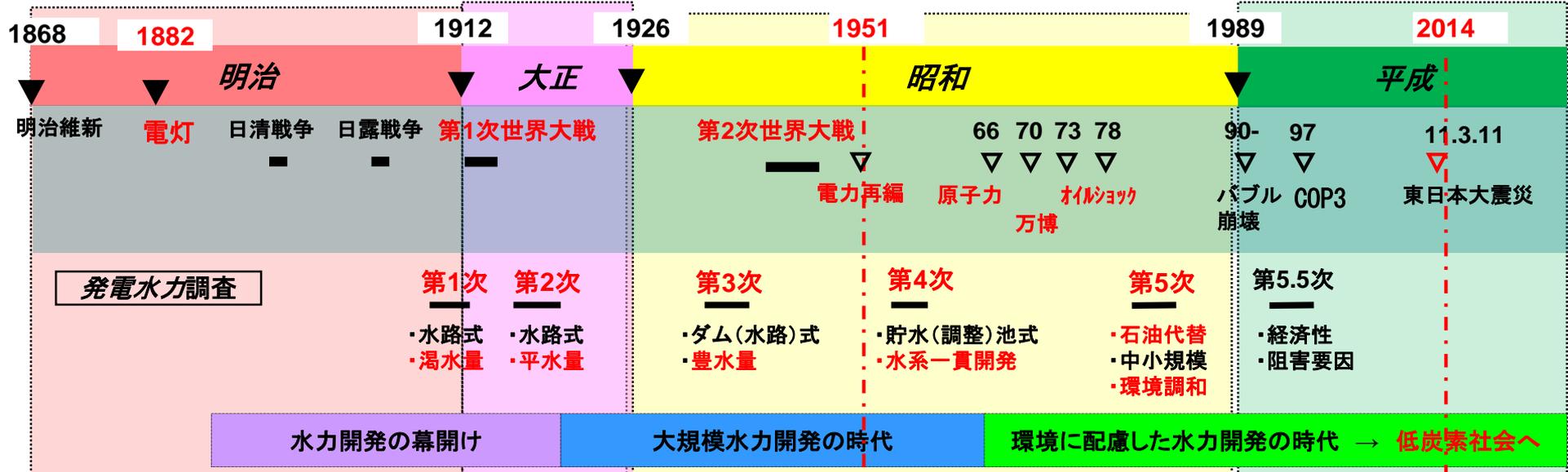
Annex-XIをサポートする国内専門委員会

役職	指名	所属及び職名
委員長	秋山 隆	関西電力(株) 土木建築室 計画グループマネージャー
副委員長	青山 順	関西電力(株) 電力システム技術センター 水カグループ 課長
委員	稲垣 守人	東京電力(株) パワーグリッドカンパニー 工務部 水力発電技術担当兼建設部 電源担当
委員	亀谷 泰久	中部電力(株) 発電本部 土木建築部 水カグループ 副長
委員	近江 英俊	電源開発(株) 土木建築部 主管技師長
委員	中村 彰吾	富士電機(株) 発電・社会インフラ事業本部 発電プラント事業部 水カプラント部 品質保証グループ 主席

本日発表の次第

1. 日本水力電源開発の歩み
2. 事例収集の方法
3. 事例収集の結果
4. 報告書とりまとめのイメージ

1. 日本水力電源開発の歩み



1. 日本の水力電源開発の歩み



M24
1891

蹴上PS運転開始(日本初の商業用水力発電所)



ペルトン水車

第1期
ペルトン 20台
直流・交流混在

1897
1760kW

ペルトン2台
直流

1891
160kW

「琵琶湖疎水計画」
北垣国道・田辺朔郎

1912

4800kW

第2期
横軸フランシス 5台



第2期建屋(現存)

1936

5700kW

第3期
縦軸フランシス 2台

水道需要増加

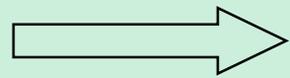


第3期(現)建屋

1979

4500kW

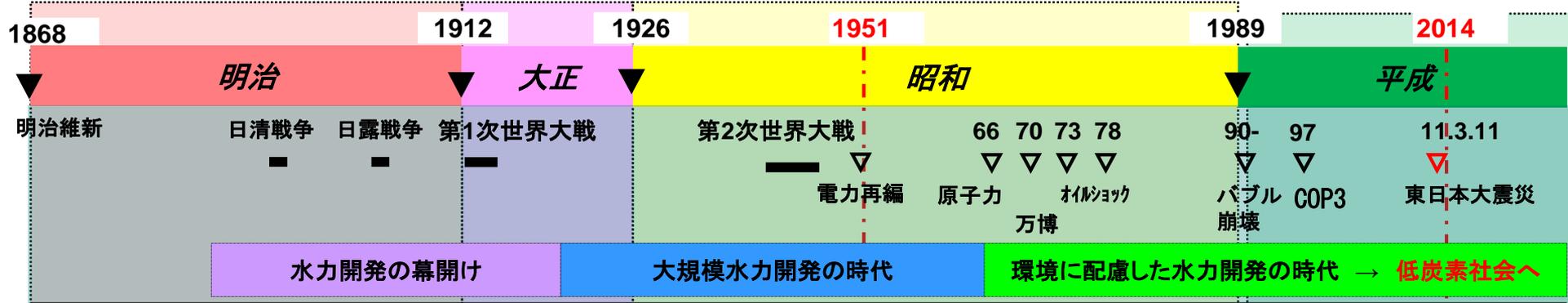
現在に至る



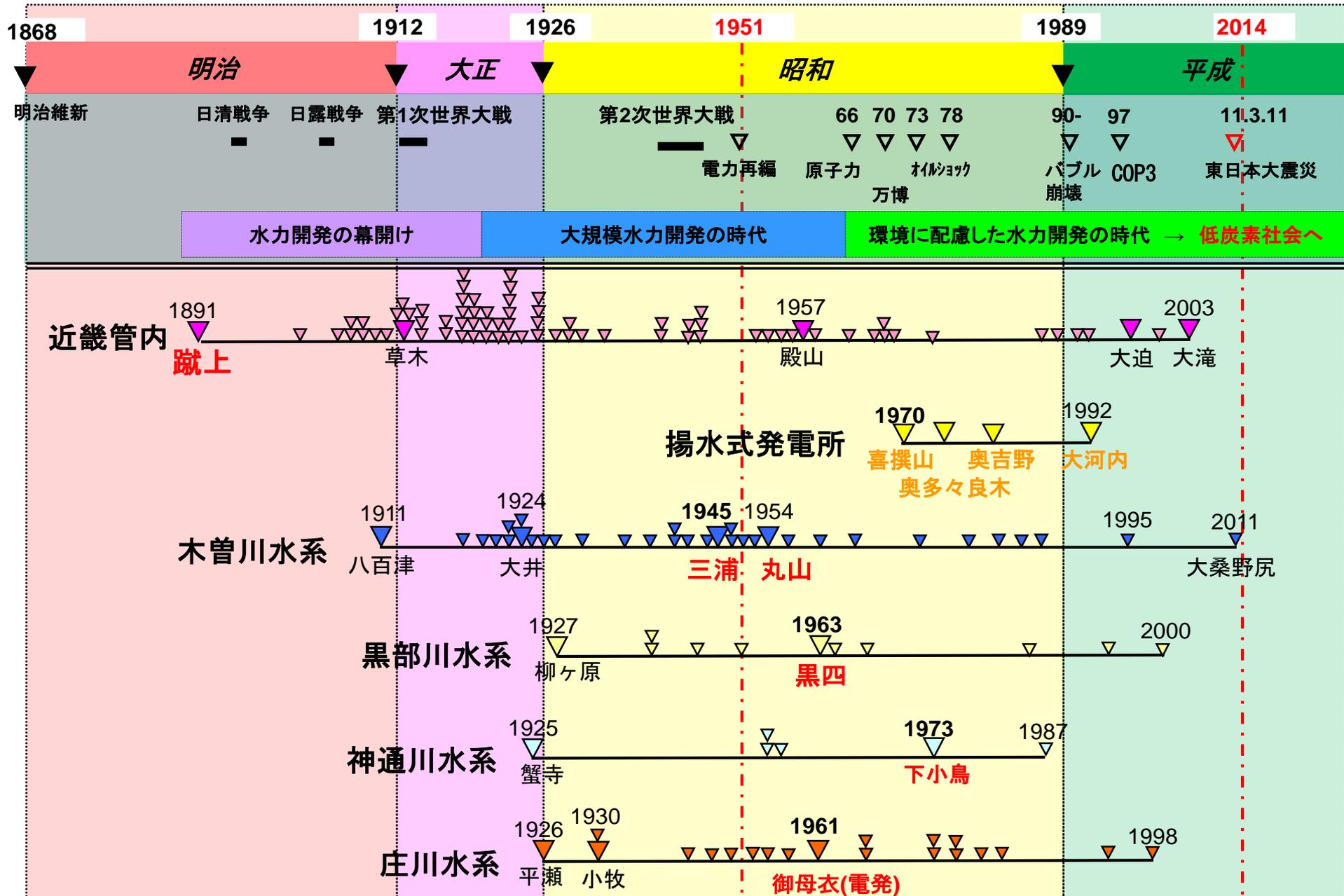
天功亮(てんこうをたすく) 「水
力エネルギーの開発は 天の
意志に叶うもの」 久邇宮
(くにのみや)殿下

