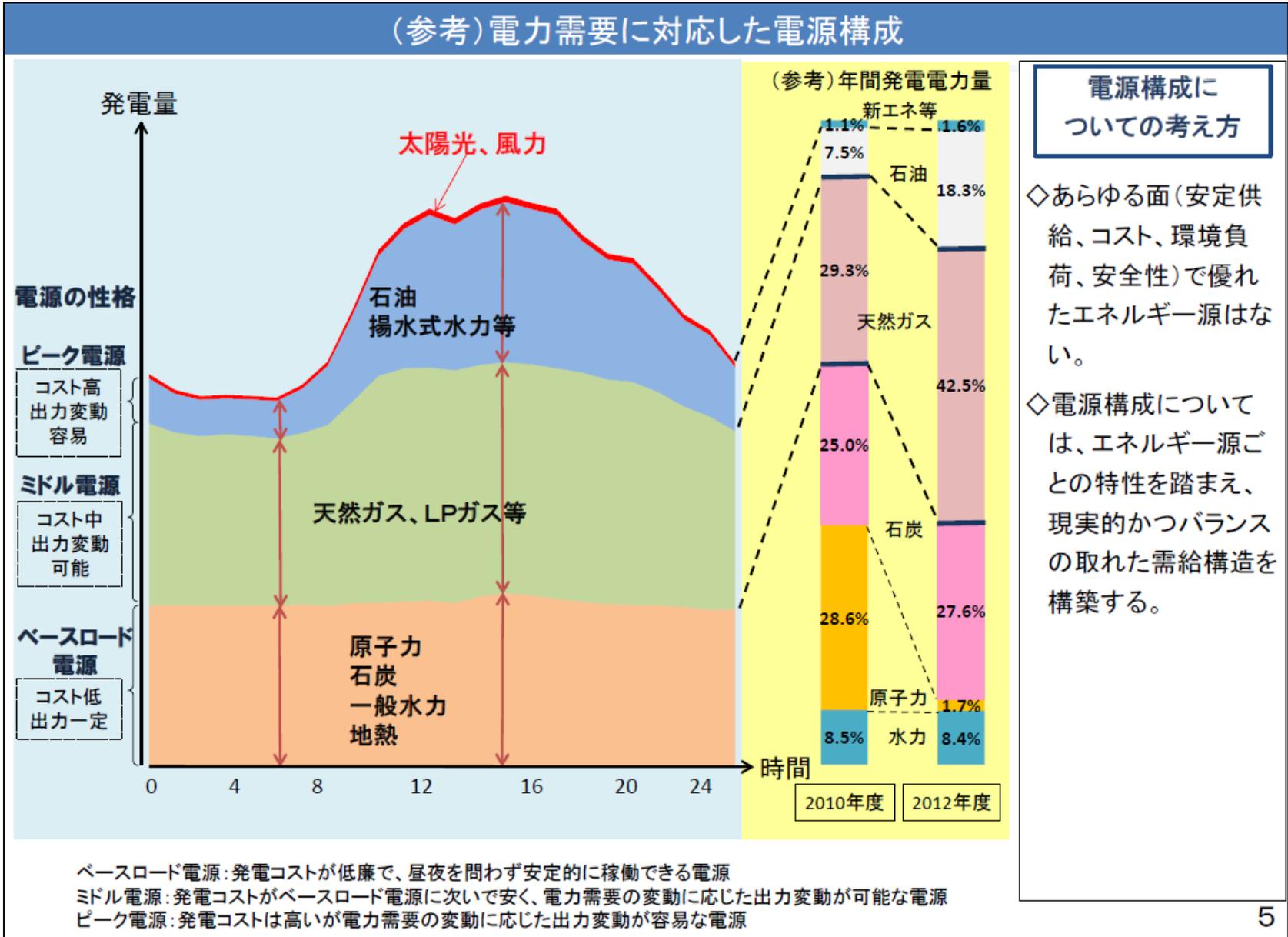


電気事業をめぐる状況について

平成29年6月

北海道電力株式会社

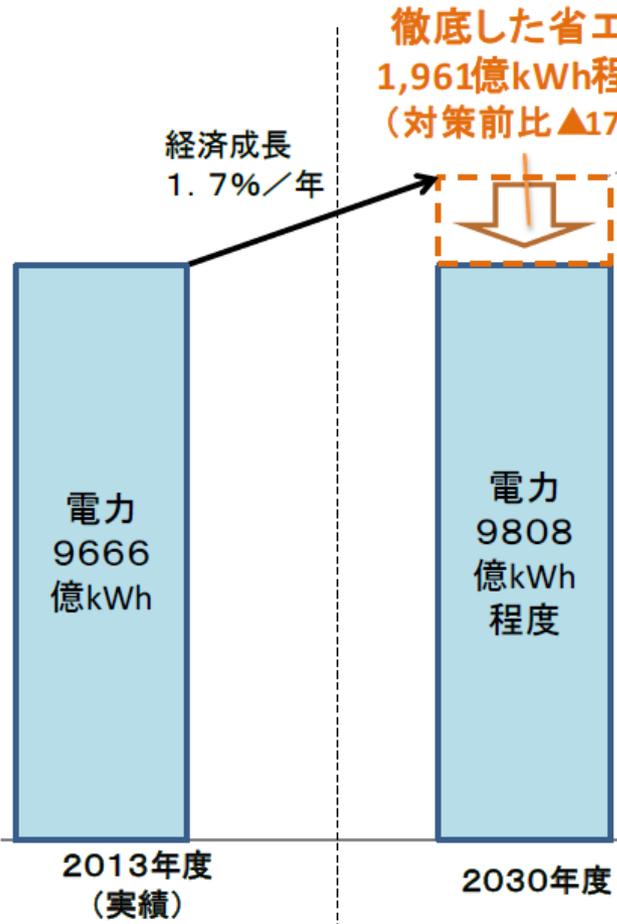
国における電源構成の考え方



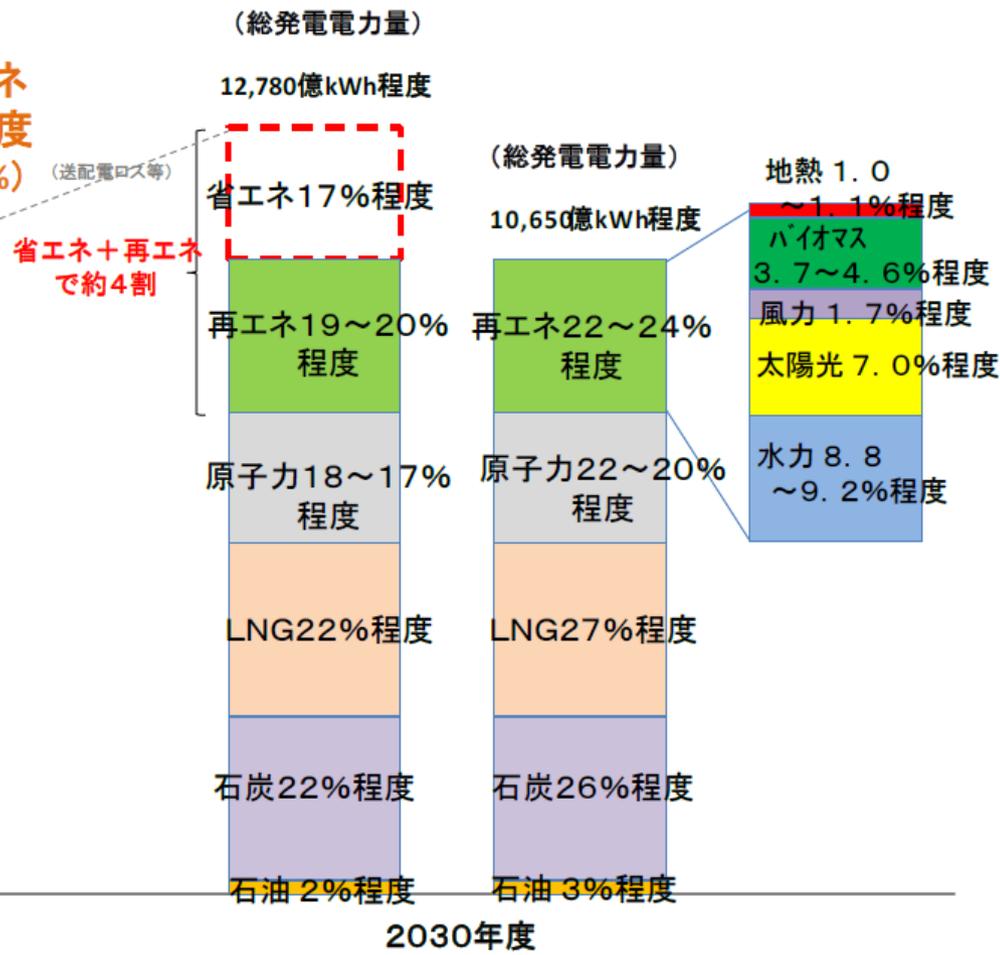
エネルギーミックス

・平成27年7月、総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会「長期エネルギー需給見通し小委員会」における議論を経て、国の「エネルギーミックス」が決定。

