

再生可能エネルギーの導入拡大に向けた電力系統に 関する現状の取組・ルールについて

平成26年9月30日
資源エネルギー庁

■ 電力会社から再生可能エネルギーの導入に向けた取組や課題を御説明いただくに先だって、これまでの再生可能エネルギーの受け入れ拡大に関連する、主な政府の取組やルール of 現状等について紹介する。

1. 再生可能エネルギーの導入拡大に向けた政策的な取組
2. 再生可能エネルギーの接続ルール
3. 地域間連系線の運用ルール等の現状
4. 地域間連系線等の強化に関する検討

1. 再生可能エネルギーの導入拡大に向けた政策的な取組

1. 系統安定化対策

①大型蓄電システム緊急実証事業 平成24年度予備費 295.5億円

北海道及び東北エリアにおいて、大型蓄電池を電力会社の変電所に設置し、系統最適化のための蓄電池システムを開発・実証。

②電力系統出力変動対応技術研究開発事業 平成27年度概算要求60億円、平成26年度予算40億円

需給予測、出力抑制、蓄電池運用を最適に組み合わせること等により、系統運用技術の高度化を行う。

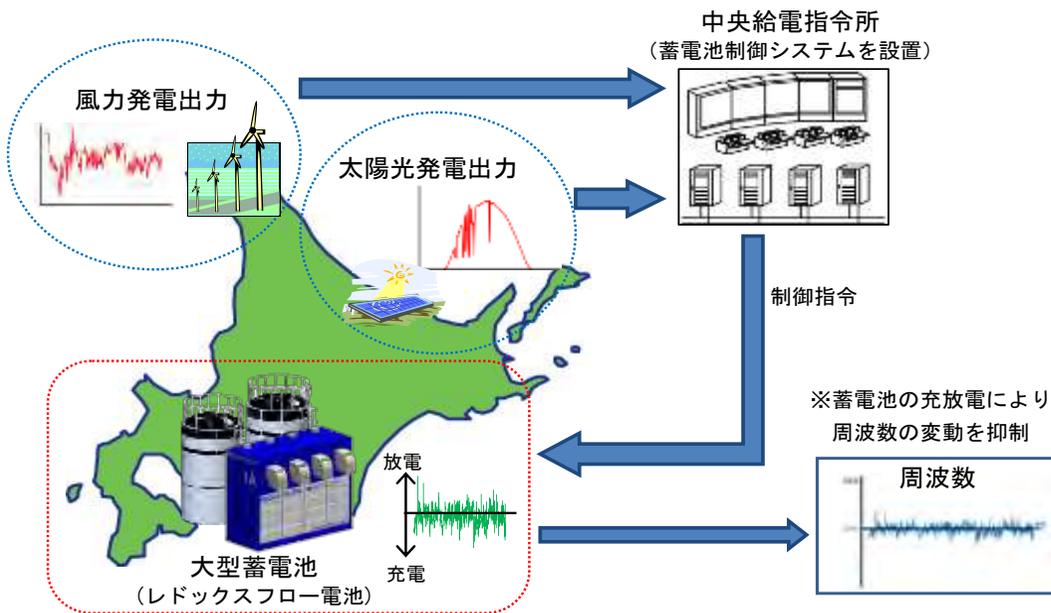
2. 送電網増強対策

①風力発電のための送電網整備実証事業 平成27年度概算要求105億円 平成26年度予算150.5億円

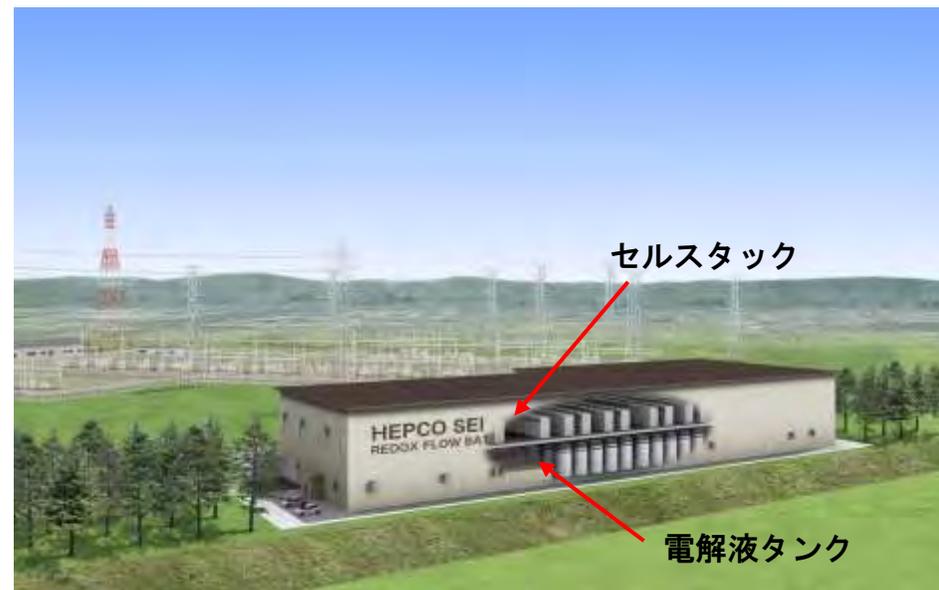
最適地が限られている風力発電について、地域内の送電網を整備し、送電網の電圧変動等を制御する技術を実証。