1. 日本の水力電源開発の歩み

関西電力の水力開発

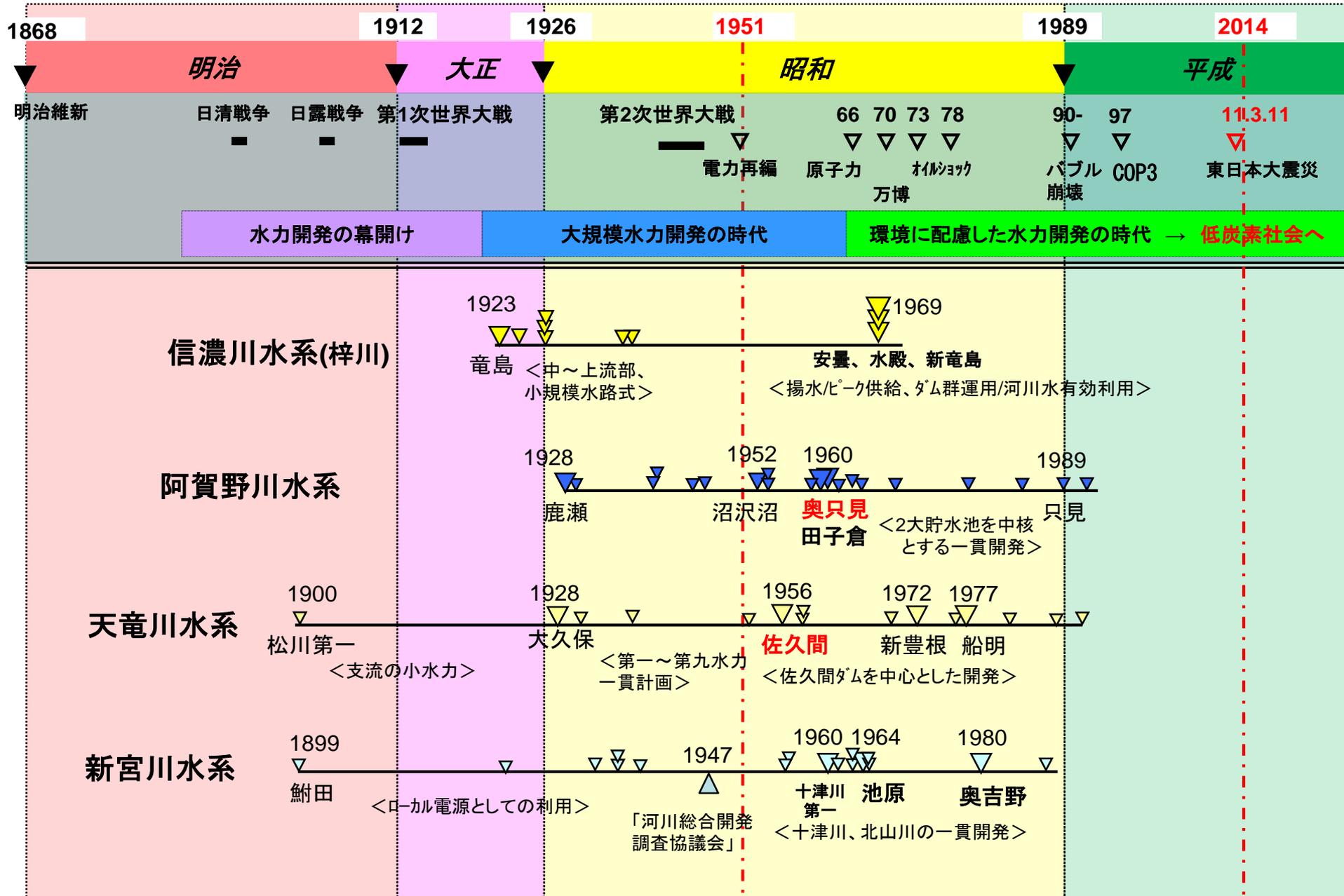


1. 日本の水力電源開発の歩み



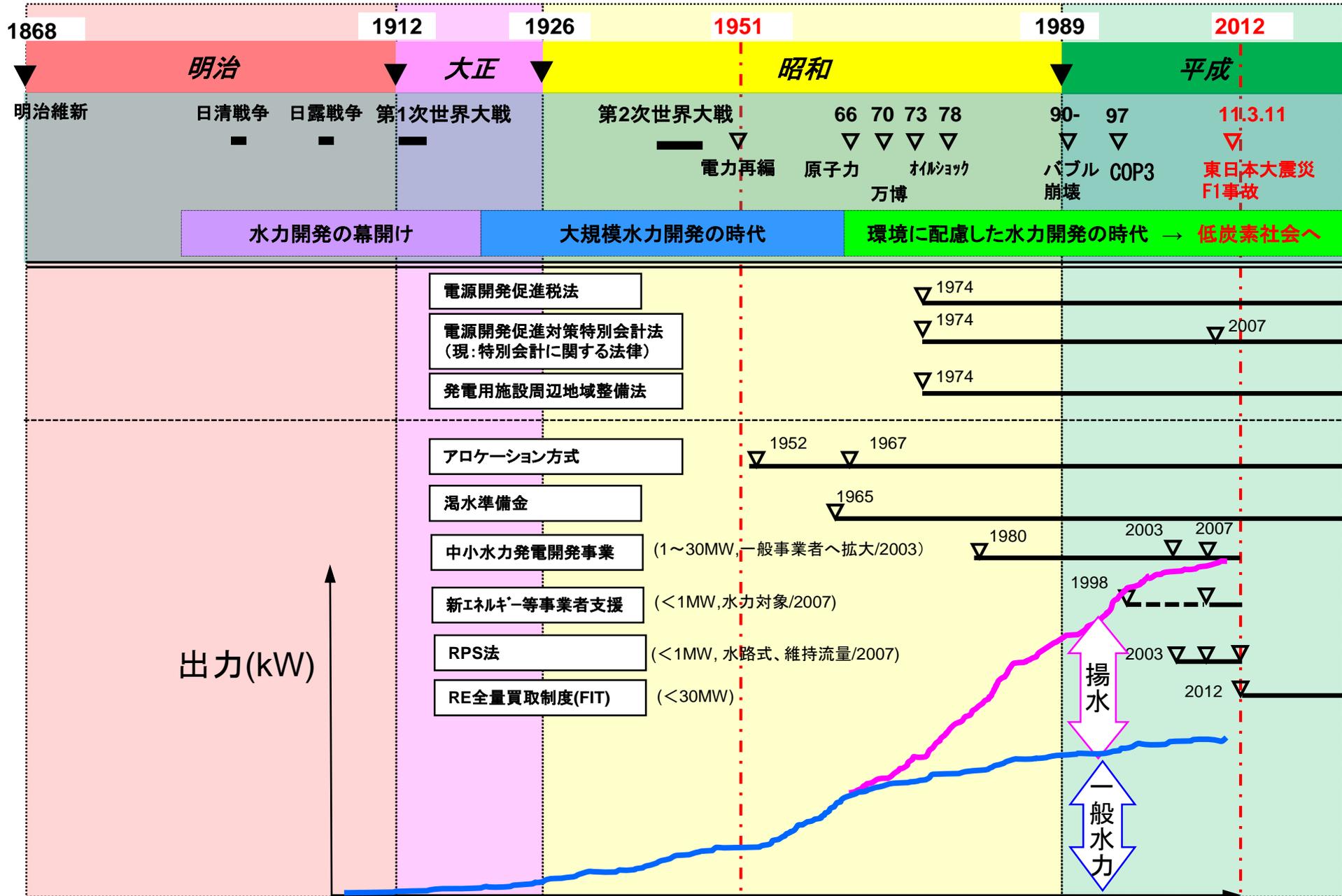
1. 日本の水力電源開発の歩み

主要河川の一貫開発



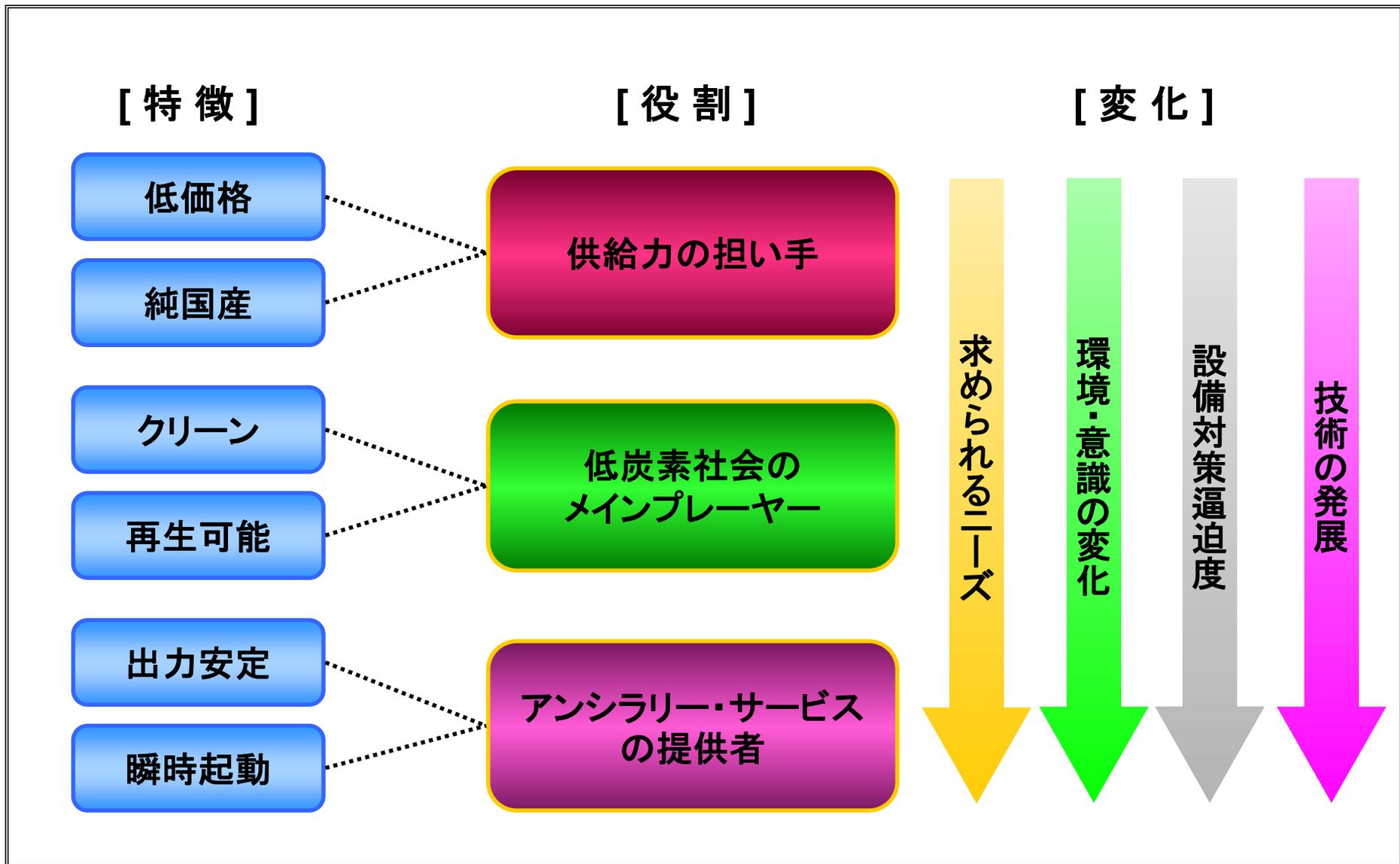
1. 日本の水力電源開発の歩み

各種支援制度

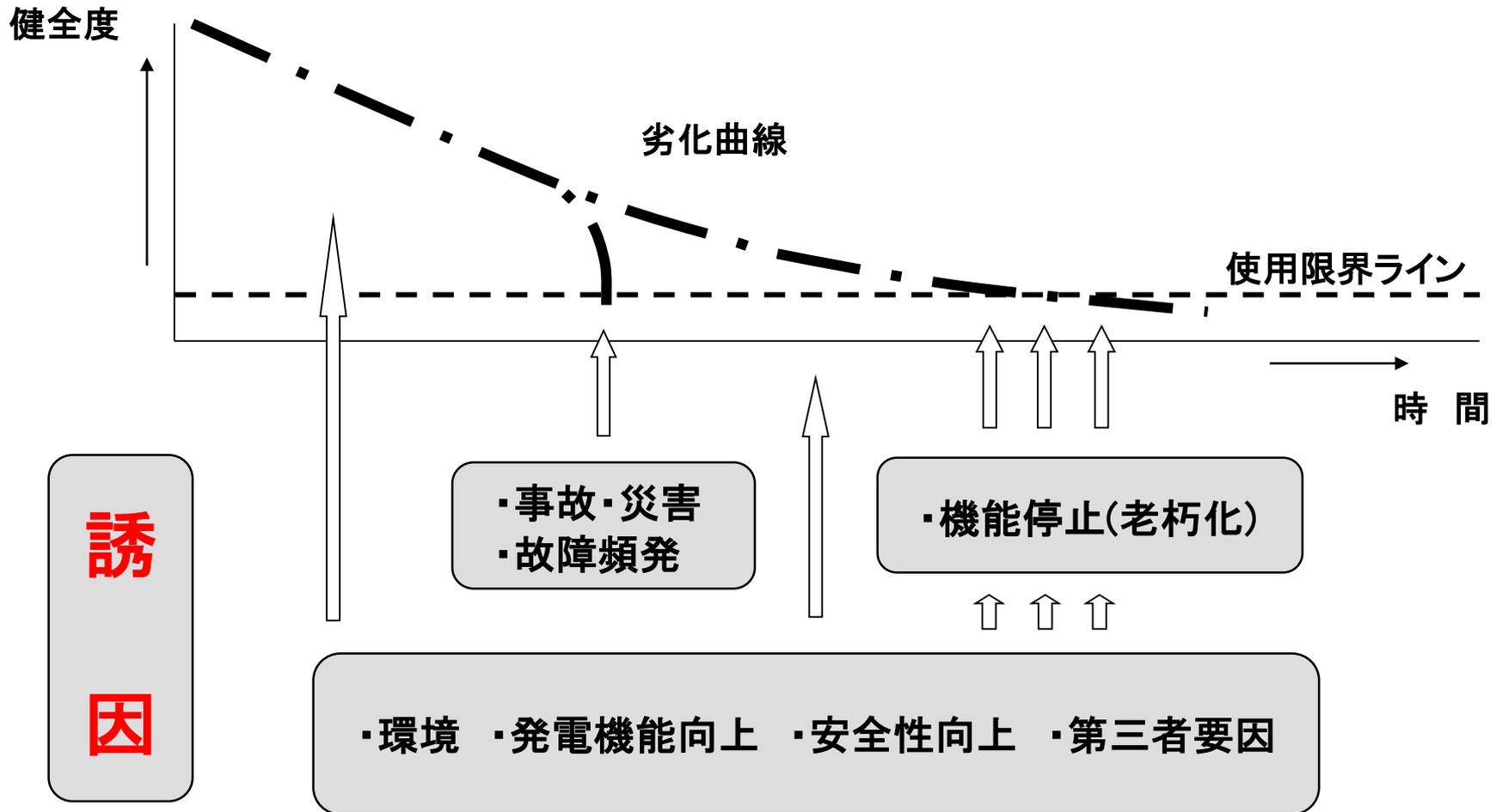


1. 日本水力電源開発の歩み

水力発電を取り巻く環境と求められる役割の変化



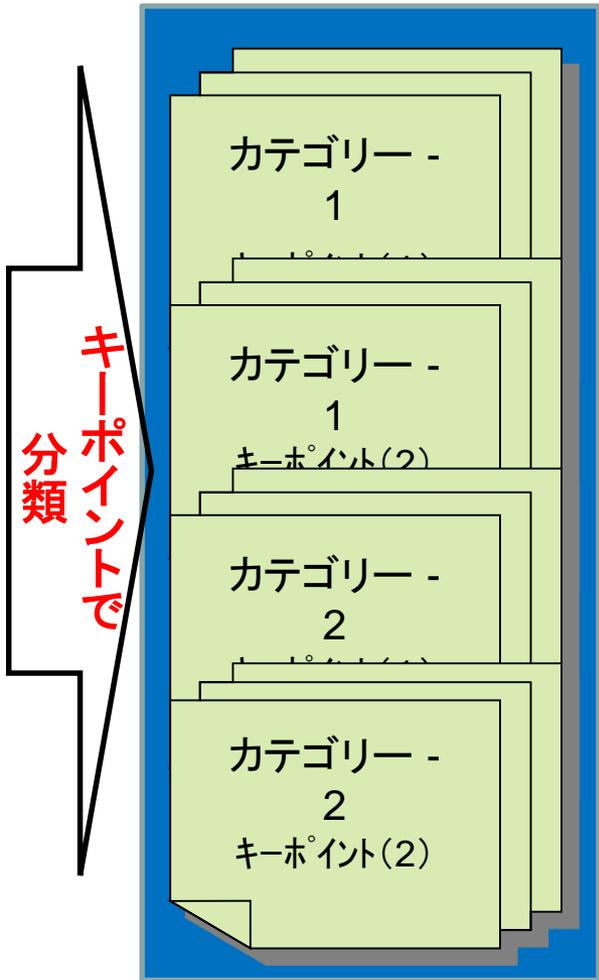
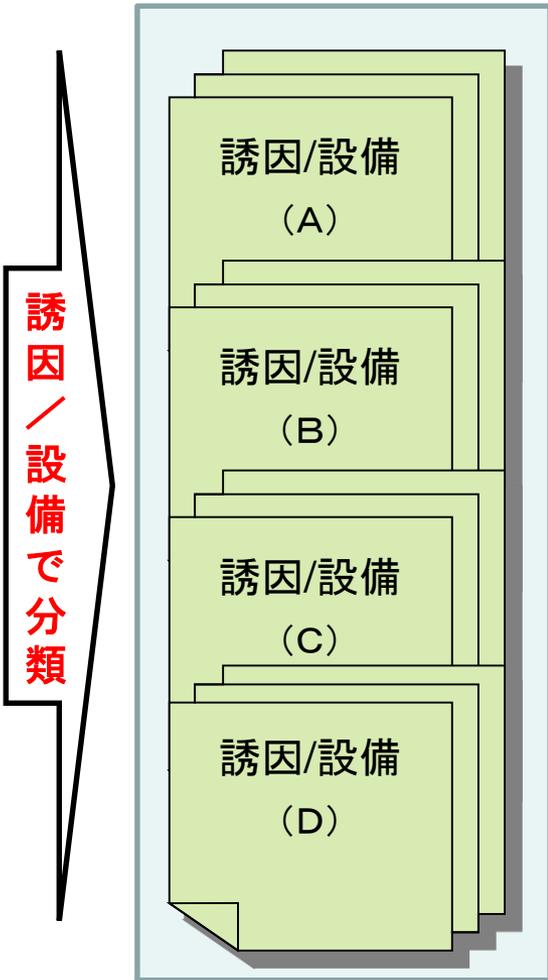
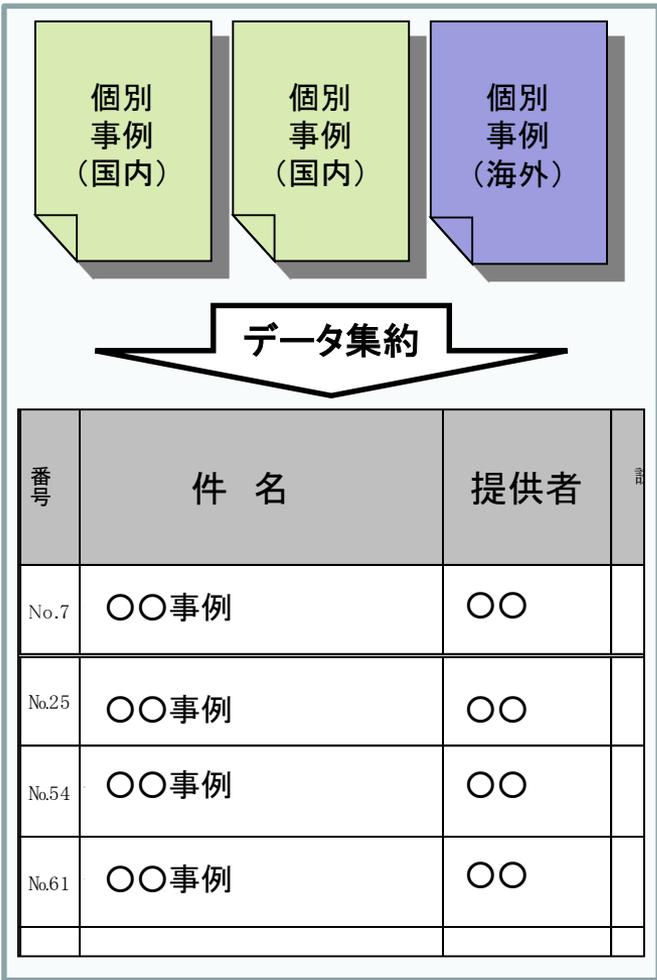
2. 事例収集の方法



設備劣化のイメージと対策の誘因

事例収集においては、設備の更新・増強の誘因に着目

2. 事例収集の方法



2. 事例収集の方法

カテゴリーとキーポイントごとの分析

【 **Category-1**(更新・増強に関する政策・促進支援策等)のキーポイント】

- a) 国と地方の**エネルギー政策**
- b) **投資支援策**(固定価格買取制度(FIT)、RPS制度、資金援助、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) **アセットマネージメント**、ライフサイクルコスト分析
- e) 低炭素社会における不安定電力**系統安定化**のためのプロジェクト
- f) **環境保全**及び改善

【 **Category-2**(更新・増強に関する技術)のキーポイント】