電力需要



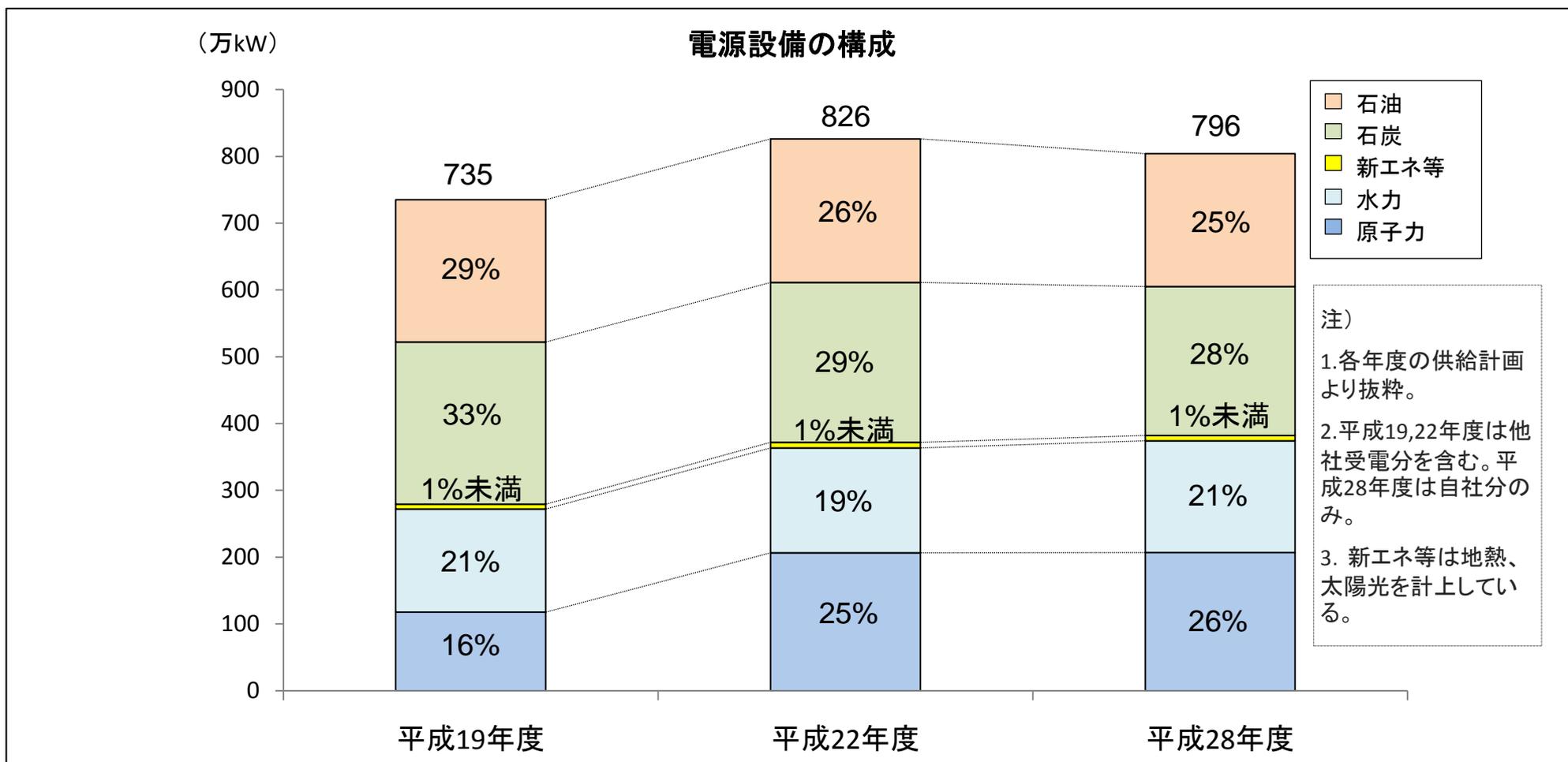
電源構成



平成27年7月 経済産業省『長期エネルギー需給見通し』から抜粋

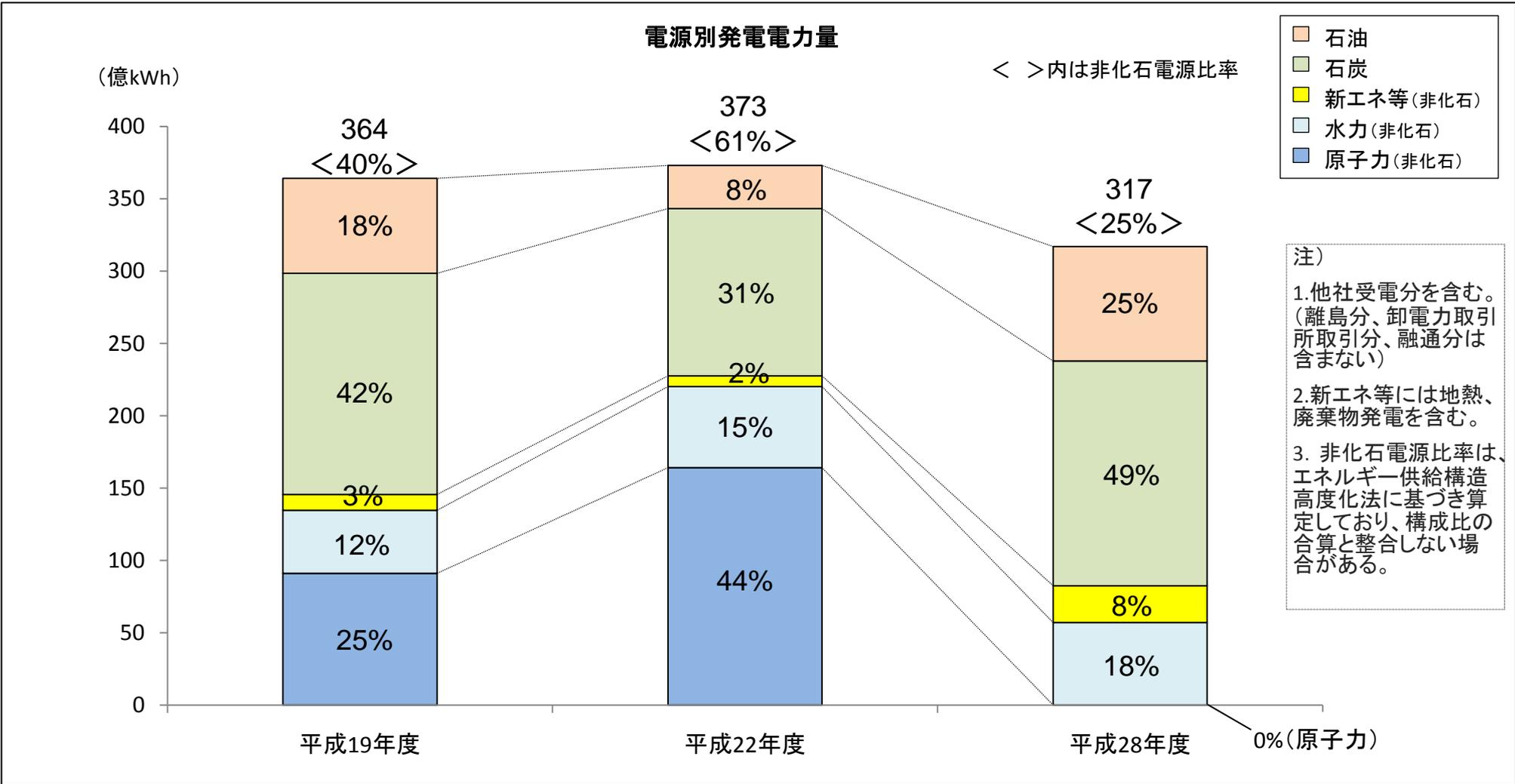
当社の電源設備の構成

- 電力の長期的な安定供給を確保できること、経済性に優れ、長期的な価格安定性を有していること、地球環境保全に配慮することを基本とし、時々刻々と変化する需要に合わせ、ベース、ミドル、ピークといった様々な特性を持つ電源を組み合わせることを考慮。
- その結果、平成21年度の泊発電所3号機運転開始後の電源設備構成は、水力、石炭火力、石油火力、原子力がそれぞれ約1/4～1/5程度。



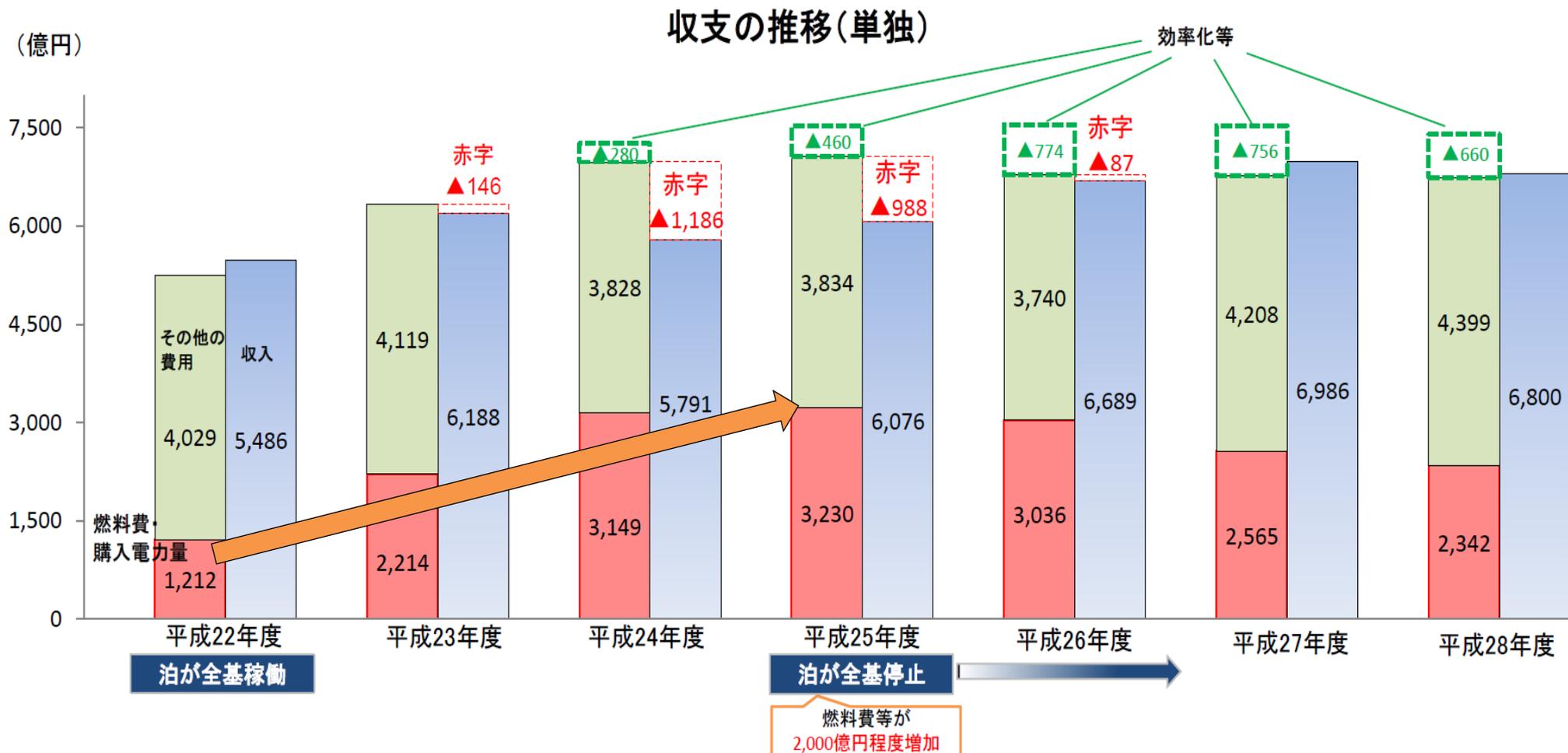
当社の発電電力量の構成

- 平成21年度の泊発電所3号機運転開始後、発電電力量に占める非化石電源比率は50%を超え、低炭素社会の実現に寄与。
- 震災以降、泊発電所の全基停止が続いていることで発電電力量に占める火力発電の割合が増加（平成22年度＝39%、平成28年度＝74%）している状況。



当社の収支状況

- 泊発電所が全基稼働し、道内で使われる電気の4割を担っていた平成22年度と比べると、平成25年度以降は原子力の稼働がゼロとなり、火力の割合は4割から7～8割まで増加したことで、燃料費・購入電力料は、平成25年度には約3,200億円（約2千億円の増加）までに達し、以降、高止まりが継続。