大型蓄電池を活用した再生可能エネルギー接続量拡大

- 我が国は、世界最先端の大型蓄電池の技術を有する。電力会社の基幹系統の変電所に、世界最大級の大型蓄電池を設置・活用することで、どこまで再生可能エネルギーの導入可能量を拡大できるか徹底検証を行う。我が国初の取組であり、系統における具体的な活用に向け、必要な技術・ノウハウの習得を目指す。
- 平成25年7月に補助事業者の採択を行い、以下2事業を実施。本実証事業の成果を踏まえ、2～3年後には大型蓄電池を系統運用の現場にいち早く実践投入し、再生可能エネルギーの導入拡大に向け最大限取り組む。



大型蓄電池の制御技術の概要(北海道)



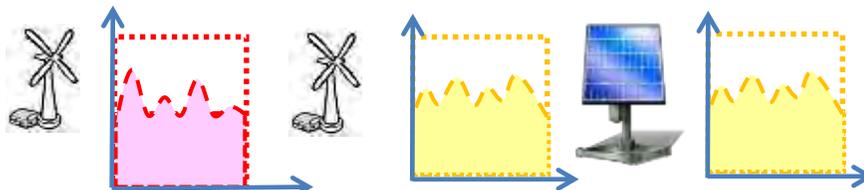
北海道の変電所に設置する大型蓄電池イメージ

事業者	電池の種類	電池の規模	設置場所
北海道電力+住友電気工業(共同申請)	レドックスフロー電池	6万kWh	南早来変電所
東北電力	リチウムイオン電池	2万kWh	西仙台変電所

- 気象、需要等からの需給変動予測（予測）、風力自体の組合せも含めた抑制パッケージの最適化（抑制）、他電源や蓄電池の効果的活用（運用）の三つの視点から、送電系統運用技術を高度化を図るため、風力を中心としたデータ収集基盤の整備、及び、様々な要素を加味したシミュレーションの強化とこれに伴う系統運用技術の高度化を進め、再生可能エネルギー受入容量の拡大を目指す。（平成26年度政府予算40億円）

I：予測からの最適化

気象予測、需要予測などから変動予測を最適化



II：抑制からの最適化

風力への出力抑制（風力発電の組み合わせを含む）の最適化

再生エネルギーの出力変動

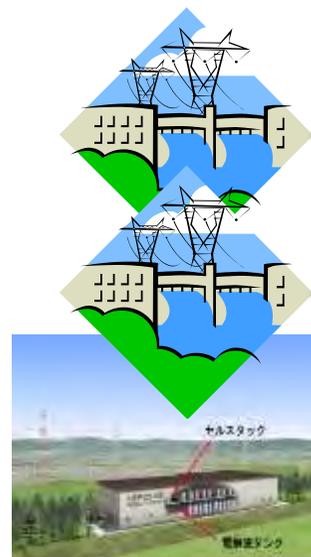
再生エネルギーの出力変動

再生エネルギーの出力変動

火力等他電源や大型蓄電池による出力調整

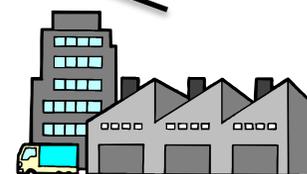
送電系統運用
(需給・周波数調整)

送電ネットワーク



III：運用からの最適化

火力等他電源、大型蓄電池など発電源の運用最適化



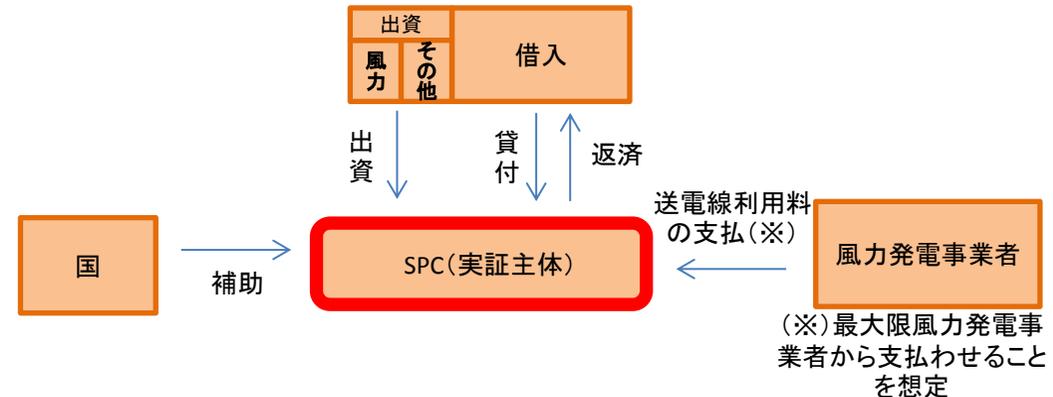
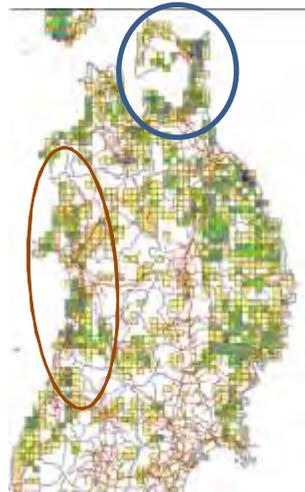
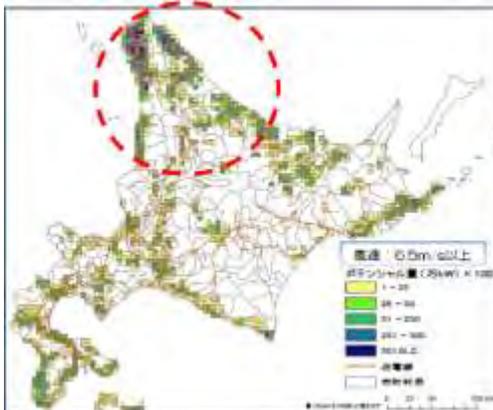
地域内送電線の整備・増強①