- a) **電気機械装置の技術革新**と適用拡大
- b) **保護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の水力発電システムへの統合**

3. 事例収集の結果

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事例から類似事例等をまとめ、最終的に45事例を選定

3. 事例収集の結果

事例収集状況

	一次事例収集	二次事例収集
日本	87 *)	45 (45)
ノルウェー	15	13 (7)
アメリカ	6	5(0)
フィンランド	1	1 (1)
オーストラリア	2	2 (2)
ニュージーランド	4	4 (0)
ブラジル	1	1 (1)
フランス／スイス	2	2(2)
計		73

*) : その後95事例まで収集

() : 提出済みの事例

3. 事例収集の結果

Category-1.: 更新・増強に関する政策・促進支援策等

キーポイント	日本	海外
(a) 国のエネルギー情勢、政策	1	0
(b) 投資支援策	2	7
(c) 水系一貫水資源管理(総合開発計画、水利権等)	4	1
(d) アセットマネジメント、戦略的アセットマネジメント、ライフサイクル・コスト分析	5	15
(e) 低炭素社会における不安定電力系統安定化のためのプロジェクト	1	0
(f) 環境保全及び改善	6	0
Total	19	23

3. 事例収集の結果

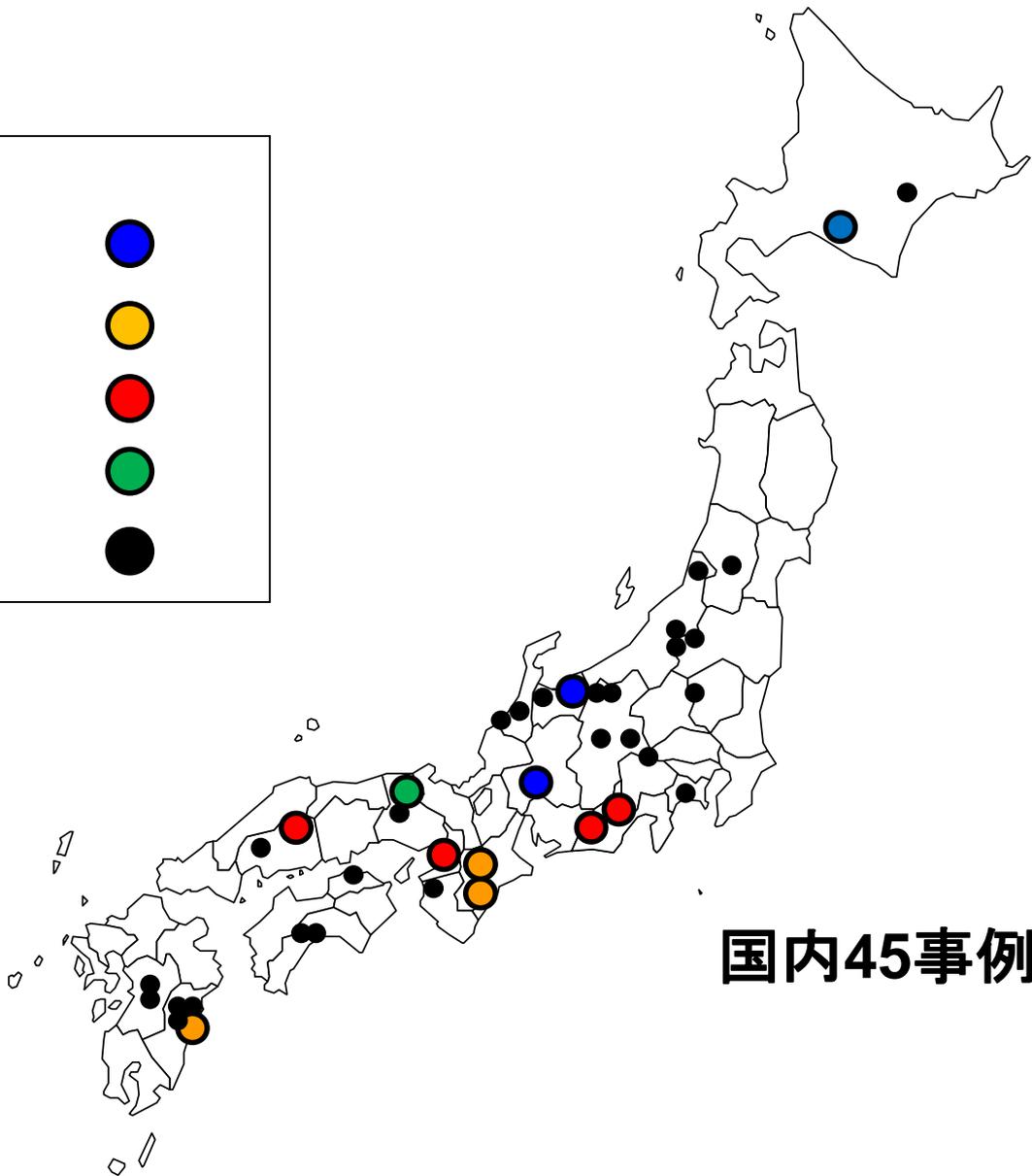
Category-2: 更新・増強に関する技術

キーポイント	日本	海外
(a) 電気機械装置の技術革新と適用拡大	12	5
(b) 保護と制御に関するシステムの改良	2	0
(c) 土木建築分野の技術革新、適用拡大、新材料	11	0
(d) 他の再生可能エネルギーの水力発電システムへの統合	1	0
Total	26	5