火力発電設備の震災特例措置による定期点検の繰り延べ状況

- ・火力発電所は、設備の健全性を確保・確認するため、電気事業法に基づき原則ボイラーは2年に1回、タービンは4年に1回の頻度で定期点検を実施。
- ・泊発電所停止から平成28年度までにおいて、供給力確保のため、これまで13基のユニットを震災特例措置により定期点検を繰り延べている。昨冬は当社最大の火力発電機である苫東厚真4号機のタービン点検を繰り延べ、供給力を確保。

【震災特例措置による定期点検の繰り延べ状況】

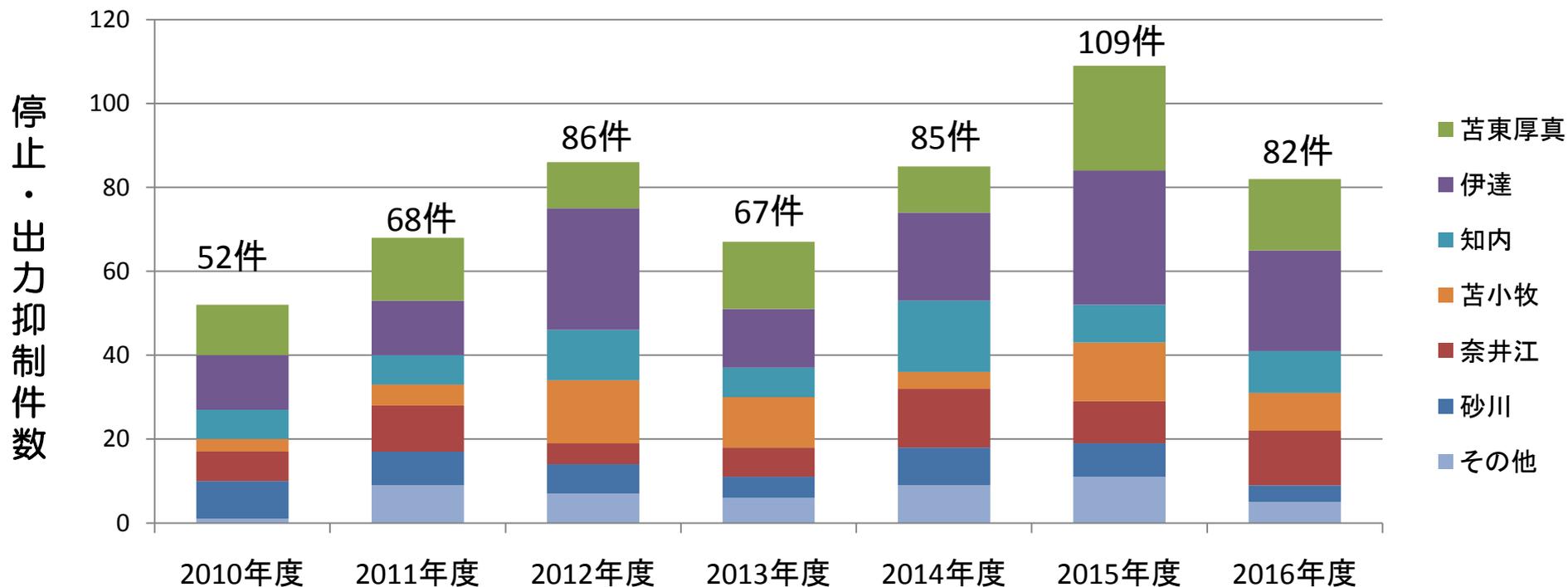
ユニット (定格出力[万kW])	前回点検期間 上段：開始日、下段：終了日	2012年度				2013年度				2014年度				2015年度				2016年度				
		4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	
砂川3号機 (12.5)	2016年4月1日																					
	2016年7月25日																					
砂川4号機 (12.5)	2015年4月4日																					
	2015年6月30日																					
奈井江1号機 (17.5)	2015年6月15日																					
	2015年9月26日																					
奈井江2号機 (17.5)	2016年8月5日																					
	2016年11月22日																					
苫東厚真1号機 (35)	2016年8月17日																					
	2016年11月28日																					
苫東厚真2号機 (60)	2016年4月1日																					
	2016年8月8日																					
苫東厚真4号機 (70)	2015年4月1日																					
	2015年7月11日																					
苫小牧1号機 (25)	2016年4月30日																					
	2016年8月19日																					
伊達1号機 (35)	2014年7月17日																					
	2014年10月3日																					
伊達2号機 (35)	2013年6月25日																					
	2013年10月10日																					
知内1号機 (35)	2016年4月7日																					
	2016年7月4日																					
知内2号機 (35)	2015年7月12日																					
	2015年11月20日																					
苫小牧共同火力3号機 (25)	2015年6月1日																					
	2015年10月29日																					

：定期点検による停止期間(中間点検含む)
 ：定期点検期限
 ：震災特例措置による定検延長期間

火力発電設備の停止・出力抑制実績

- ・需給見通しに織り込んでいない火力発電設備の停止および出力抑制件数（緊急設置電源を除く）は2016年度の合計で**82件**。
- ・きめ細やかな点検・補修に努めているものの、震災前の2010年度と比較すると、利用率増加・定期点検繰り延べの影響による不具合等（復水器海水漏れ込み、電気式集じん装置不具合等）により、停止・出力抑制件数が増加して現在も高止まりの状況が継続。
- ・今後も火力発電設備の高稼働運転が想定されるため、停止・出力抑制や、複数台の同時停止等による安定供給への影響が懸念される。

【停止・出力抑制発生件数】



再生可能エネルギー導入量

- ・当社は、水力発電をはじめ風力発電や太陽光発電など、再生可能エネルギーの導入拡大に積極的に取り組んでおり、2016年度において**当社の電力量に占める再生可能エネルギーの割合は25%程度**。
(国の電源構成目標における再生可能エネルギーの比率は、2030年で22~24%)
- ・系統規模の小さい北海道においては、風力発電や太陽光発電の出力予測精度の向上や出力制御方法の確立などに取り組むことで、風力・太陽光発電の最大限の活用と電力品質の維持の両立を図るとともに、「風力発電の導入拡大に向けた実証試験」、「大型蓄電システム実証事業」、「家畜系バイオマス発電に係る研究開発」、「小規模木質バイオマス発電実証事業」を着実に進めるなど、再生可能エネルギーのさらなる導入拡大に努める。

道内の再生可能エネルギーの導入量

(FIT導入前年度末対比 ※導入は2012年7月)
(万kW)

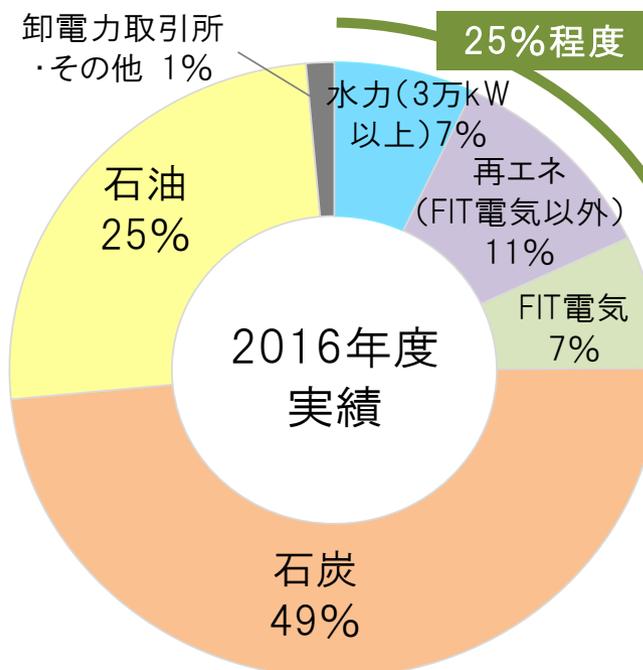
発電種別	2012.3末	2017.3末
太陽光	10.4	115.1
風力	28.9	35.0
水力	159.9	164.2
地熱	2.5	2.5
バイオマス	6.9	19.9
合計	208.6	336.7

※離島を除く道内系統に連系する発電設備の容量の合計。

※小数点第2位で四捨五入しており、合計が合わない場合がある。

当社の電力量の構成

2016年度の電力量に占める再生可能エネルギーの割合は、25%程度。



※グラフは、『電力の小売営業に関する指針』(経済産業省 平成28年1月制定・同年7月改訂)に基づき作成。

※自社電源の発電電力量と他社購入分の受電電力量の合計(離島分を含まない)。

※「水力(3万kW以上)」には純揚水式を含めていない。

※「FIT電気以外の再エネ」には水力(3万kW未満)・太陽光・風力・バイオマス・地熱を含む。

※「卸電力取引所・その他」には、卸電力取引所からの調達分のほか、純揚水式水力・廃棄物を含む。なお、卸電力取引所からの調達分には、水力・火力・原子力・FIT電気・再生可能エネルギーなどが含まれる。

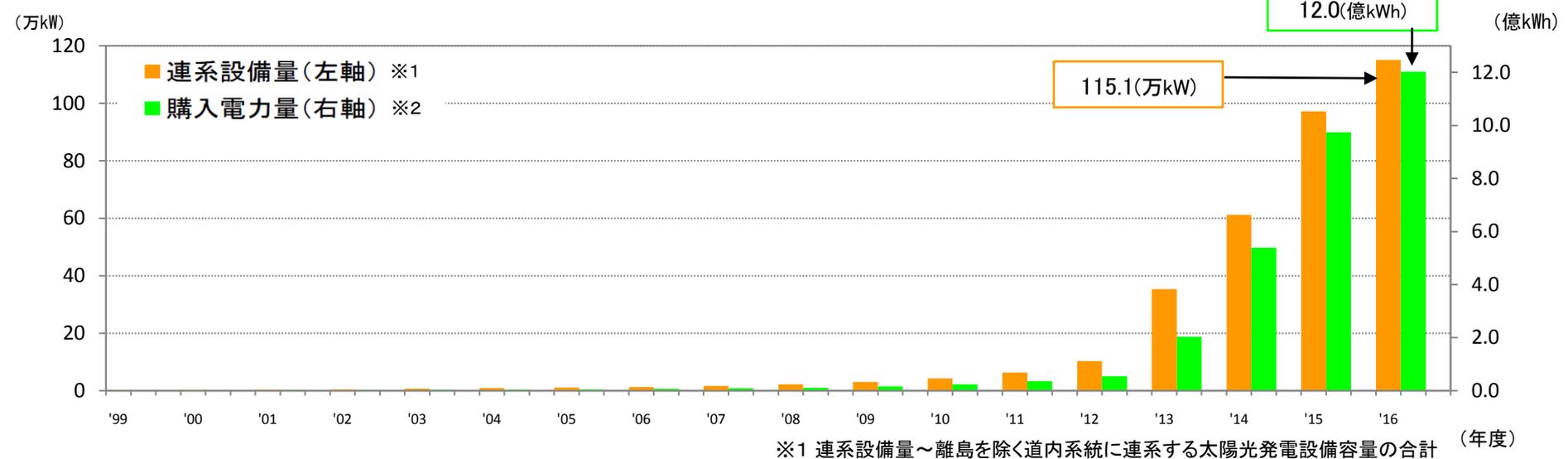
※当社がFIT電気を調達する費用の一部は電気をご利用の全ての皆さまから集めた賦課金により賄われており、火力発電などを含めた全国平均の電気のCO₂排出量を持つ電気として扱われる。