- 北海道・東北の北部地域といった風力最適地での風力発電事業を拡大するためには、脆弱な地域内送電線の整備・増強が不可欠。
- このため、風況が良く、かつ送電線が脆弱な地域を「特定風力集中整備地区」と特定。プロジェクトファイナンスの成立性※に配慮し、風力発電事業者が過半を出資し、風力発電事業者からの送電線利用料により送電線整備実証の投資回収を目指す特別目的会社（SPC）に限って、国がその整備実証費用の一部を補助する制度を創設。
 （※）風力発電事業者が過半を出資し送電線敷設内容に決定権を持てば、①最も早く、②最も安く、③最も確実に使われる送電網が整備されることになるため、民間金融機関にとって、唯一、ファイナンスが安心して組める仕組みとの評価。
- 余剰利益が出た場合は、適切な収益納付を行うことを前提に、補助率は1/2と設定。ただし、風力専用送電線として全国に適用できる、低コスト化、系統安定化などの技術の開発・実証による技術課題の解決も条件。こうした技術の確立と併せ、民主導による送電インフラ整備のスキーム確立を目指す。

【風力発電のための送電網整備実証事業】(平成26年度予算150.5億円)

・北海道・東北の一部を特定風力集中整備地区と定め、送電線整備実証を実施。平成25年度は北海道にて事業を開始。平成26年度は東北地域において事業者を採択済。

- ・集中整備地区ごとに、風力関係の民間事業者が過半を出資するSPC（特別目的会社）を設立し、有料送電線を設置し技術の実証を行う。
- ・費用の回収は電力料金ではなく、送電線の利用料金を風力発電事業者から徴収し、返済に充てる（「有料道路」的な考え方を送電線に導入）。



- 北海道地域における送電網整備事業の補助対象事業者として、商社や再生可能エネルギー発電事業者などが出資する特定目的会社を2社採択（平成25年10月）。詳細な開発可能性調査を開始している段階であり、ルート選定など具体的な内容は今後調整。
- 同地域の風力発電の導入ポテンシャルは、最大で200万kW程度と見積もられている。
- 本年度は、青森、秋田の両地区で、東北地区に関する送電線SPC事業を採択済み。

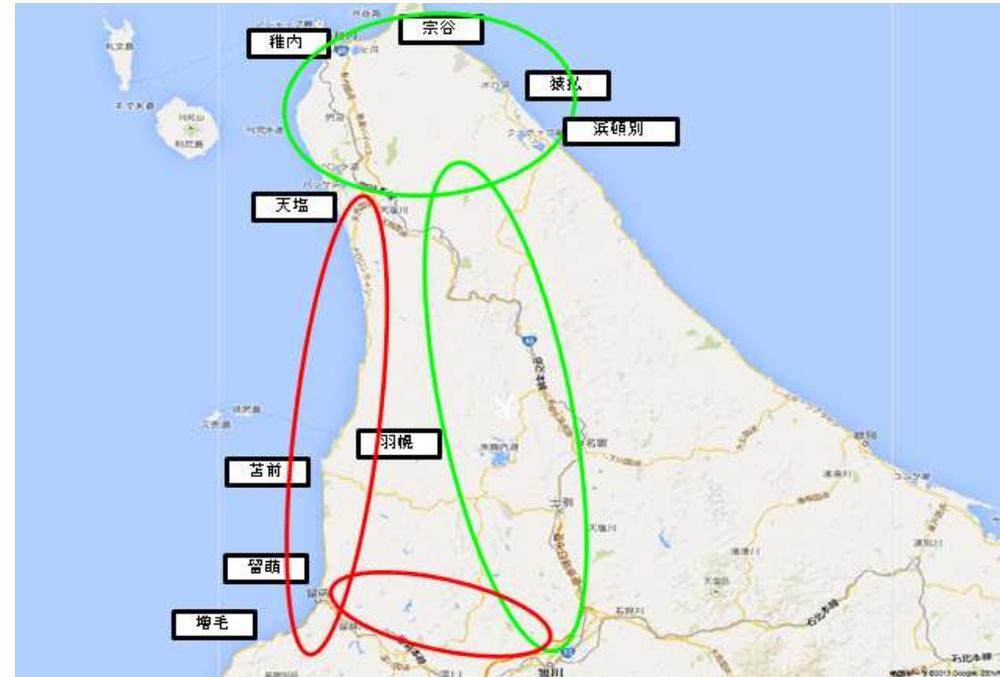
【北海道における採択事業者及び事業内容】

①日本送電株式会社

- 三井物産株式会社、丸紅株式会社、SBエナジー株式会社の出資による特定目的会社
- 増毛町から手塩川以南に至る日本海側ルートを想定
- 風力発電の導入ポテンシャルは30万～60万kW