3. 事例収集の結果

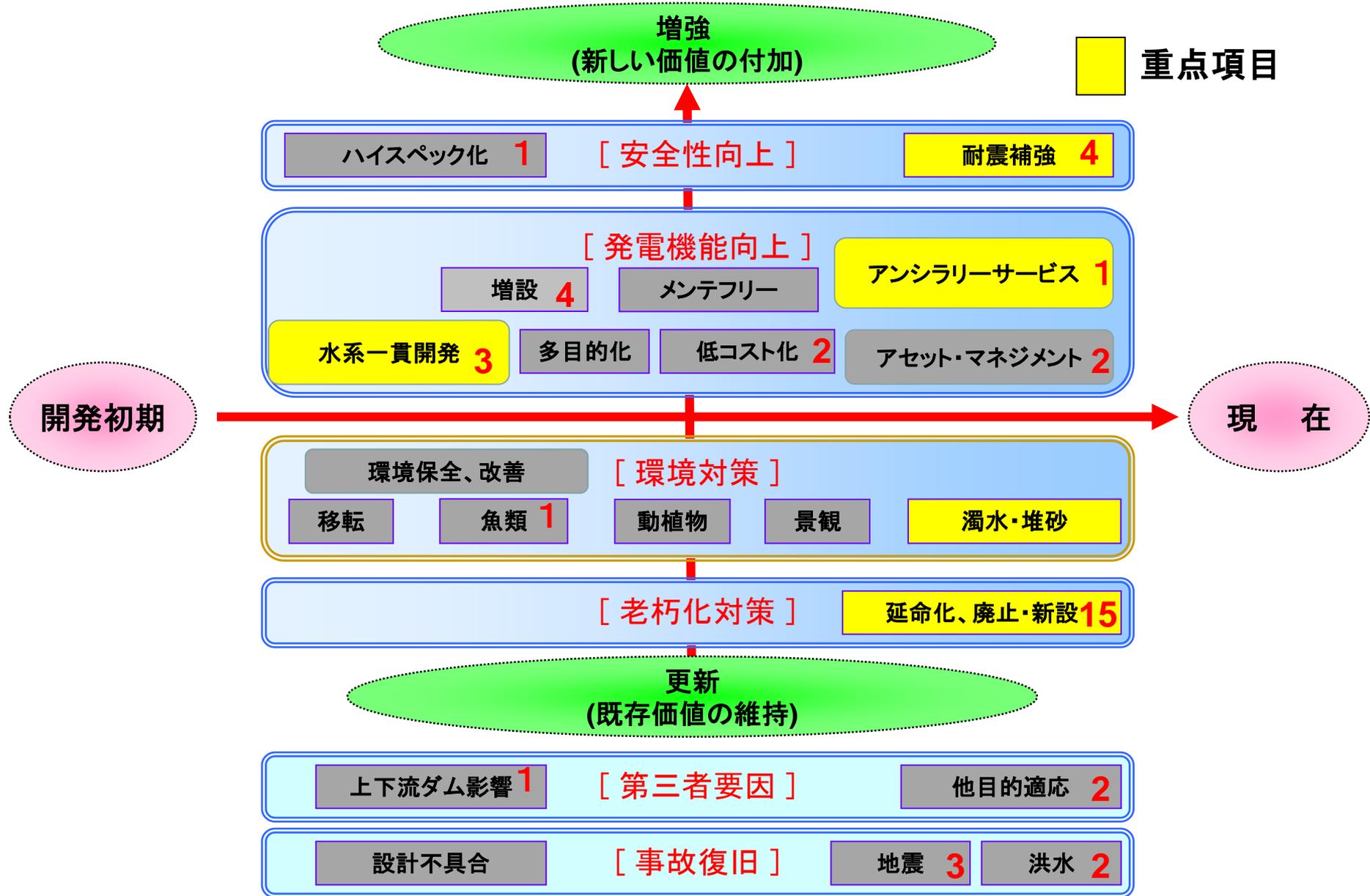
(重点項目)

水系一貫開発:	●
堆砂、濁水:	●
耐震対策:	●
アンシラリー:	●
その他:	●



国内45事例の分布

3. 事例収集の結果 数字: 収集した事例数(合計45事例)



4. 報告書とりまとめのイメージ

カテゴリーとキーポイントごとの分析

【 Category-1(更新・増強に関する政策・促進支援策等)のキーポイント 】

- a) 国と地方のエネルギー政策
- b) 投資支援策(固定価格買取制度(FIT)、RPS制度、資金援助、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) 低炭素社会における不安定電力系統安定化のためのプロジェクト
- f) 環境保全及び改善

【 Category-2(更新・増強に関する技術)のキーポイント 】

- a) 電気機械装置の技術革新と適用拡大
- b) 保護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の水力発電システムへの統合

1-a) 国と地方のエネルギー政策

各国は、それぞれの国情に応じて、**持続的発展と循環型社会の形成を目指した独自のエネルギー政策**を定めている。

エネルギー政策は、政府からの**支援策をはじめ個別の施策に色濃く反映され、企業行動などにも大きな影響**を及ぼすことから、各国のエネルギー政策のうち再生可能エネルギーに関連する部分を中心にまとめることとする。

■各国のエネルギー政策・保障、再生可能エネルギーへの対応

(掲載国)

- ・日本
- ・ノルウェー
- ・米国
- ・オーストラリア
- ・欧州連合
- ・フィンランド
- ・フランス
- ・ブラジル

(関連情報)

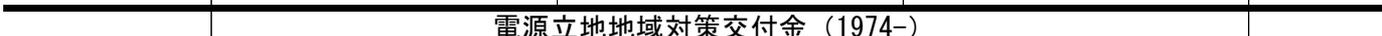
- ・賦存資源
- ・国の経済／発展レベル
- ・環境意識
- ・電気事業の形態

1-b) 投資支援策(固定価格買取制度(FIT)、RPS制度、資金援助、税の控除等)

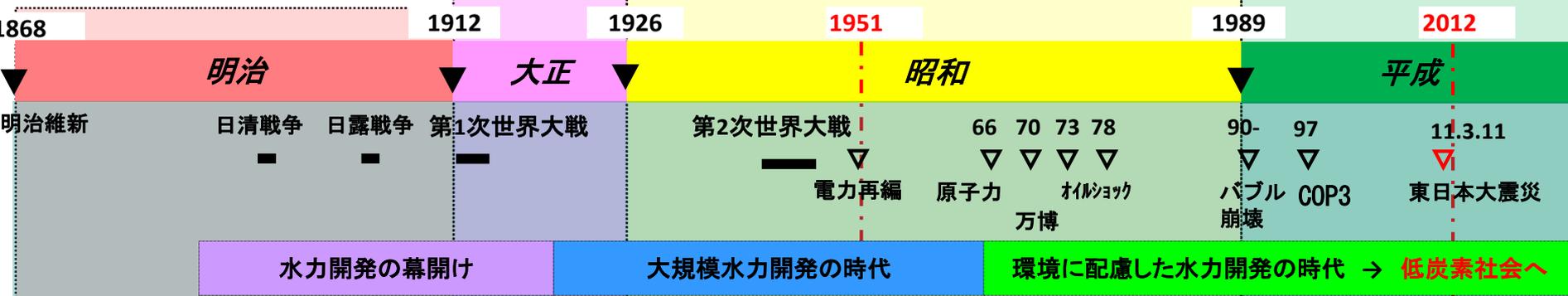
■各国の再生可能エネルギー量確保のための投資支援策

- 施策、活用状況、効果
- 投資支援策のあるべき姿

日本における施策一覧の年表

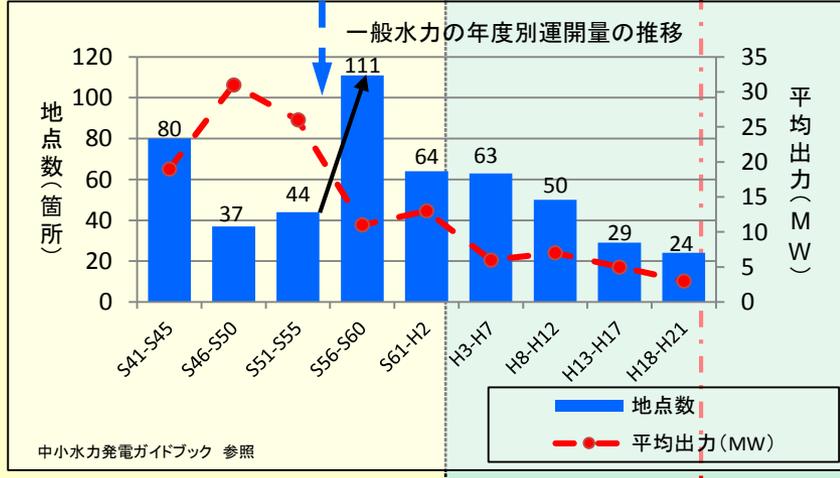
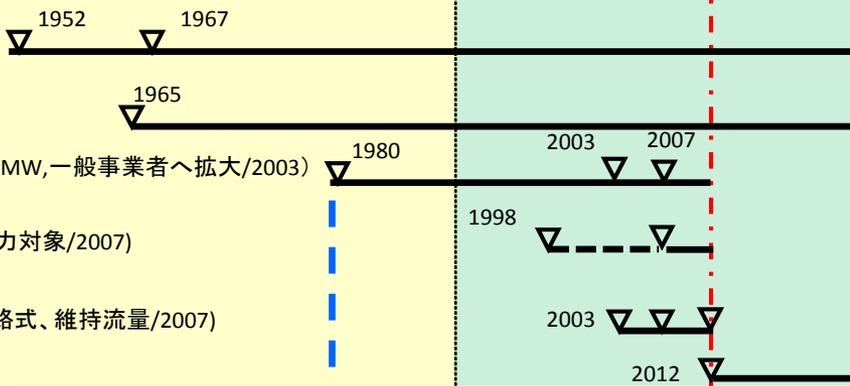
施策	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-
開発事業者の育成			 中小水力開発促進指導事業費補助金 (1986-2008)		
初期発電原価の低減		 中小水力発電開発費補助金 (1980-2008)			
		新エネルギー等事業者支援対策費補助金 (2007-2009)			
		地域新エネルギー等導入促進対策費補助金 (2007-2009)			
		中小水力・地熱発電開発費等補助金 (2007-)			
		新エネルギー等導入加速化支援対策事業 (2011-)			
		上水道システムにおける再エネ・省エネ等導入促進事業 (2013-)			
立地促進対策の推進	 電源立地地域対策交付金 (1974-)				
水力開発促進のための条件整備					
	 RPS制度 (2003-2011)				
				 固定価格買い取り制度 (2011-)	