※当社の2015年度のCO₂排出係数(調整後)は0.676kg-CO₂/kWh(2016年度実績は現在集計中)。

太陽光発電の導入状況

- 太陽光発電は家庭用を中心に導入が進んでいたが、固定価格買取制度の開始(2012年度)により連系申込が急増(設備認定量 約246.7万kW、申込量 約210万kW)。
- 指定電気事業者制度の下、需給調整面の接続可能量(117万kW)を超える連系については、無補償での出力制御に同意いただくことを前提に受入を継続。

■ 太陽光発電の導入状況



※1 連系設備量～離島を除く道内系統に連系する太陽光発電設備容量の合計
 ※2 購入電力量～他社からの購入電力量

【申込状況(電圧別)】

連系電圧		申込状況 (3/31現在)	設備認定量※1
特別高圧・高圧	500kW以上	153.6万kW (約600件)	164.1万kW
	[再掲] 特別高圧	81.8万kW (約40件)	
高圧	500kW未満	12.9万kW (約500件)	82.6万kW
低圧	10kW以上50kW未満	27.8万kW (約7,900件)	
	10kW未満	15.7万kW (約31,700件)	
合計		210.0万kW(約40,700件)	246.7万kW

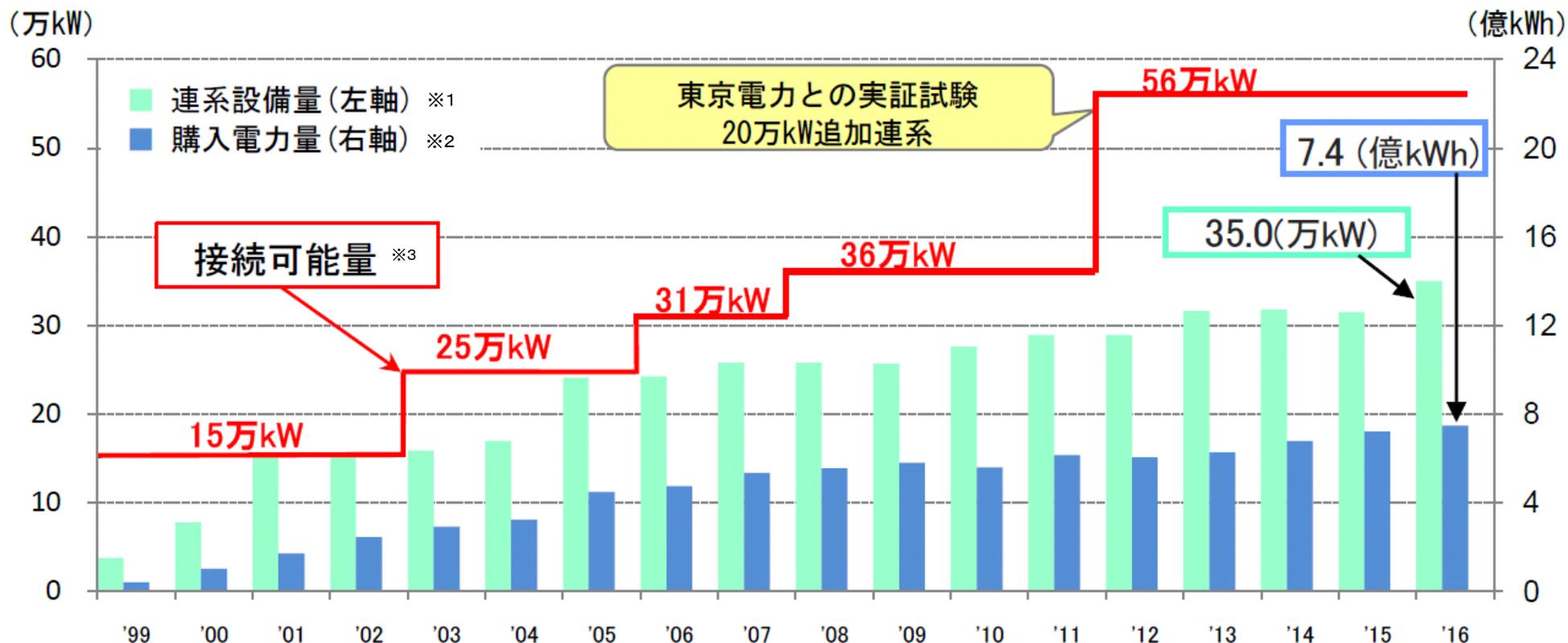
※1 2016.11末現在(経済産業省資源エネルギー庁公表値)

風力発電の導入状況

- 風力発電については、周波数調整面の制約*から出力変動による電力系統への影響を評価しながら段階的に導入を拡大。
- 指定電気事業者制度の下、需給調整面の接続可能量（36万kW：東京電力との実証試験分20万kWは除く）を超える連系については、無補償での出力制御に同意いただくことを前提に受入れを継続。

※周波数調整面の制約：再エネの出力変動によって発生する周波数変動の調整が可能か。

■ 風力発電の導入状況



※1 連系設備量～離島を除く道内系統に連系する風力発電設備容量の合計

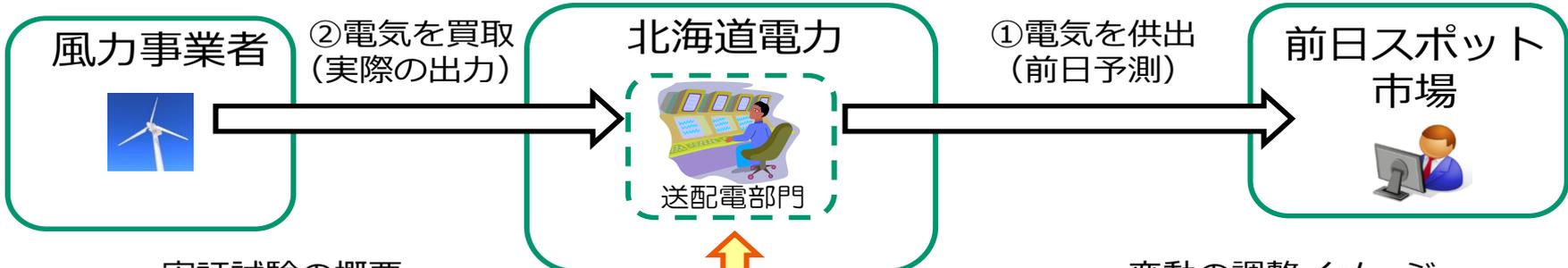
※2 購入電力量～他社からの購入電力量

※3 接続可能量～周波数調整面の制約による接続可能量

風力発電の導入拡大に向けた「東京電力」との実証試験

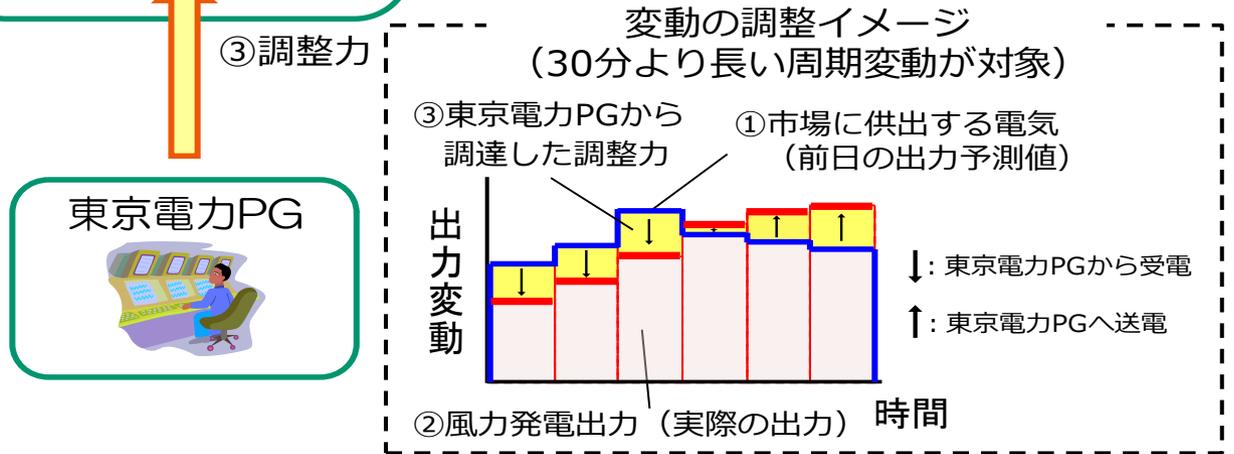
- ・ 風力発電の導入拡大に向けた新たな取り組みとして、東京電力パワーグリッド(株)（東京電力PG）と共同で既設地域間連系線を利用した実証試験を実施する。
- ・ 本実証試験では、地域間連系線を通じて東京電力PGの調整力を活用する。
- ・ 本実証試験にあたり、2011年12月に20万kWの風力発電募集を実施（2017年2月に未達分6.35万kWの追加募集を実施）。
- ・ 2017年度以降、実証試験を開始予定。