②北海道北部風力送電株式会社

- 株式会社ユーラスエナジーホールディングス及びエコパワー等の出資による特定目的会社
- 稚内・宗谷エリア、手塩川エリア及び猿払・浜頓別エリアに至るルート（道央－オホーツクルート）を想定
- 風力発電の導入ポテンシャルは最大で140万kW程度



— 日本海側ルート

— 道央－オホーツクルート

2. 再生可能エネルギーの接続ルール

再生可能エネルギーの優先給電

- 本制度の下では、需要が少なく出力抑制が必要となる場合でも、電気事業者は、自らの火力等の出力抑制を先に行い、再生可能エネルギーを優先的に引き受けるよう義務づけられている【優先給電】。

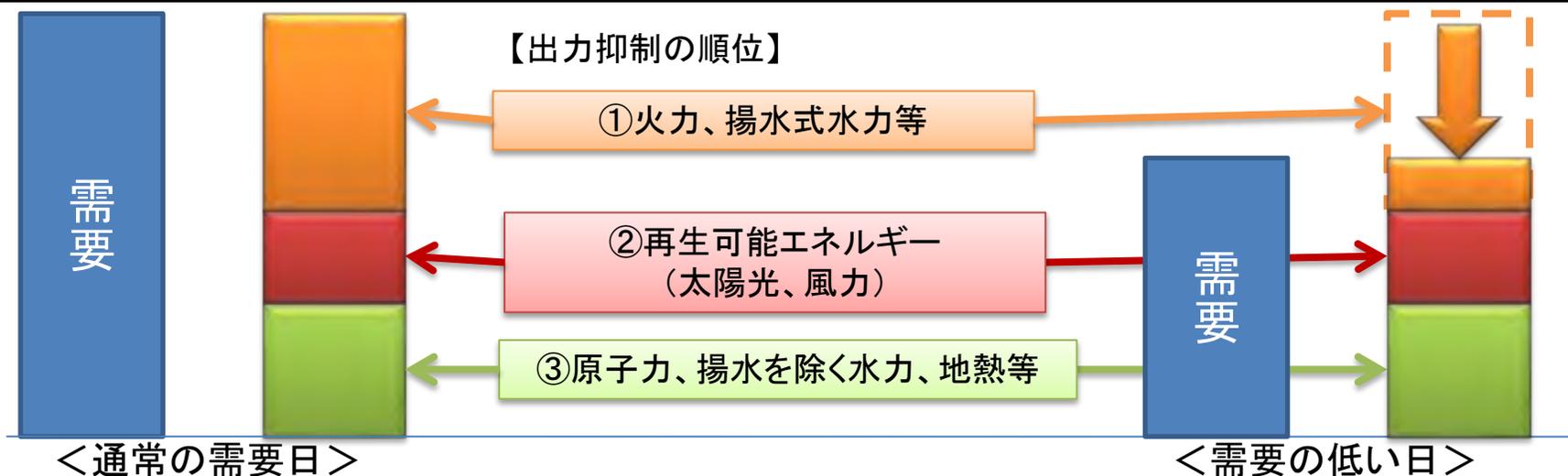
(※) 供給が需要を上回っている場合であっても、以下三つの回避措置をいずれもとった後でなければ、電気事業者は再生可能エネルギーの発電事業者に出力抑制を要請できないことが、電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法施行規則において規定されている。

- 一般電気事業者が保有する発電設備（原子力発電設備、揚水式以外の水力発電設備及び地熱発電設備を除く。）の出力抑制
- 揚水式水力発電設備の揚水運転
- 卸電力取引所を活用し、需要量を上回ると見込まれる供給電力を売電するための措置の実施

*原子力、揚水を除く水力、地熱等の優先給電については、ESCJルール（送配電業務の実施に関する基本的な指針）において規定。

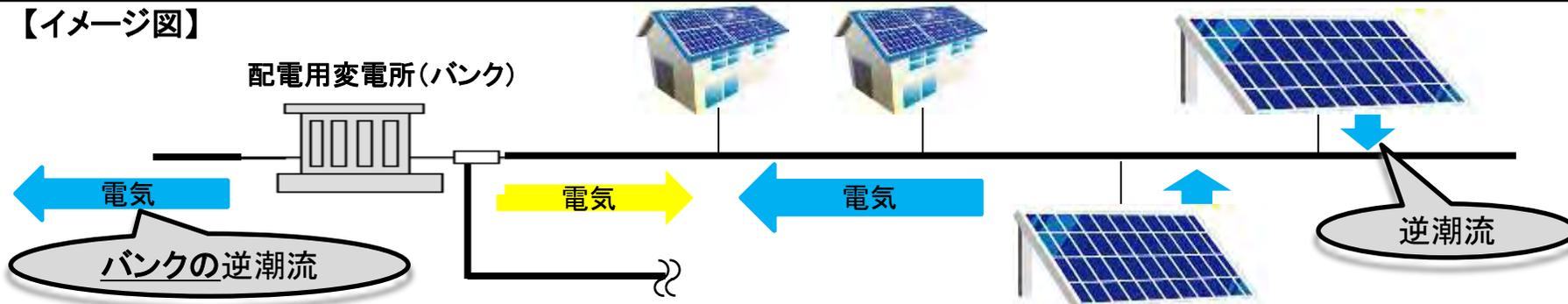
- 上記の措置を講じてもなお、供給が需要を上回ることが見込まれる場合、電気事業者は、再生可能エネルギー発電事業者側に出力抑制を求めることができる。ただし、年間30日*を超える出力抑制を求める場合は、抑制されなかった場合に得ることができた売電収入に相当する額の補償が必要となる。