① 中小水力発電開発費補助金制度



水力発電に関する支援制度

- アロケーション方式
- 渇水準備金
- 中小水力発電開発費補助金事業 (1~30MW, 一般事業者へ拡大/2003)
- 新エネルギー等事業者支援 (<1MW, 水力対象/2007)
- RPS法 (<1MW, 水路式、維持流量/2007)
- RE全量買取制度(FIT) (<30MW)

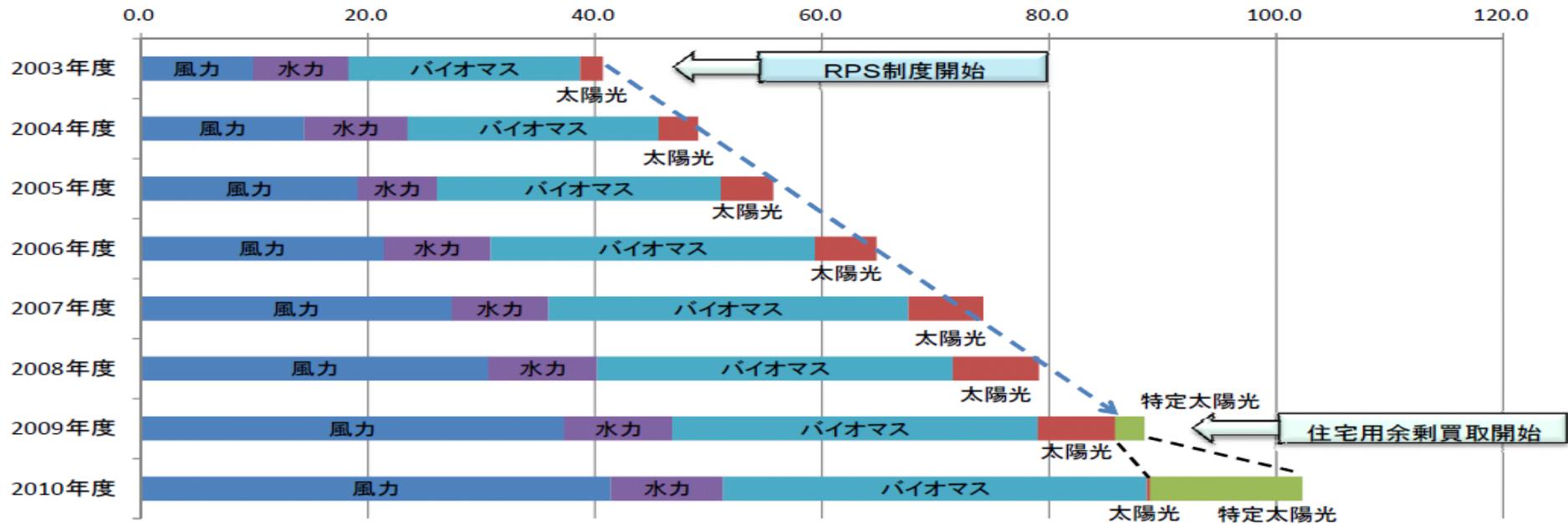


②電気事業者による再生可能エネルギーの利用に関する 特別措置法(RPS法)

利用義務量

2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	単位
73.2	76.6	80.0	83.4	86.7	92.7	103.3	122.0	(億 kWh/年)

再生可能エネルギー等発電量(電力会社による調達量)の経年変化(億kWh)



※本データはRPS法の認定を受けた設備からの電力供給量を示したものです。RPS法施行前の電力量、RPS法の認定を受けていない設備から発電された電力量、及びRPS法の認定を受けた設備から発電され、自家消費された電力量は本データには含まれません。
 ※平成21年11月より余剰電力買取制度の対象となる太陽光発電設備は特定太陽光として算出。

③固定価格買取制度(FIT)

電源	調達区分	調達価格1kWh当たり		調達期間
		税込	税抜	
太陽光	10kW以上 	37.80 円	36 円	20 年
	10kW未満(余剰買取)	38.00 円 <small>(*)</small>	—	10 年
	10kW未満(ダブル発電・余剰買取)	31.00 円 <small>(*)</small>	—	
風力	20kW以上 	23.10 円	22 円	20 年
	20kW未満	57.75 円	55 円	
地熱	1.5万kW以上 	27.30 円	26 円	15 年
	1.5万kW未満	42.00 円	40 円	
水力	1,000kW以上30,000kW未満	25.20 円	24 円	20 年
	200kW以上1,000kW未満	30.45 円	29 円	
	200kW未満 	35.70 円	34 円	

電源	バイオマスの種類	調達価格1kWh当たり			調達期間
		調達区分	税込	税抜	
バイオマス	ガス化(下水汚泥) 	メタン発酵 ガス化バイオマス	40.95 円	39 円	20 年
	ガス化(家畜糞尿)				
	固形燃料燃焼(未利用木材)	未利用木材	33.60 円	32 円	
	固形燃料燃焼(一般木材)	一般木材 (含パーム種子殻)	25.20 円	24 円	
	固形燃料燃焼(一般廃棄物)	廃棄物系 (木質以外) バイオマス	17.85 円	17 円	
	固形燃料燃焼(下水汚泥)				
	固形燃料燃焼(リサイクル木材)	リサイクル木材	13.65 円	13 円	

(*)消費税の取扱いについて 消費税については、将来的な消費税の税率変更の可能性も想定し、外税方式とすることとした。ただし、一般消費者向けが大宗となる太陽光発電の余剰買取の買取区分については、従来どおり内税方式とした。

2013年における再生可能エネルギーの調達価格および期間

再生可能エネルギー発電設備	固定価格買取制度導入前	固定価格買取制度導入後	
	平成 24 年 6 月末までの累積導入量	平成 24 年度 (7 月~3 月末)	平成 25 年度 (4 月~10 月末)
太陽光(住宅)	約 470 万kW	96. 9 万kW	87. 0 万kW
太陽光(非住宅)	約 90 万kW	70. 4 万kW	312. 3 万kW
風力	約 260 万kW	6. 3 万kW	0. 7 万kW
中小水力	約 960 万kW	0. 2 万kW	0. 3 万kW
バイオマス	約 230 万kW	3. 0 万kW	8. 2 万kW
地熱	約 50 万kW	0. 1 万kW	0 万kW
合計	約 2,060 万kW	176. 9 万kW	408. 3 万kW
		585.2 万kW	

←再生可能エネルギー発電設備の導入状況(2013.10末)

1-c) 水系一貫水資源管理(総合開発計画、水利権等)

- **c-1 水系一貫開発**

- 中小規模河川の流域変更による一貫開発

- 日高一貫開発(北海道電力):

- 4水系13発電所、合計出力 642MWに亘る一貫開発

- 比較的大規模河川での水系一貫開発

- **黒部川水系一貫開発(関西電力):**

- 1水系 11発電所、合計出力 894MWに亘る一貫開発

- 木曾川水系一貫開発(関西電力)

- 1水系 33発電所、合計出力 1,047MWに亘る一貫開発

- **c-2 水系一貫土砂管理**

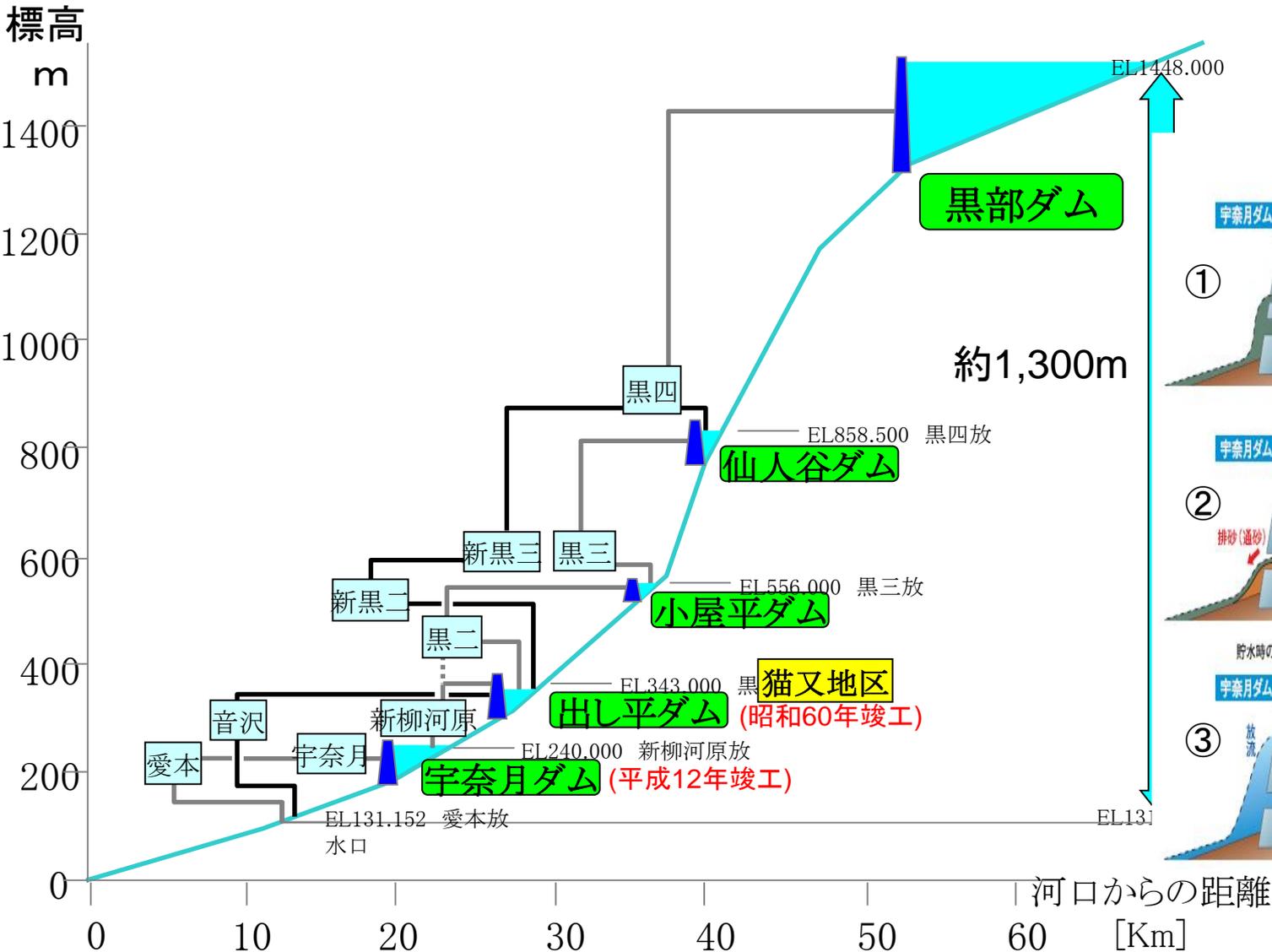
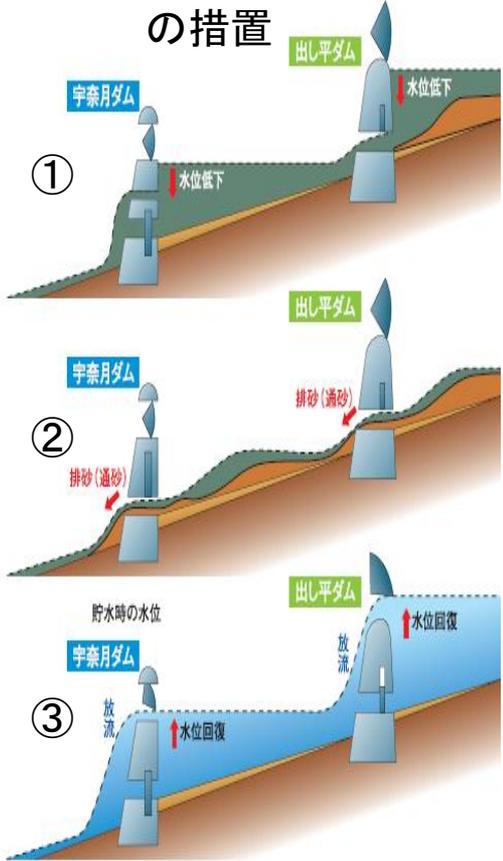
- **c-3 総合開発計画**