○実証試験スキーム概要



----- 実証試験の概要 -----

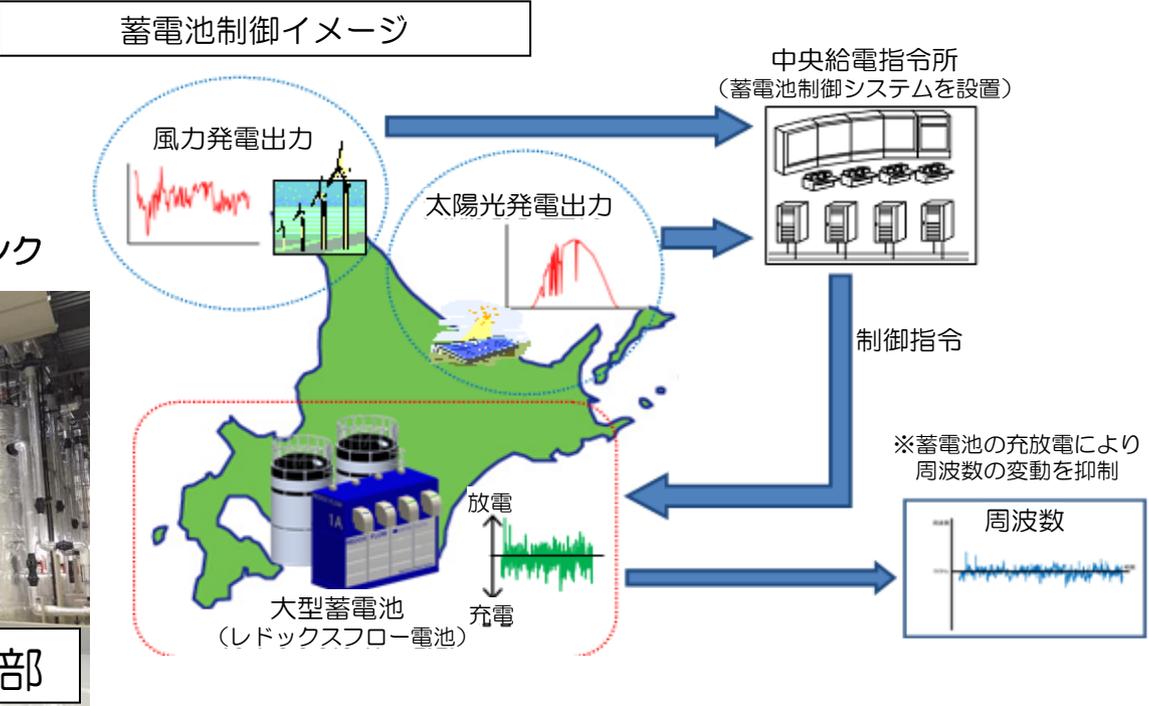
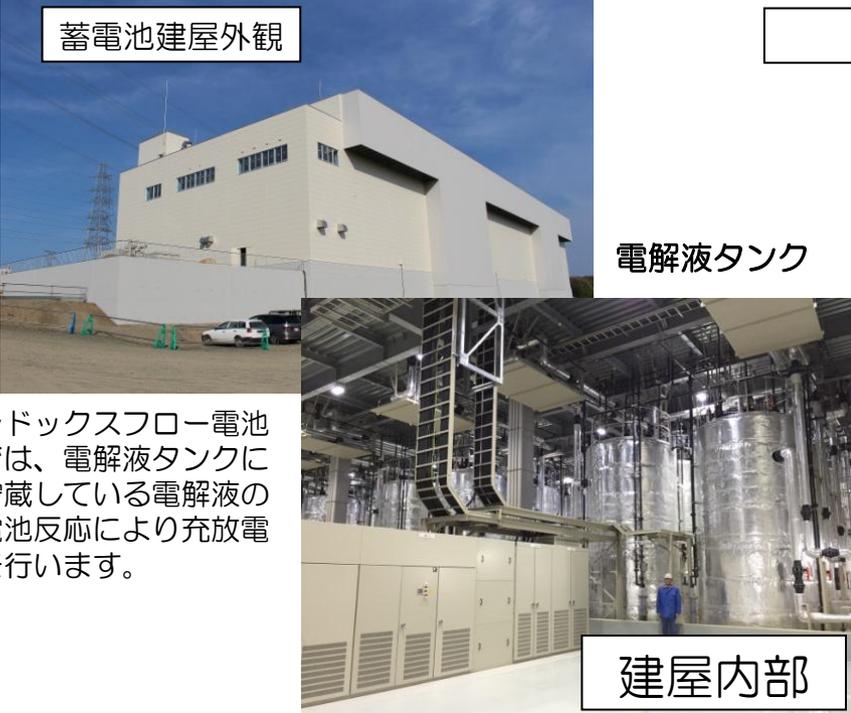
- ・ 北海道電力は出力予測値（30分値）に基づいて、前日スポット市場に供出（①）
- ・ 市場に供出する電気（①）と実需給断面の実際の風力発電出力（②）の差分に対する調整に、地域間連系線を介して東京電力パワーグリッド（東京電力PG）の調整力（③）を活用



※30分より短い周期の変動は北海道エリア内の調整力で対応

大型蓄電システムの実証事業

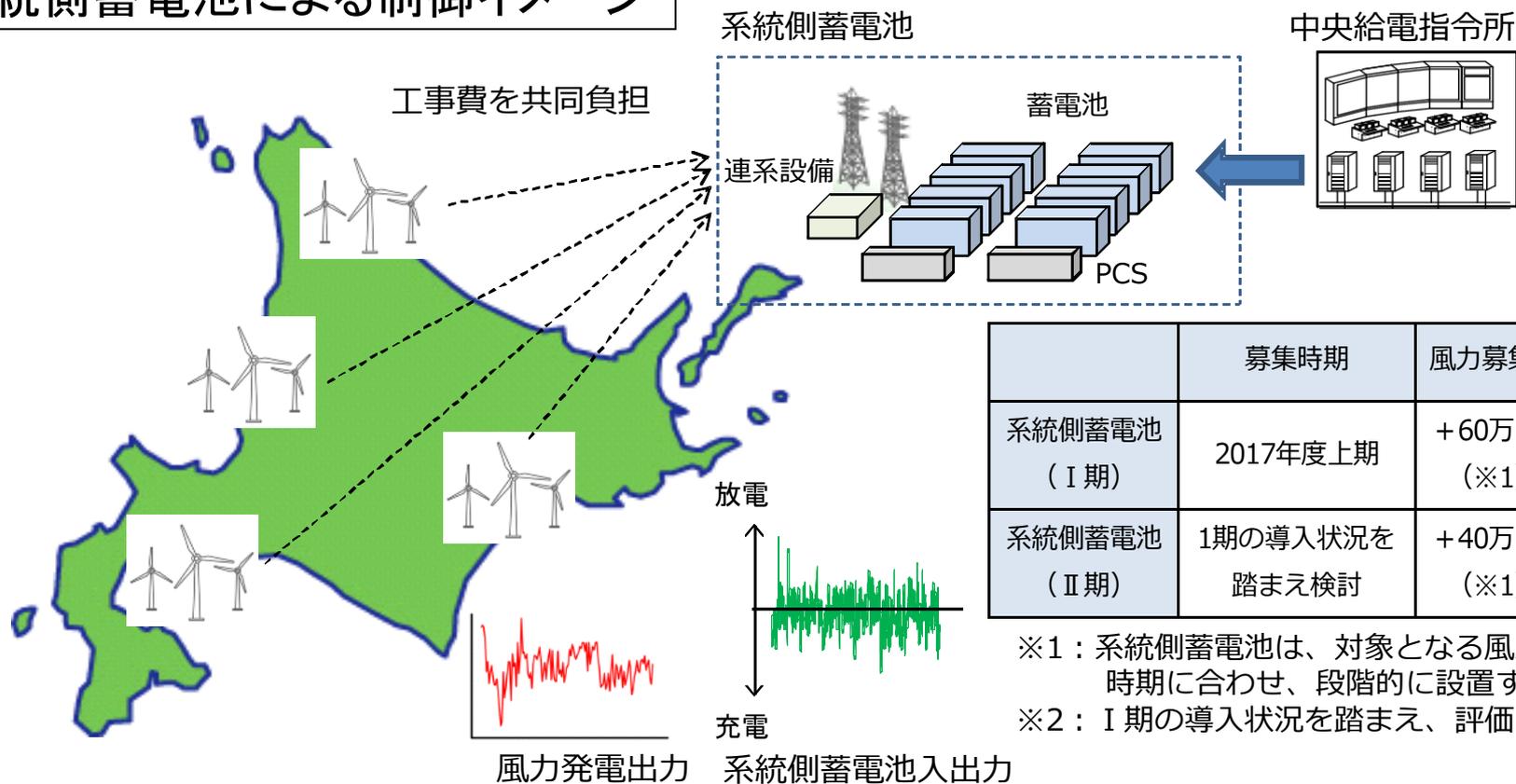
設置場所	北海道電力 南早来変電所 (北海道勇払郡安平町)
実証設備	レドックスフロー電池 定格出力：15,000kW 蓄電容量：60,000kWh
実証期間	2013年度～2018年度 (2015年12月25日に設備の運用を開始。2018年度まで実証試験を実施)
実証項目	<ul style="list-style-type: none"> 蓄電池を周波数調整用電源とみなした周波数変動抑制制御手法の開発 蓄電池による余剰電力(下げ代)対策運転手法の開発 レドックスフロー電池の性能評価 等



風力発電の導入拡大に向けた系統側蓄電池の活用

- ・系統側蓄電池に係る費用を事業者が共同負担することを前提に、新たに100万kW（Ⅰ期60万kW、Ⅱ期40万kW）の風力発電の募集を開始する。
- ・Ⅰ期については、技術的に確実性が見込める規模として、風力拡大量を60万kWとし、系統側蓄電池（9万kW程度、36万kWh程度）を設置する。
- ・導入後1年程度の実績を踏まえ、評価、検証を実施、Ⅱ期の40万kW（計100万kW）の導入拡大について、検討を進めていく。

系統側蓄電池による制御イメージ



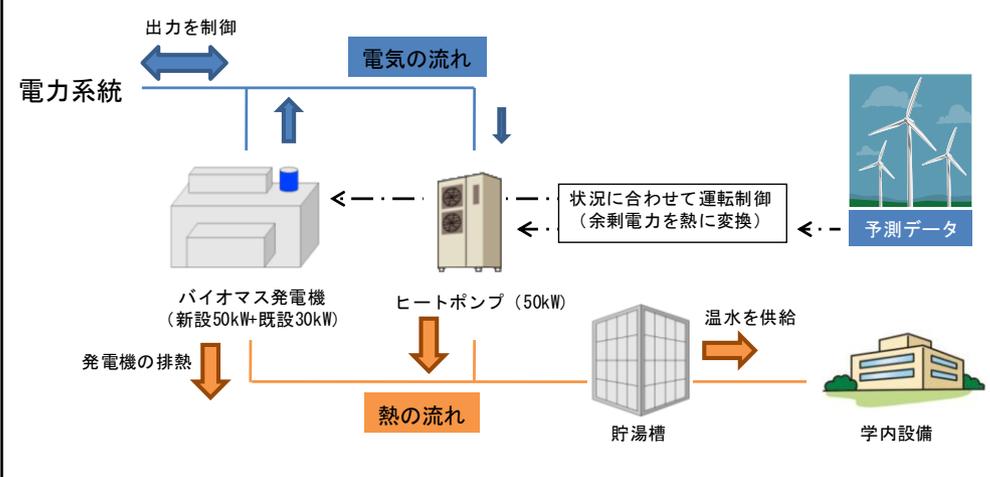
	募集時期	風力募集量	蓄電池容量目安
系統側蓄電池 (Ⅰ期)	2017年度上期	+60万kW (※1)	9万kW-4h程度
系統側蓄電池 (Ⅱ期)	1期の導入状況を 踏まえ検討	+40万kW (※1)	6万kW-4h程度 (※2)