*接続量の限界に至った地域（現在は北海道地域のみ）においては、30日を超えた出力抑制が必要な場合を接続拒否事由から除外するとともに、金銭的補償を不要としている。



- 「バンクの逆潮流」とは、太陽光等による発電量が過大となり、配電に必要な電圧範囲が維持できなくなったため、配電用変電所を超えて上位の系統へ電気を流すこと。
- 従来、バンクの逆潮流は、(i) 電力の品質に悪影響を及ぼすこと、(ii) 系統の保安管理上の問題から認められていなかったが、全国各地で太陽光による配電網の容量不足問題が発生したため、必要な技術的対策を施すことを条件として、逆潮流を認めるよう規制緩和を行うこととした。
- その結果、配電網の容量不足問題は、一定程度解消することとなった。

【イメージ図】



対応① 規制の緩和

- 課題解決のため、改めて技術的検討を進めた結果、配電用変電所に一定の技術的対策(事故時に逆潮流を遮断するための開閉器の設置など)を施すことで、上記の(i)、(ii)の問題は生じないことが認められた。
- そこで、平成25年5月31日、一定の対策を行った場合には、「バンクの逆潮流」を認めるという規制緩和を実施した。

対応② 負担コストの緩和

- 系統接続のための費用については、原因者負担を原則としている。しかし、「一定の対策」の費用をバンクの逆潮流を発生させた最初の事業者にすべて負担させた場合、過大な負担となってしまう、結果的に系統接続は行えない。
- そこで、問題を実質的に解決するための合理的な費用負担を検討したところ、バンクの逆潮流が発生することとなった以降に当該系統に接続するすべての事業者が平等に負担することが適当という結論に至った。
- 具体的には、工事費負担金について、接続を行う設備の出力容量(kW)に一定の単価を乗じて算定することとした。なお、平成25年7月23日より、当該工事費負担金のルールが適用となっている。

3. 地域間連系線の運用ルール等の現状

信頼度基準

■ 信頼度基準

単一の事故、多重事故などの事故が起きた場合を想定した系統信頼度に関する目標とすべき水準



設備故障の頻度や影響などを踏まえ、設備健全時、設備故障時(N-1故障、N-2故障)における信頼度基準を満足するよう設備増強計画を策定。

信頼度基準の考え方

設備健全時	<ul style="list-style-type: none">◇潮流が設備の常時容量を超過しない (常時容量・・・設備を連続して運転可能な熱的な容量)◇電圧が適正に維持される◇発電機が安定に運転可能
設備故障時 (N-1故障)	<ul style="list-style-type: none">◇原則として供給支障を生じさせない ただし、その影響が限定的な供給支障は許容◇電源の連系する系統：その影響が限定的な発電支障にとどめる
設備故障時 (N-2故障等)	<ul style="list-style-type: none">◇稀頻度であることから一部の電源脱落や供給支障は許容 ただし、供給支障規模が大きく社会的影響が懸念される場合などは対策を行うよう考慮