- **c-4 国際河川における利害調整**

事例：黒部川水系(流水・流砂管理)

連携排砂

- ①水位低下
- ②排砂・通砂中
- ③排砂・通砂後の措置



1-d) アセットマネージメント、戦略的アセットマネージメント、 ライフサイクル・コスト分析

□様々な資源や資産・リスクなどを管理し、**経営上の効果を最適化**

□長期的な発展を視野に入れ、**明確な目標や成長戦略を立て**
一過性に終わらせないことが**戦略的マネージメント**

- **d-1 既設設備を活用したアセットマネージメント**
 - 既設設備の通水能力余力を活用
 - **d-2 安全性向上のためのアセットマネージメント**
 - リスクの定量評価→安全対策として種々の取り組み
 - **d-3 戦略的アセットマネージメント**
 - 収益貢献、投資、優先順位、ライフサイクル・コスト分析
-
- ・熊川第一発電所(東京電力)
 - ・新黒薙第二発電所、御岳発電所(関西電力)

1-e) 不安定電力系統安定化のためのプロジェクト

- e-1 電力系統安定化

- 周波数調整能力の確保

- **奥多々良木発電所(関西電力)**

- 発電電動機を定速機から可変速機への改修

- 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。)

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

1-f)環境保全及び改善

- f-1 希少鳥類対策
- f-2 魚類対策
- f-3 堆砂、濁水対策
 - **旭ダム貯水池バイパス排砂設備プロジェクト(関西電力):**
 - 旭ダム(H=86m アーチダム:関西電力), 排砂バイパス(H=3.8m B=3.8m L=2,370m)
 - **耳川水系山須原ダム・西郷ダム通砂対策工事(九州電力):**
 - 山須原ダム(H=29m 洪水吐ゲート中央2門撤去 天端高9.3m切下げ)
 - 西郷ダム(H=20m 洪水吐ゲート中央4門撤去 天端高4.3m切下げ)
 - **西吉野第一・第二発電所 表面取水設備及び清流バイパス増設(電源開発):**
 - 清流バイパス(内径=0.4m 延長=400m 流量=0.3m³/s)
 - 表面取水装置(表面取水範囲HWL436m~EL422m 扉体幅=5m 扉高=26m Q=16.7m³/s)
 - 濁水対策フェンス設置(四国電力):
- f-4 景観および文化財保護
- f-5 産業廃棄物の3R(Reuse, Recycle, Reduce)対策

旭ダム貯水池バイパス排砂設備プロジェクト



トンネル部
 長さ: 2,350m
 勾配: 1/34
 幅: 3.8m
 高さ: 3.8m

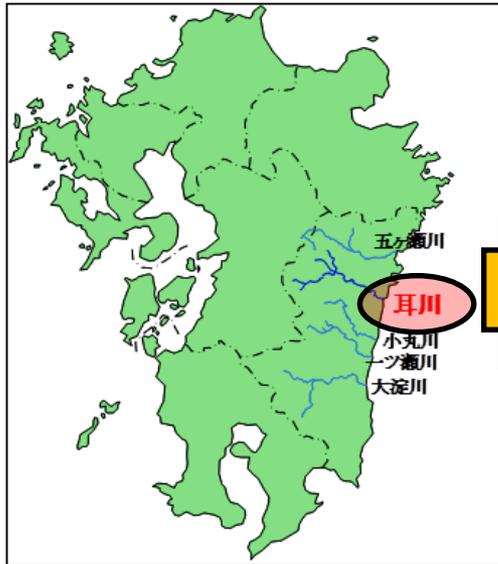
吐口部



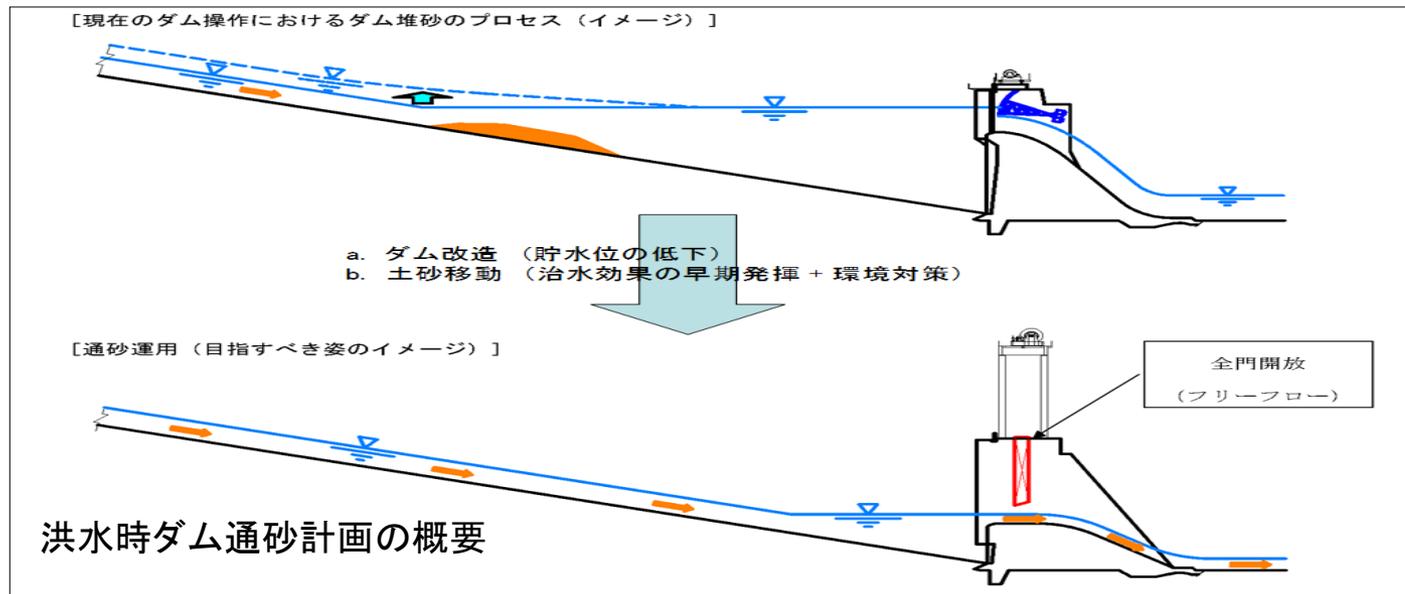
呑口部(堰)
 高さ: 13.5 m
 幅 : 45 m



水路トンネル 地質(想定)縦断面図

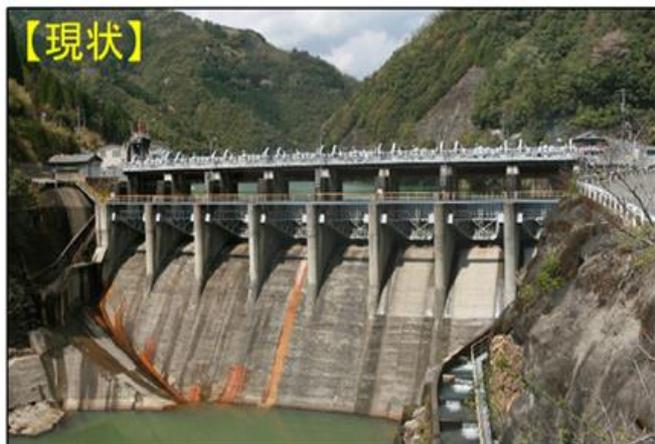


耳川水系 ダム・発電所位置図



〔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】

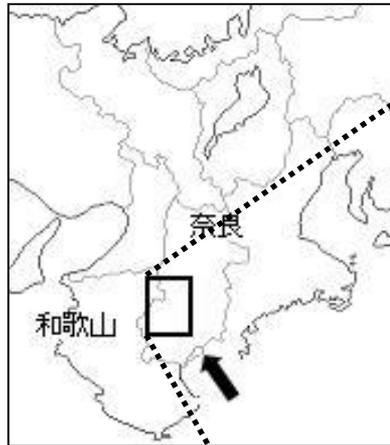


【ダム改造後（イメージ）】

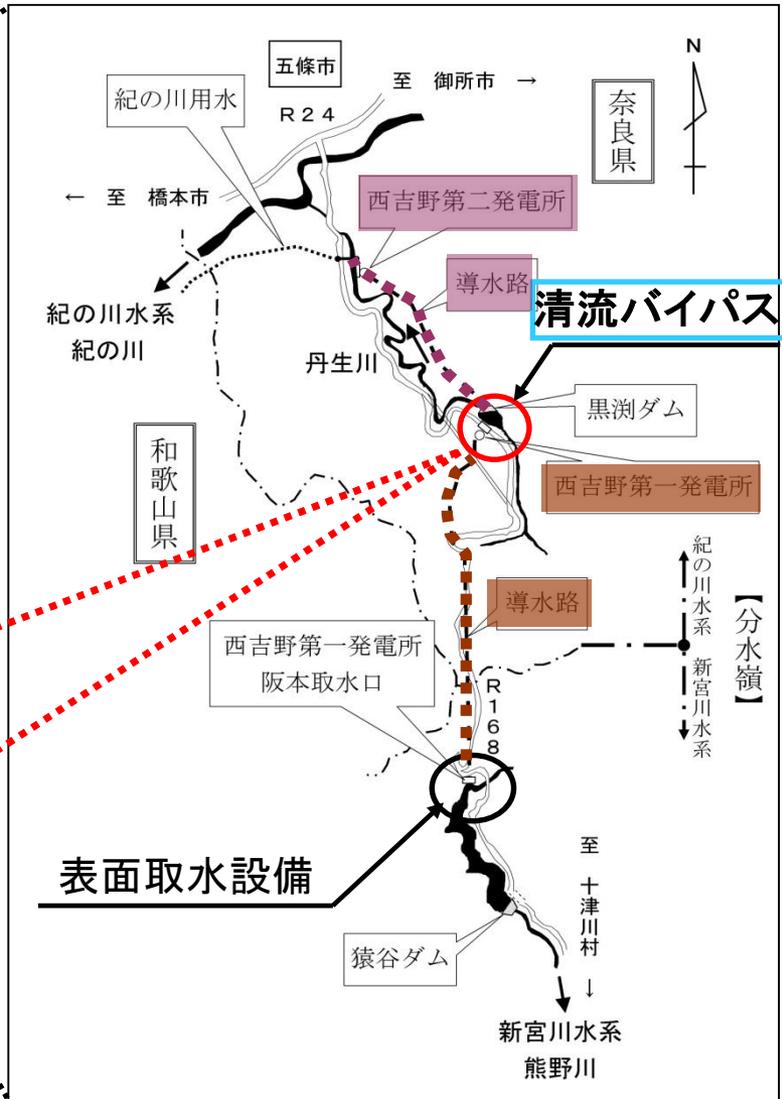
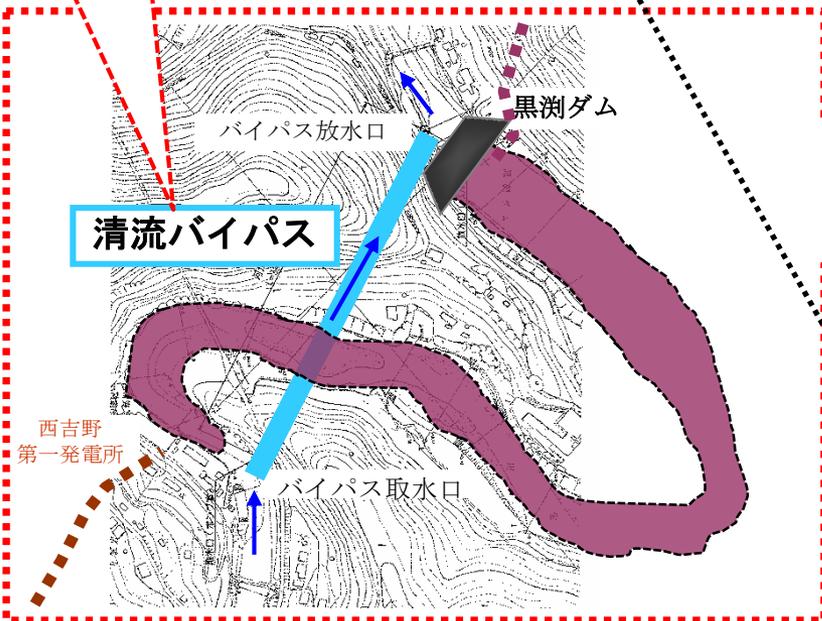