※1：系統側蓄電池は、対象となる風力発電の連系時期に合わせ、段階的に設置することも検討
 ※2：Ⅰ期の導入状況を踏まえ、評価、検証を実施

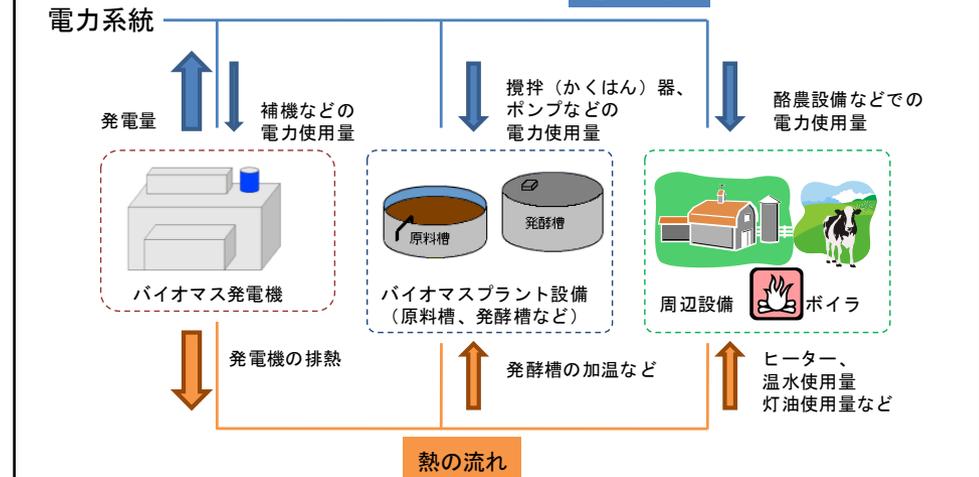
家畜系バイオマス発電に係る研究開発

- ・北海道の基幹産業である畜産業とも密接に関係し、地域に根ざしたエネルギーである家畜系バイオマス発電の出力制御に係る研究開発に取り組んでいる。
- ・家畜系バイオマス発電は、現在まで連系実績が少なく、出力の特性を把握し、電力系統への影響を評価していくことが必要。
- ・家畜系バイオマス発電は、電気と熱の併給により熱も含めた蓄エネルギーが可能であり、本研究開発では、電気と熱を効率的に制御することで、出力制御技術の開発とエネルギーの有効利用方策の検討を進める。
- ・研究期間：2014年度～2018年度

実証プラントでの研究開発 (酪農学園大学構内)



大規模プラントでの研究開発 (鹿追町、別海町)



※本研究開発は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の「電力系統出力変動対応技術研究開発事業」の一つとして、当社と北海道大学が共同で実施。

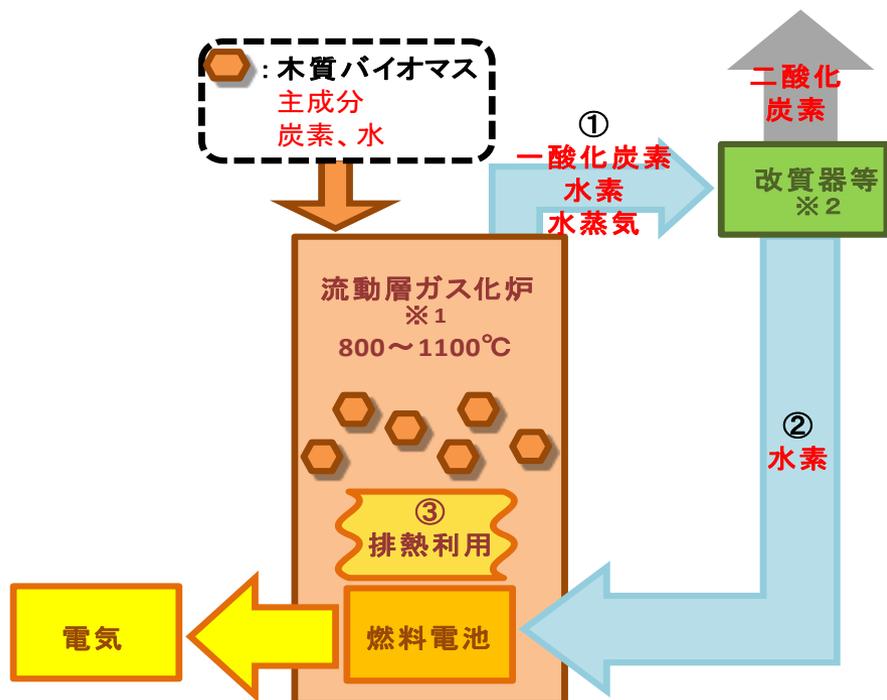
水素を活用した小規模木質バイオマス発電実証事業

- ・地域に根ざした再生可能エネルギーの導入拡大に向けて、2016年度から水素を活用した新たな技術の開発を目指す「小規模木質バイオマス発電実証事業」に取り組んでいる。
- ・従来の木質バイオマス発電の多くは、石炭火力発電と同様に蒸気タービン式の発電システムを採用しており、小規模では発電効率が低下することが課題。
- ・本実証事業では、木質バイオマスをガス化および改質することで「水素」を生成し、燃料電池で発電する“高効率発電システム”を構築するとともに、燃料電池から発生する排熱を回収・活用することで、全体のエネルギー効率向上を目指す。

[発電効率50%以上、総合エネルギー効率70%以上]

- ・2016年度は当社総合研究所でガス化炉の試運転を行っており、2017年度から倶知安町でガス化効率を上げるなどの実証試験を行っていく予定。
- ・実施期間： 2016年度～2019年度

【小規模木質バイオマス発電実証システムの概要】



- ① 木質バイオマス（チップ等）を蒸し焼きにして一酸化炭素や水素などを生成。
- ② 一酸化炭素と水蒸気を改質器等で水素に転換し、二酸化炭素等の不純物を取り除き、高純度の水素を燃料電池に供給する。
- ③ 燃料電池から発生する排熱を回収し、ガス化炉の加熱に利用。

※1：流動層ガス化炉
木質バイオマスを熱分解し、水素、一酸化炭素と水蒸気を発生する炉

※2：改質器等
一酸化炭素と水蒸気を触媒で反応させ、水素と二酸化炭素に改質する装置。他に不純物を除去する装置もある。

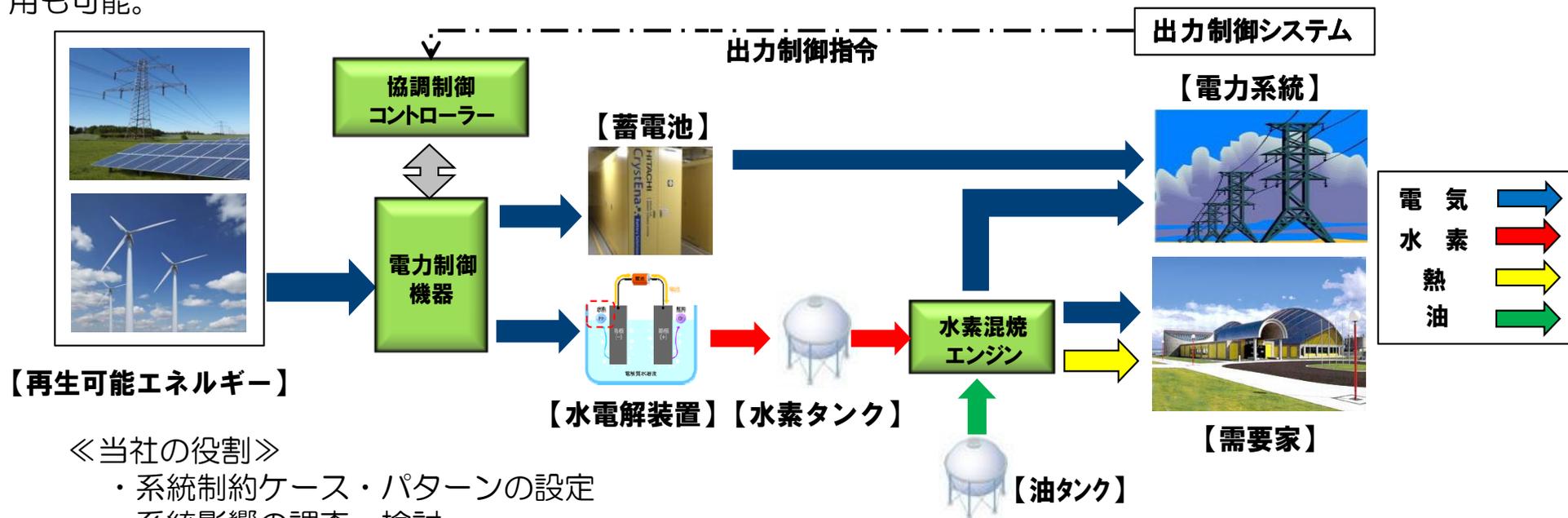
注) 本実証事業は、ほくてんグループの北電総合設計(株)が、国立大学法人東京大学および一般社団法人日本森林技術協会と共同で林野庁の2016年度補助事業に採択された。

水素エネルギーシステムの事業可能性調査

- ・風力発電など再生可能エネルギーの導入が進む稚内市において、水素を活用し、低コストで出力変動や余剰電力を吸収・制御するシステムの事業可能性調査を実施。
- ・これは、NEDOの「水素社会構築技術開発事業／水素エネルギーシステム技術開発」の委託先に株式会社日立製作所および一般財団法人エネルギー総合工学研究所と共に採択されたもので、2017年9月までに調査結果をまとめる予定。