(1) N-1故障・・・送電線1回線、変圧器1台、発電機1台の故障を原則

(2) N-2故障・・・送電線2回線故障等の機器装置2箇所同時喪失を伴う故障など

地域間連系線の運用容量 → 故障に備えた対応

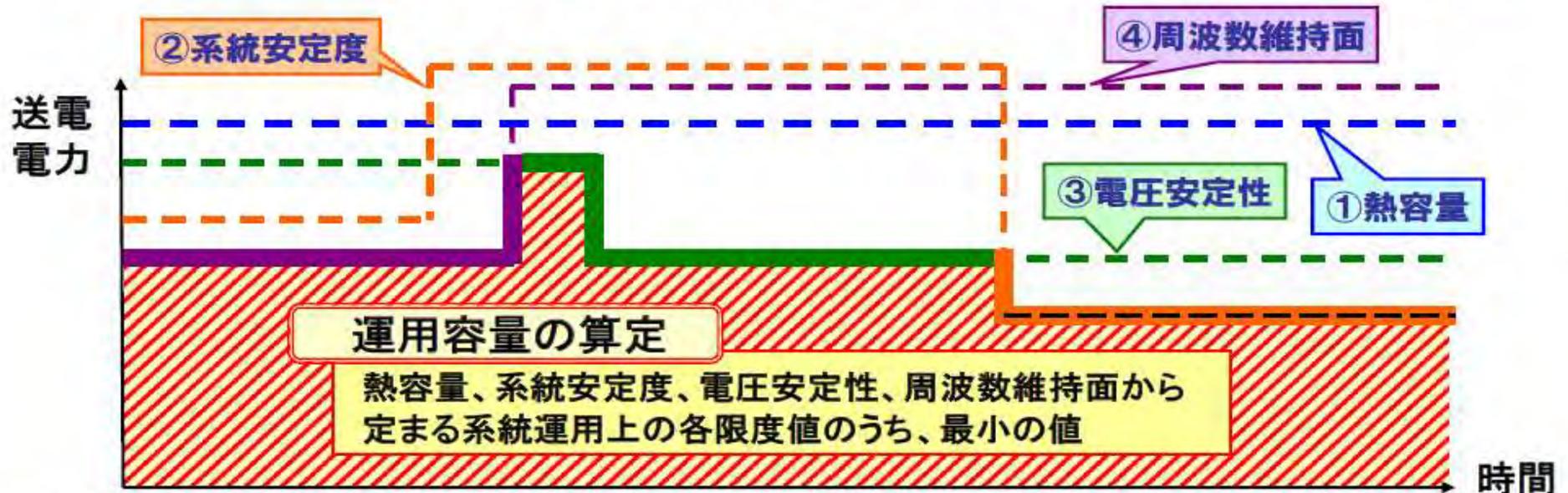
運用容量を算定する要素

- ① 熱容量
- ② 系統安定度
- ③ 電圧安定性
- ④ 周波数維持面

送電線が1回線故障しても、
送電線が1回線故障しても、
送電線が1回線故障しても、
連系線のルート断が発生しても、

残回線の容量以内に
発電機が安定運転できるように
電圧を維持できるように
周波数を維持できるように

★故障が発生する前に、発生した後のことを考えておく★（事前に準備）



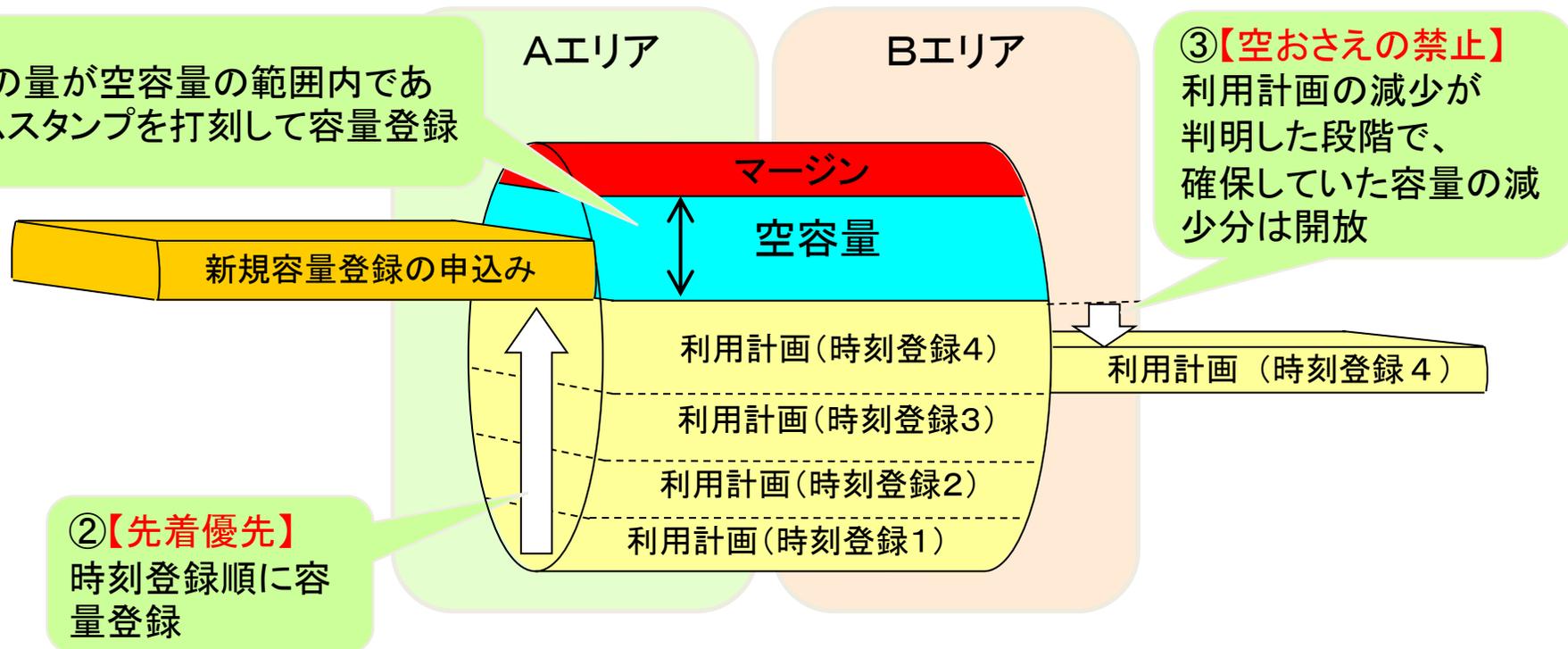
連系線等を利用する場合の原則

■ 連系線等を利用する場合の原則

連系線等の利用にあたっては、公平性・透明性の観点から、以下を原則とする。

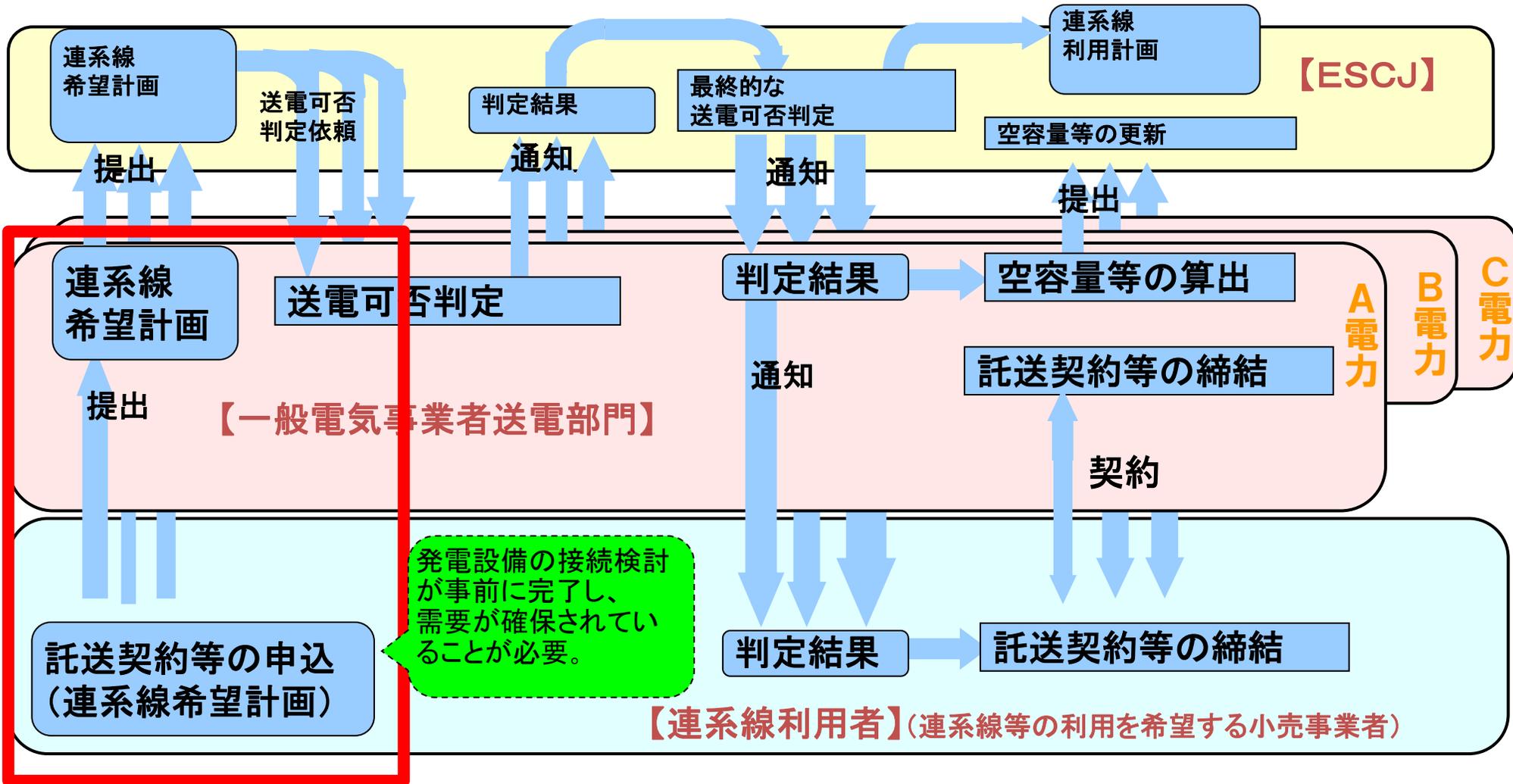
○登録時刻が先であるものを連系線等の利用順位の上位とする「先着優先 (first-come-first-served)」。

○他事業者の連系線等の利用が阻害されないよう「空おさえの禁止 (use-it-or-lose-it)」。



新規の容量登録の手続き

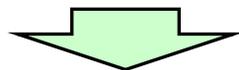
連系線を利用するにあたっては、利用を希望する小売事業者が送電経路上の一般電気事業者の送電部門に連系線利用を申込み。



連系線等を利用するにあたって