既設ローラーゲート8門のうち、中央4門を撤去後、
越流天端を約4m切り下げて、ローラーゲート2門を設置

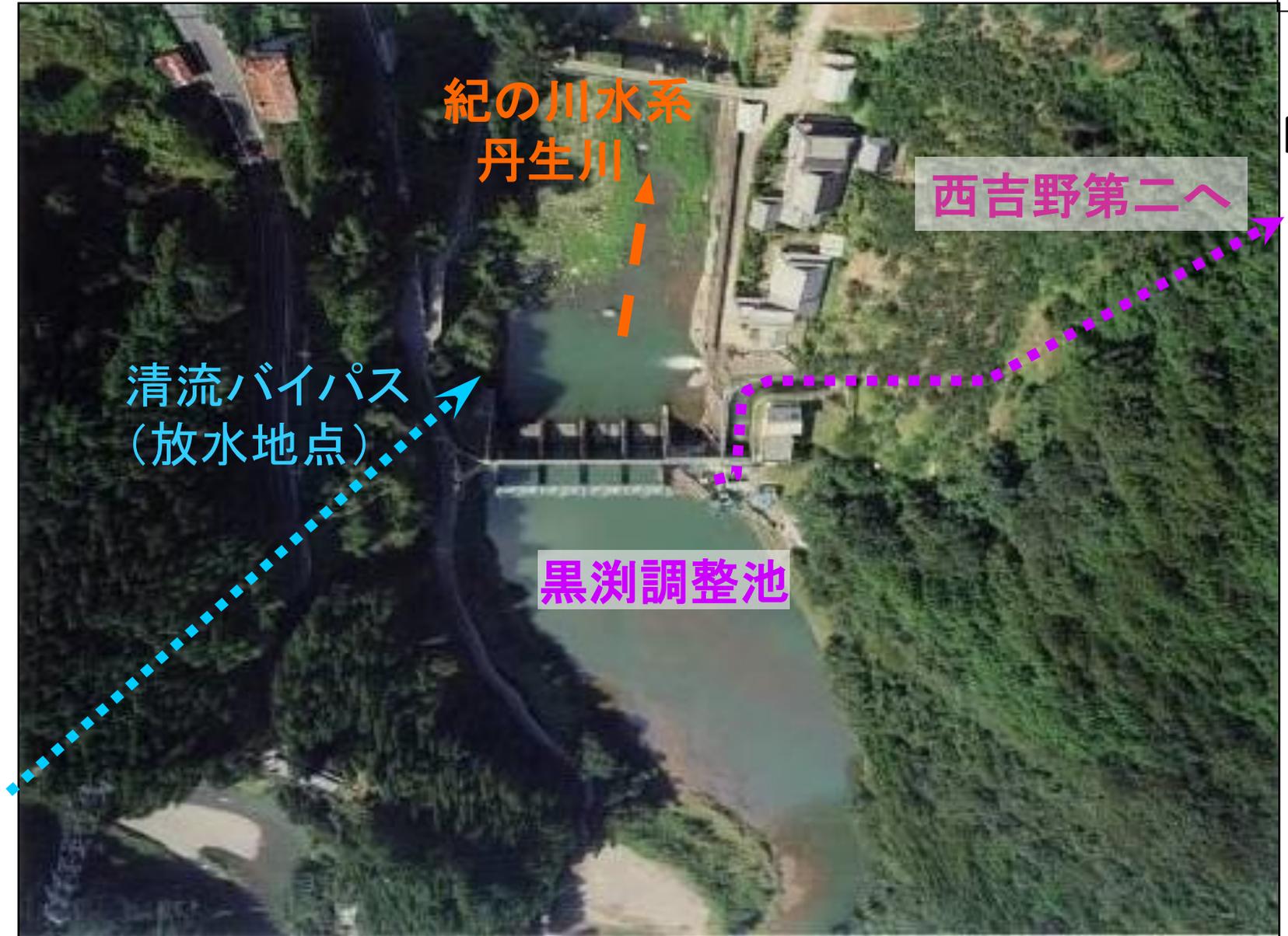
西吉野第一・第二発電所 表面取水設備及び清流バイパス増設(電源開発):



弧状推進工法による掘削
 $\Phi = 0.4\text{m}$
 $L = 400\text{m}$
 放流量 = $0.3\text{m}^3/\text{s}$



流域概要図

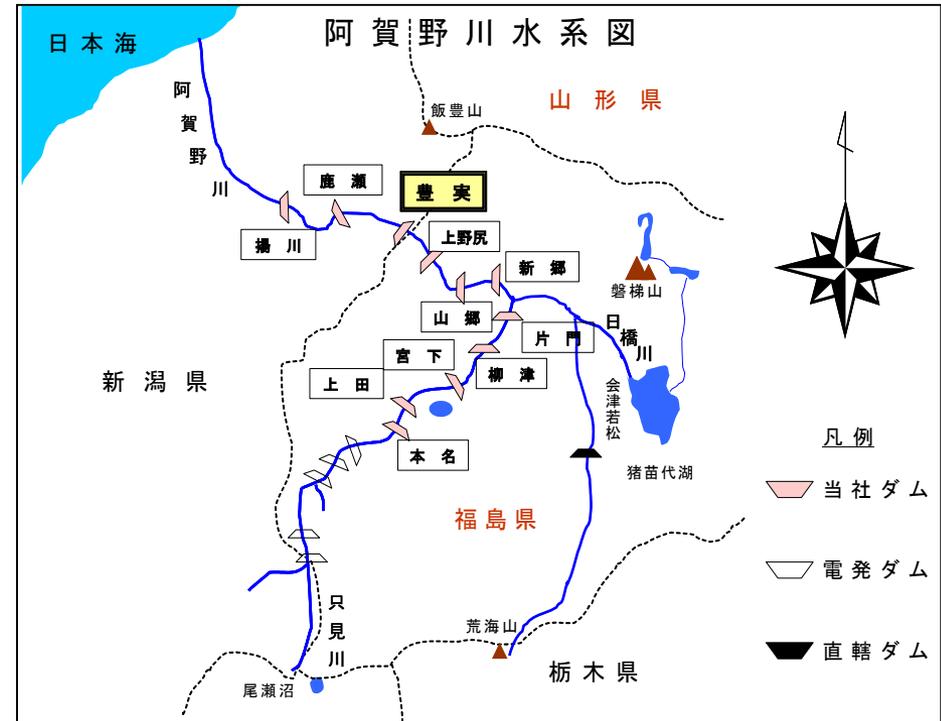


清流バイパス 放水口周辺状況写真

2-a) 電気機械装置の技術革新と適用拡大

- **a-1 出力および発電電力量増加**
 - 【水車形式および台数変更事例】
 - 【水車発電機全面更新事例】
 - 【CFDによる水車ランナ等の部分更新事例】
 - 豊実発電所(東北電力):
 - 鬼怒川発電所(東京電力):
- **a-2 メンテナンス性向上を目的とした設備更新**
 - 【流れ解析による形状変更／土砂摩耗対策を施した事例】
 - 【耐キャビテーション性能を向上させた新材料を適用した事例】
 - 【電動サーボモータ、ハイブリッドサーボモータを適用した事例】
 - 【オイルレス化、冷却水レス化を行った事例】
- **a-3 維持流量発電による発電機能の向上**
- **a-4 既設コンクリート埋設構造物を流用した一括更新工事**

事例：豊実発電所（東北電力）



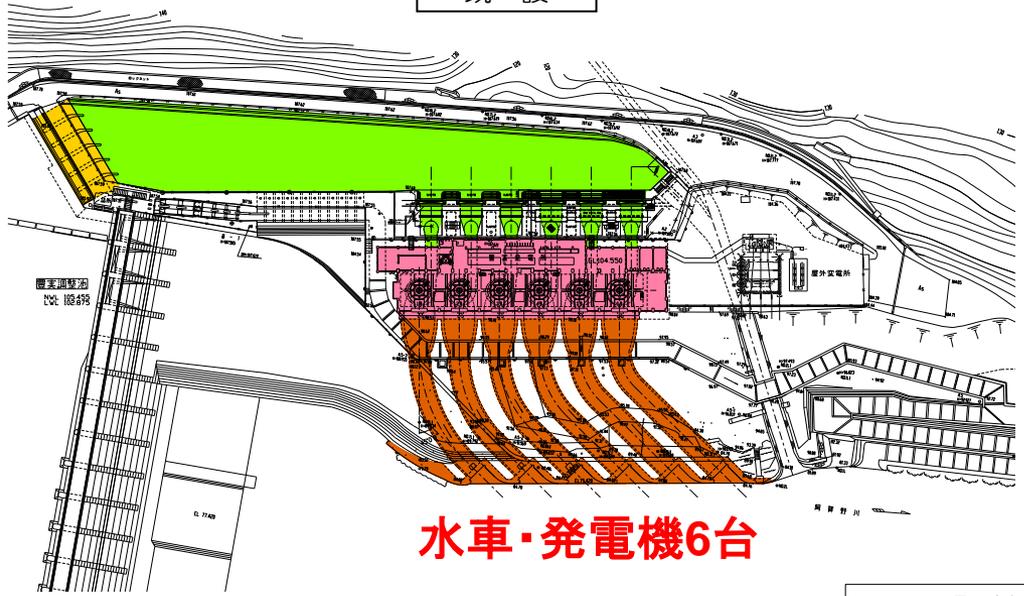
所在地：新潟県東蒲原町（阿賀野川水系中流部）

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)