水素エネルギーシステムの概要

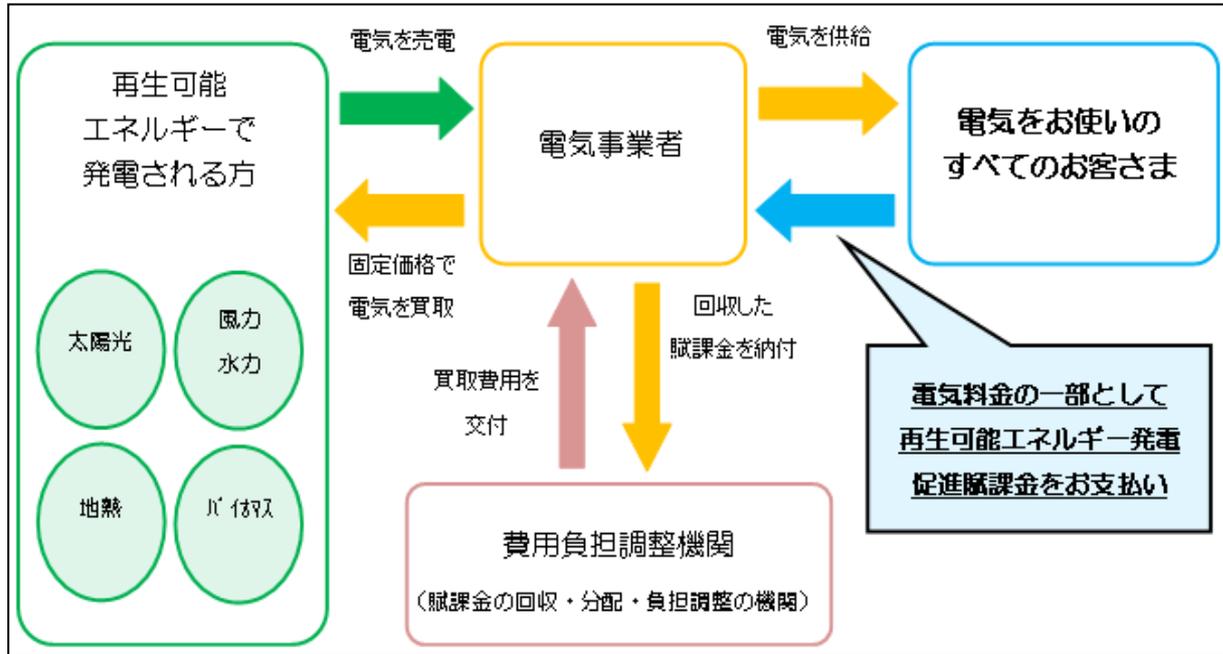
- ・本システムは、蓄電池、水素を発生させる水電解装置、水素を貯蔵するタンクおよび水素と軽油を燃料とした水素混焼エンジンで構成。
- ・これらの装置を独自のアルゴリズムを用いて協調制御することにより、出力変動や余剰電力を吸収・制御することができるとともに、安価な水電解装置、水素タンクおよび水素混焼エンジンなどを組み合わせることにより、低コストなシステムの構築が可能。
- ・また、水素混焼エンジンは電気とともに熱も発生させることから、各種需要家施設の空調用熱源などとしての活用も可能。



《当社の役割》

- ・系統制約ケース・パターンの設定
- ・系統影響の調査・検討
- ・エネルギーの測定評価の検討など

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発電促進賦課金単価】

	1kWhにつき	ご家庭への影響額
2012.8~2013.4 (制度開始時点)	0円22銭	50円/月
2013.5~2014.4	0円35銭	80円/月
2014.5~2015.4	0円75銭	172円/月
2015.5~2016.4	1円58銭	363円/月
2016.5~2017.4	2円25銭	517円/月
2017.5~2018.4	2円64銭	607円/月

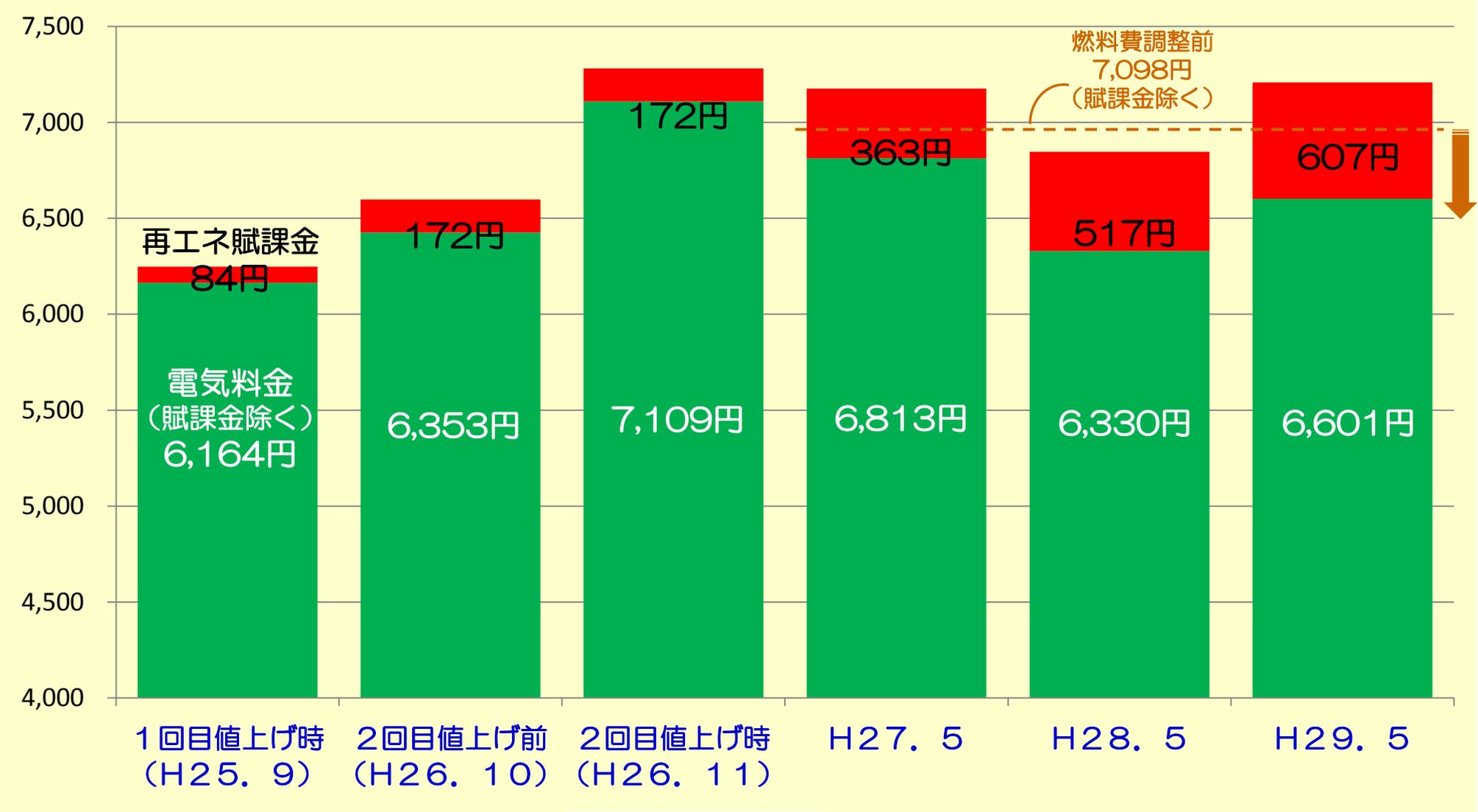
※算定モデル：従量電灯B, 30A, 230kWh/月

【各電源の買取単価】

区分		2016年度	2017年度	区分		2016年度	2017年度		
太陽光	10kW以上 (2000kW未満) ※2017年度より、2000kW以上は入札制	24円	21円	中小水力	5000kW以上	24円	20円		
	10kW未満	出力制御対応機器設置義務なし	31円		28円	3万kW未満	全て新設設備設置 既設導水路活用型	14円	12円
		出力制御対応機器設置義務あり	33円		30円	1000kW以上	全て新設設備設置	24円	27円
		出力制御対応機器設置義務なし、 ダブル発電	25円		25円	5000kW未満	既設導水路活用型	14円	15円
		出力制御対応機器設置義務あり、 ダブル発電	27円		27円	200kW以上	全て新設設備設置	29円	29円
陸上風力	20kW以上	22円	21円 (2017.10~)		1000kW未満	既設導水路活用型	21円	21円	
	20kW未満	55円	55円		200kW未満	全て新設設備設置	34円	34円	
洋上風力	20kW以上	36円	36円		バイオマス	木質 (間伐材等)	2000kW以上	32円	32円
	地熱	1.5万kW以上	26円	26円			2000kW未満	40円	40円
1.5万kW未満		40円	40円	木質 (一般)		2万kW以上	24円	21円 (2017.10~)	
木質 (建築廃材)	13円	13円	2万kW未満			24円	24円		
	廃棄物	17円			17円	メタン発酵	39円	39円	

電気料金の推移

・「再生可能エネルギー発電促進賦課金」の影響を除くと、2回目の値上げ以降、燃料費調整制度のマイナス調整により、電気料金水準は低下傾向。



値上げ軽減措置期間: H26.11~H27.3

※1 算定モデル: 従量電灯B、30A、230kWh

※2 1回目値上げ時 (H25.9) の再エネ賦課金には、太陽光発電促進賦課金 (4円) を含む

石狩湾新港発電所(LNG火力)の建設

- ・ 既設火力発電所の経年化への対応、燃料種の多様化、電源の分散化を図り、将来的な電力の安定供給を確実なものとするため、石狩湾新港発電所（LNG火力）の導入を計画。
- ・ 1号機は、2015年8月に着工し、建設工事中。2018年度下期の総合試運転を経て、2019年2月に営業運転を開始する予定。



完成予想図

＜石狩湾新港発電所の特徴＞

高い発電効率	優れた環境特性	優れた運用性
ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせたコンバインドサイクル発電方式。発電効率（計画値）は、世界トップクラスの約62%。	燃料となる天然ガスは、化石燃料の中でも発電時における二酸化炭素（CO ₂ ）や窒素酸化物（NO _x ）の排出量が少なく、環境特性に優れている。	発電機の起動にかかる時間が短く、また発電出力の調整速度が速いため、時々刻々と変化する電力需要への即応力がある。

所在地	発電方式	出力	燃料	着工	営業運転開始（予定）
小樽市 銭函5丁目	ガスタービン コンバインドサイクル 発電方式	1号機56.94万kW 2号機56.94万kW 3号機56.94万kW 合計170.82万kW	天然ガス	1号機2015年8月 2号機2023年3月（予定） 3号機2027年3月（予定）	1号機2019年2月 2号機2026年12月 3号機2030年12月

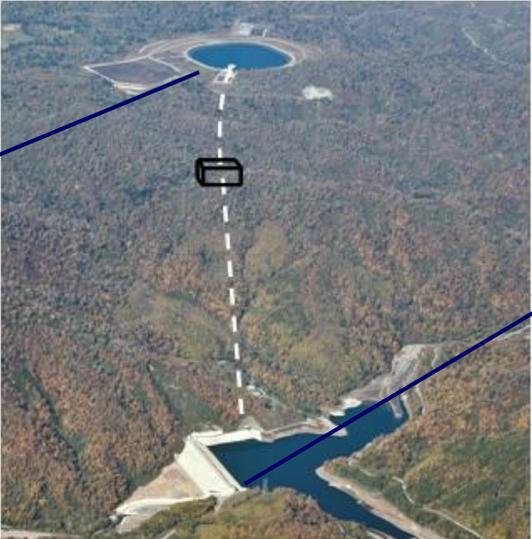
京極発電所(純揚水式水力)の建設

- ・ピーク供給力としての役割に加え、再生可能エネルギーの連系拡大への対応などから、純揚水式発電所である京極発電所の建設を着実に実施。
- ・1号機は2014年10月、2号機は2015年11月に営業運転を開始。

出力	運転開始
60万kW (20万kW×3台)	1号機：2014年10月 2号機：2015年11月 3号機：2027年度以降
※「純揚水式」とは、上部調整池へ河川流入がなく、貯留水分のみで発電・揚水を行う発電所	