■ 連系線等を利用するにあたって

連系線等を利用するにあたっては、蓋然性の高い(確実性の高い)計画に基づいた利用が前提。



連系線利用申込者(連系線の利用を希望する小売事業者)は、空おさえの禁止(use-it-or-lose-it)の原則に従い、蓋然性の高い連系線等の利用に係わる計画に基づき、連系線等を利用する。

◆ 出力が不安定な電源による連系線の利用

出力が不安定な自然変動電源により連系線等の利用を希望する連系線利用申込者(連系線の利用を希望する小売事業者)は、蓄電池や他の電源と組み合わせる等の方法により、蓋然性の高い連系線等の利用に係わる計画に基づき連系線等を利用する。



風力発電



蓄電池



風力発電



出力調整が可能な電源

連系線等の利用は、蓋然性の高い計画で利用することが前提

4. 地域間連系線等の強化に関する検討

地域間連系線等の強化に関するマスタープラン中間報告書(平成24年4月)の概要

○ 安定供給確保や再生可能エネルギー導入促進等の観点から、地域間連系線等の強化について、今後、我が国において特に優先的に実行に移すべき施策について検討・整理を行ったところ、以下の方針のもとに増強等を図ることとした。

<FC(周波数変換設備)の増強>

- 2020年度を目標に、容量を90万kW(210万kWまで)増強する。
- それ以降、できるだけ早期に300万kWまで増強する。

<北本連系設備の増強>

- 現行の増強計画(60万kW→90万kW)については、可能な限り早期に実現する。
- 風力発電の導入状況等を見つつ、必要となる地内系統の整備等ともタイミングを合わせながら、更なる強化について検討を行う。