既設



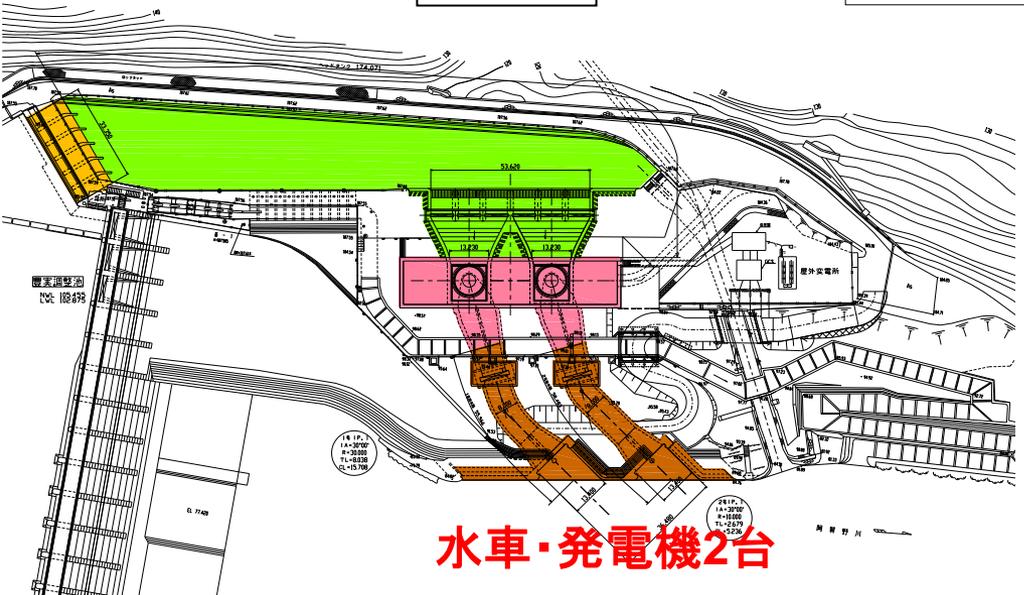
水車・発電機6台



改修計画

凡例

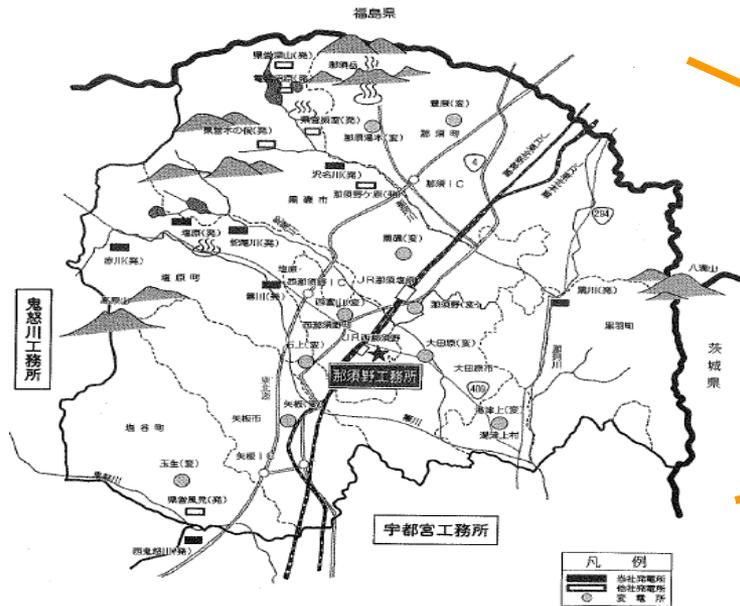
- 取水口
- 導水路・水槽
- 発電所
- 放水路



水車・発電機2台

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)

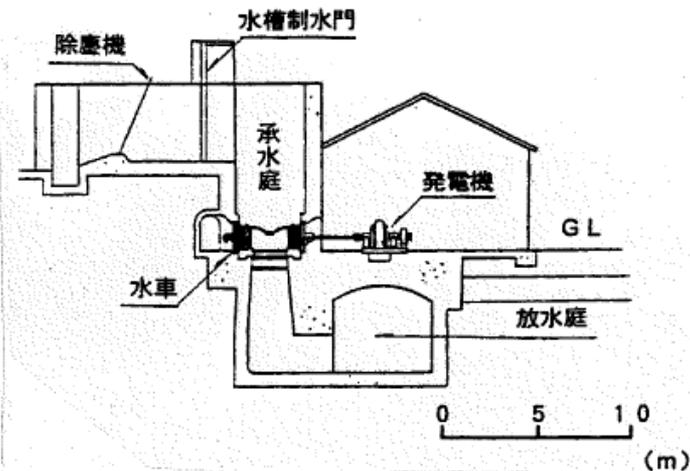
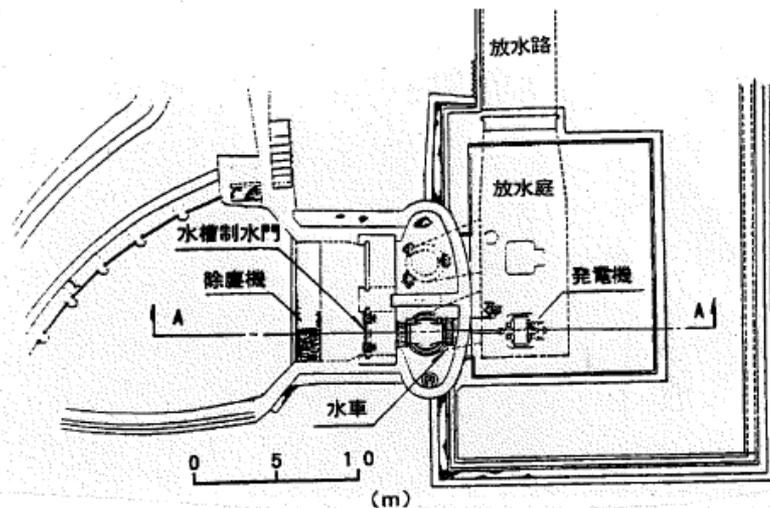
出力：1,000kw(昭和3年5月運転開始)



- ・**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型チューブラ水車に更新(出力:1,200KW)

西鬼怒川発電所リフレッシュ前後の平面図と断面図

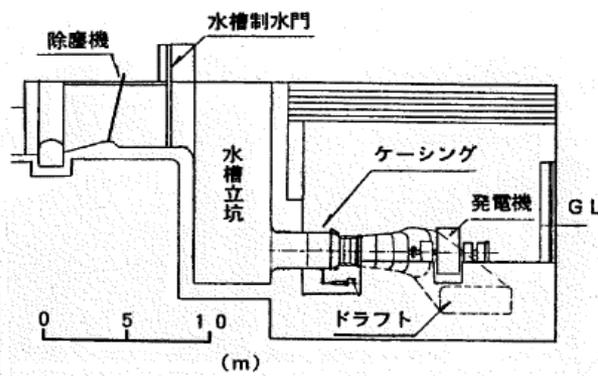
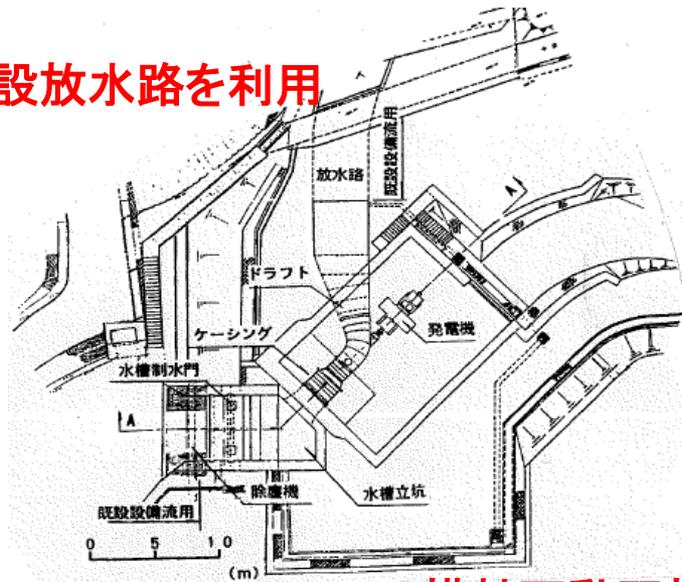
(リフレッシュ前)



(リフレッシュ後)

横軸露出型複輪フランス水車(580kW)2台

既設放水路を利用



横軸可動羽根S型チューブラ水車(1.2MW)1台

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)



2-b) 保護と制御に関するシステムの改良

- b-1 一般水力発電所制御機器の更新
- b-2 揚水発電所制御装置の更新
- b-3 汎用マイクロ水車発電機を制御方法で
狭隘設置場所に適合
 - ・城山発電所(神奈川県企業庁)
 - ・蔭平発電所(四国電力)

• c-1 既設ダムの改造

- 通砂機能の付加や水資源の更なる有効利用
 - 耳川水系山須原ダム・西郷ダム通砂対策工事(九州電力):
 - 山須原ダム(コンクリート重力式、高さ29.4m、堤頂長91.1m)
 - 西郷ダム(コンクリート重力式、高さ20.0m、堤頂長84.5m)の改造
 - 帝釈川ダム保全対策(中国電力):
 - 帝釈川ダム(コンクリート重力式、高さ62.4m、堤頂長35.9m)の改造

• c-2 既設ダムゲート設備及び水路橋(水管橋)の耐震性能向上対策

- 既設ダムゲート設備の耐震裕度向上事例
 - **既設管理橋を活用したダム水門柱の耐震裕度向上工法の開発(中部電力):**
 - 笹間川ダム(ラジアルゲート2門、高さ11.8m、幅9.0m)他4ダムのダム水門柱の耐震裕度向上
 - 神一・神二・仏原ダムラジアルゲート取替工事(北陸電力):
 - 屈足ダム洪水吐ゲート耐震補修:

• c-3 既設取水堰の改修

• c-4 水圧鉄管への新材料の採用

• c-5 既設設備の再利用

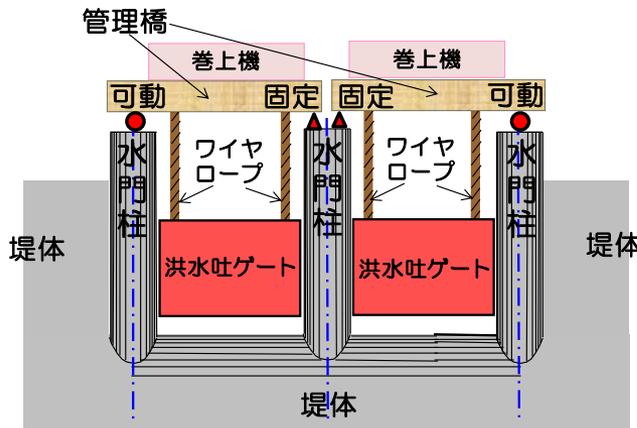
既設管理橋を活用したダム水門柱の耐震裕度向上工法の開発(中部電力):

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

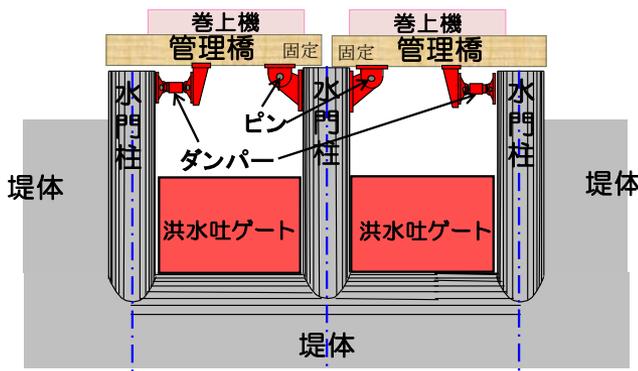
対策: 洪水吐ゲート上部の既設管理橋の可動支承部で、**常時は変位を許し、地震と同時に固定する高減衰ダンパー**特殊適用法により、**既設管理橋を水門柱耐震部材として活用**

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

2-d) 他の再生可能エネルギーの水力発電システムへの統合

- d-1 水力発電所における他の再生可能エネルギーの統合
 - 利賀川第二発電所におけるハイブリッド電源システムを利用したゲート制御(関西電力):
 - (太陽光発電84W×4枚、風力発電1,000W×1台、バッテリー12V×108Ah×8個)

太陽光・風力発電設置状況(利賀川第二発電所)



おわりに

- これからの日本の電力供給は甚だ不透明であるが、低炭素社会に向けて、再生可能エネルギーの比率が高まるであろうことは疑いのないところ。
- 資源の乏しいわが国であればこそ、貴重な水力エネルギーを最大限有効活用することが求められるのではないか。
- 先人から引き継いだ知恵と世界の情報をフルに活かして、日本に合った電力供給システムの構築に貢献していきたい。

ご清聴ありがとうございました。