上部調整池



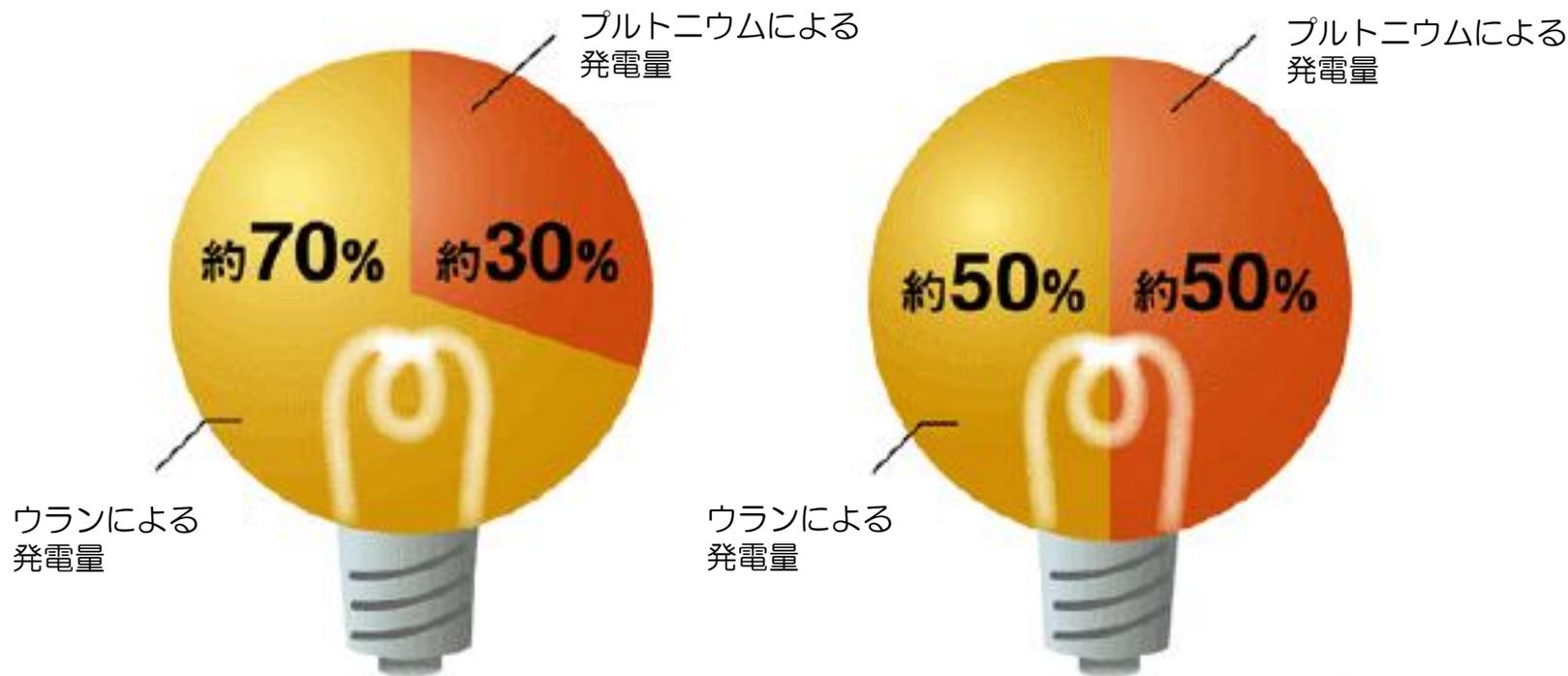
京極発電所全景



京極ダム調整池

- ・使用済燃料を再処理して取り出したプルトニウムとウランとを混ぜて作った燃料（MOX燃料）を、原子力発電所で利用することをプルサーマルという。
- ・ウラン燃料のみを使用する場合でも、プルトニウムは発電の途中で発生し、発電量の約30%を担っている。プルサーマルでは、プルトニウムによる発電量の割合が約50%となる。

【 ウランとプルトニウムの発電割合 】

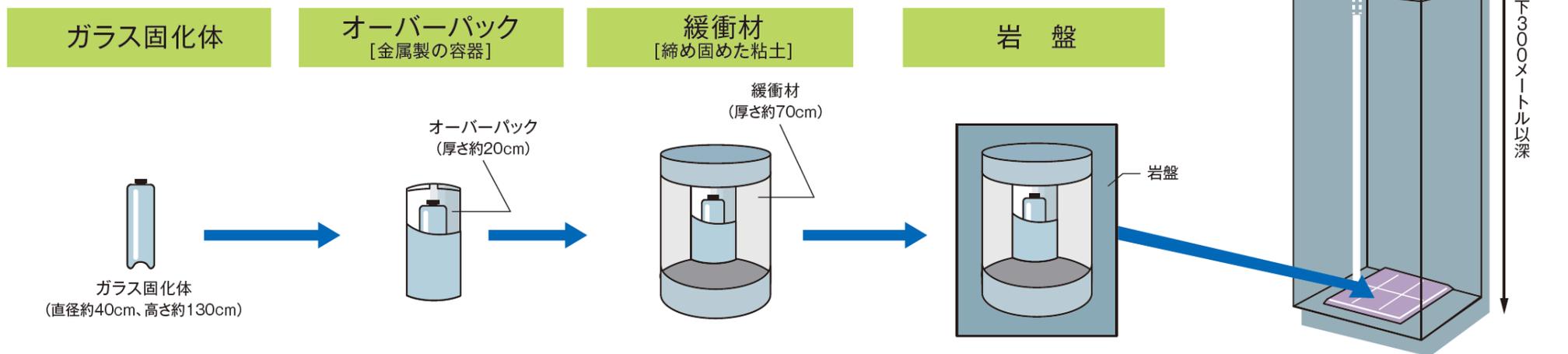


ウラン燃料だけを使用した場合

ウラン燃料とMOX燃料を使用
(1/4~1/3) した場合

高レベル放射性廃棄物の最終処分(処分方法)

- ・使用済燃料の再処理の過程で生じる放射能レベルの高い廃液を溶かしたガラスと混ぜ合わせ、固めてガラス固化体にしたものを高レベル放射性廃棄物という。
- ・高レベル放射性廃棄物は、金属製の容器（オーバーパック）に入れ、更にその外側を緩衝材で覆ったうえで、地下300mより深い安定した地層中（岩盤）に埋設処分することとしている。



放射性物質をガラスの中に閉じ込め地下水に溶け出しにくくする

地下水をガラス固化体に触れにくくする

地下水と放射性物質の移動を遅らせる

放射性物質の移動を遅らせる

地層処分施設

地下300mよりも深いところに処分することで、放射性物質が溶け出したとしても、私たちの生活環境にもたらされるにはきわめて長い時間を要し、それによる放射線は私たちが日常生活の中で受けている放射線に比べて十分に低く、人間の健康に影響を及ぼすことはない。

放射性物質はガラスと一体化した状態で閉じ込められる。

オーバーパックは、ガラス固化体の放射能がある程度減衰するまでの期間、地下水とガラス固化体の接触を防ぐ。

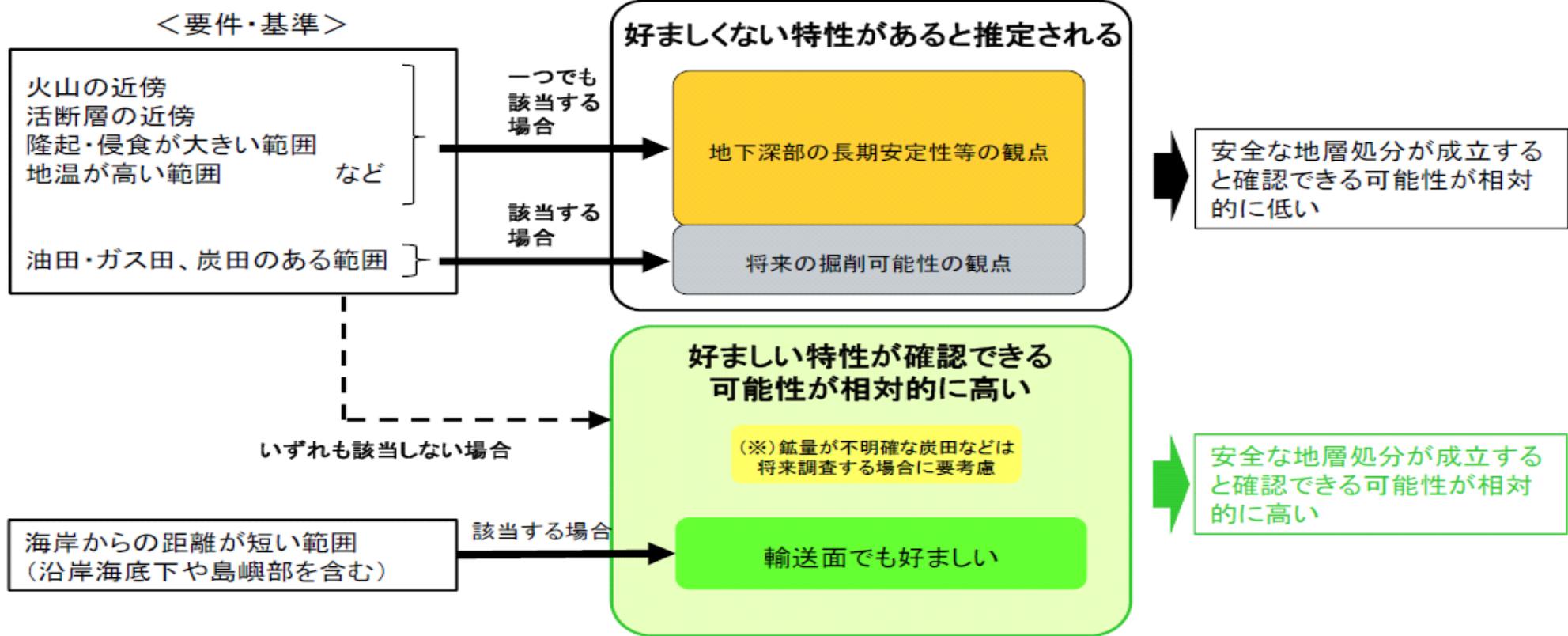
緩衝材は、水を通しにくく、物質の移動を抑制するなどの特性を有するベントナイトという粘土を主成分としている。

深い地下にある岩盤では、地下水の動きが極めて遅く、放射性物質は岩盤にしみ込んだり、吸着されたりすることで、その移動がさらに遅くなる。

人工バリア + 天然バリア = 多重バリアシステム

高レベル放射性廃棄物の最終処分(処分地の選定)

- ・国は、処分地選定に向けた第一歩として、国民理解を深めるという観点から、地層処分に関する地域の科学的特性を示すマップ(科学的特性マップ)を提示する方針。
- ・2017年4月に「科学的特性マップ」の要件・基準および地域特性の区分がとりまとめられた。



注: 社会科学的観点(土地確保の容易性など)は、要件・基準に採用しない。