<相馬双葉幹線の増強>

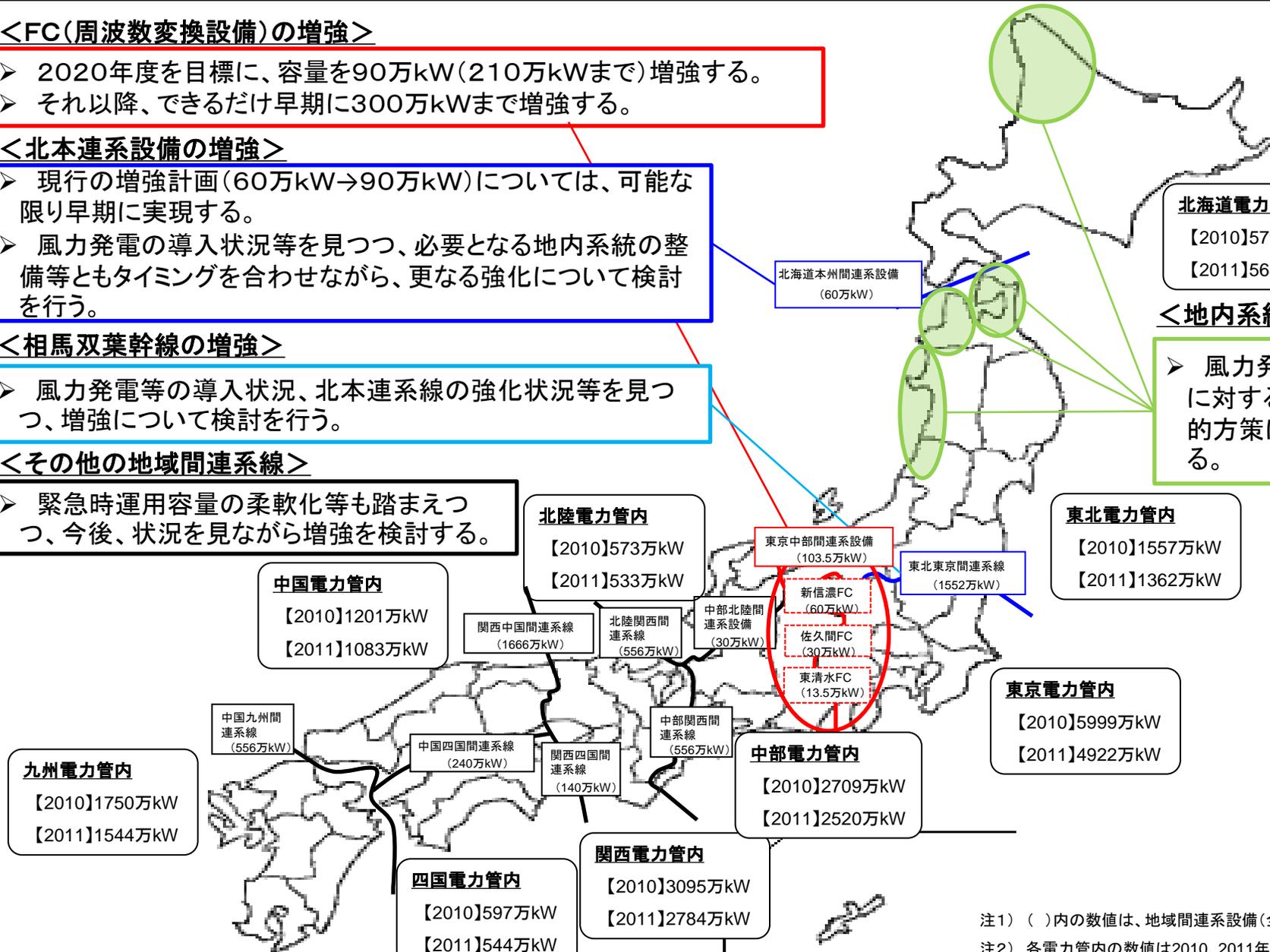
- 風力発電等の導入状況、北本連系線の強化状況等を見つつ、増強について検討を行う。

<その他の地域間連系線>

- 緊急時運用容量の柔軟化等も踏まえつつ、今後、状況を見ながら増強を検討する。

<地内系統の整備>

- 風力発電の重点整備地区に対する政策的支援の具体的方策について、検討を進める。



注1) ()内の数値は、地域間連系設備(全設備健全時)の熱容量。
 注2) 各電力管内の数値は2010、2011年度の最大需要電力(H1)。

- 平成23年度の風力受付において、北海道では187万kW、東北では324万kWの応募があった。さらに、北海道では、「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」に関する法案の成立以降、約90万kWのメガソーラーの連系検討申込みが実施。
- 仮にこれらの全量(約590万kW)を導入することとした場合に想定される系統増強対策について、北海道電力及び東北電力において一例として検討を行ったところ、結果概要以下のとおり。

追加連系量	北海道 (風力+メガソーラー)	東北 (風力)	北海道+東北 計
		270万kW	320万kW
地内送電網増強	2,000億円程度	700億円程度	2,700億円程度
地域間連系線増強等	5,000億円程度	3,300億円 +700億円程度	9,000億円程度
概算工事費計	7,000億円程度	4,700億円程度	1兆1,700億円程度 [10円/kWh程度]



- この結果に基づくと、再生可能エネルギーの導入状況によっては、系統増強に多額の費用や長期の工期を要することが見込まれる。
- このような実態を踏まえれば、実際の再生可能エネルギーの導入状況を踏まえつつ、既存電源の調整機能の向上や再生可能エネルギー発電の抑制などの運用の工夫に加え、蓄電池の設置など他のオプションとの費用対効果による検証等を行った上で、必要に応じて地域間連系線等の強化を検討していく必要がある。

【北海道電力・東北電力からの送電イメージ】

