

本紙の全部又は一部の複写・複製・転載・翻訳並びに磁気又は光記録媒体への入力等を禁じます。  
これらの許諾については、電気協同研究会までご照会ください。

# 電気事業の基本的な考え方 (資料編)

平成 26 年 7 月

一般社団法人 電気協同研究会

## 目次

|         |                                  |    |
|---------|----------------------------------|----|
| 資料 1-1  | 電力システム改革                         | 1  |
| 資料 1-2  | 米国カリフォルニア州の電力危機                  | 3  |
| 資料 1-3  | 松永安左エ門の「電力統制私見」                  | 4  |
| 資料 1-4  | 垂直一貫体制により実現しているメリット              | 5  |
| 資料 1-5  | 電気料金改定の手続き                       | 7  |
| 資料 2-1  | 周波数変動による需要側、供給側への影響例             | 8  |
| 資料 2-2  | 周波数制御の概要                         | 9  |
| 資料 2-3  | 電圧変動による影響                        | 10 |
| 資料 2-4  | 電圧制御の概要                          | 11 |
| 資料 2-5  | 電源のベストミックス                       | 12 |
| 資料 2-6  | 流通設備の信頼度基準                       | 13 |
| 資料 2-7  | 流通設備の故障低減対策                      | 14 |
| 資料 3-1  | 日本の主要発電所                         | 15 |
| 資料 3-2  | 日本の地勢的な特徴                        | 17 |
| 資料 3-3  | エネルギー・セキュリティー（エネルギー安全保障）         | 18 |
| 資料 3-4  | ベストミックス                          | 19 |
| 資料 3-5  | 1700℃級ガスタービン                     | 20 |
| 資料 3-6  | 石炭ガス化複合発電（IGCC）                  | 21 |
| 資料 3-7  | CCS技術                            | 22 |
| 資料 3-8  | 日本の電源開発の推移                       | 23 |
| 資料 3-9  | 日本のエネルギー自給率                      | 24 |
| 資料 3-10 | 資源の確認埋蔵量                         | 25 |
| 資料 3-11 | 電源種別毎の二酸化炭素排出量                   | 26 |
| 資料 3-12 | 東日本大震災後の緊急安全対策                   | 27 |
| 資料 3-13 | 原子燃料サイクルによる高レベル廃棄物の抑制について        | 28 |
| 資料 3-14 | 余剰プルトニウムについて                     | 29 |
| 資料 3-15 | 日本の主要電気事業者による発電電力量実績             | 30 |
| 資料 3-16 | 太陽光発電等の大量導入に伴う電力系統上の課題と対策・技術的課題等 | 31 |
| 資料 3-17 | 新エネルギー普及のための支援策について              | 33 |
| 資料 4-1  | 周波数統一に関する概念図                     | 35 |
| 資料 4-2  | 国内の直流設備                          | 36 |
| 資料 4-3  | 広域運営                             | 37 |
| 資料 4-4  | 欧州の10ヵ年ネットワーク開発計画                | 38 |
| 資料 4-5  | 託送料金の算定                          | 39 |
| 資料 4-6  | スマートメーター導入に向けた取組み状況について          | 40 |
| 資料 4-7  | 系統安定度のイメージ                       | 41 |
| 資料 4-8  | 電圧安定性の評価                         | 42 |
| 用語集     |                                  | 43 |

【電力システム改革】

・平成 21 年 3 月 11 日の東日本大震災によって起きた、原子力発電所の事故やその後の電気の不足といった事態をきっかけにして、これまでどおりのままでは、将来にわたり電気を低廉で安定的に確保できなくなる可能性があるとして、電気事業の制度や体制といった電力システムの見直しが進められています。平成 25 年 11 月 13 日には電力システムの改革を実現するために「電気事業法改正案」も成立しています。

この法律は、

①電力の安定供給、 ②新規事業者の参入の拡大、 ③電気料金の抑制

を目的とし、これまでの制度や体制（電気料金規制、地域独占など）に変えて、開かれた電力システムの下、事業者や利用者の「選択」や「競争」を通じた創意工夫によって安定的で低廉な電気を確保しようとするものです。

電気は、その性質上、通常の商品と異なり、次のような特徴があります。

○生産されると直ちに消費され、しかも安く大量に貯蔵することが難しい（在庫がない）

○需要家（電気の使用者）電気を使用する状況は（大きな傾向（季節、週、昼夜など）はあるが）時々刻々変わっており、しかもそれと同量の生産（発電）が行われない（ズレの許容範囲を超える）と電気の生産や輸送そのものが停止してしまう

○どこで生産された電気も、同じ輸送の設備（電力流通設備）で届けられる場合、需要家から見ると、停電頻度、周波数の安定といった品質は同じとなる

通常の商品であれば、「高値になれば生産出荷する。安値になれば控える」、「安値になれば買う。高値になれば控える」というように価格をシグナルとして生産や利用が、時間とともに調整されます。また、質の悪いものは徐々に排除されます。電力システムの見直しではこれを応用しようとしています。しかし電気はその特徴のため、十分な制度の検討がなされないと例えば次のような懸念も考えられます。

○発電や小売りの担い手が電気を取引する市場を作る予定です。が、（十分な制度の検討がなされないと）、時々刻々変わる電気の買の量に対して、売る側（発電の担い手）はなるべく価格が上がるの見極めて契約しようとする買う側（小売の担い手）はお客さまの使用に応じないといけないので最後は買わざるを得ない

という状態となるといわゆる「売り手市場」となり、電気の価格が上昇します。

ややもすると、わざと発電を控えて、価格を吊り上げようとする恐れも出てくるかもしれません。価格が上がるだけでなく、ぎりぎりまで取引が成り立たず、万一発電が間に合わないとなると、最悪、電気の生産や輸送が止まり、使用そのものができなくなってしまうかもしれません。

○電気の使用が多くなる時の電気の価格やその際に電気の使用を控えた分だけ協力料を支払うことをあらかじめ何らかの方法で知らせることで、電気の使用を抑制することも検討されています。が、高いから、協力金が入るから控えようという人もいれば、高くても、協力金があっても必要だから使う人もいます。人の行動は一様ではなく効果が予想どおりとならないかもしれません。

○電気の生産（発電）を担うものは 輸送を通じてその品質（停電頻度、周波数の安定）が均一化されるため、そこによりかかり、ややもすると設備の維持管理をおろそかにし、いざとなれば停止、撤退などと自己の利益のみを優先した行動をする恐れもあります。万一このようなものが増えると、同じ輸送の設備（電力流通設備）で届けられる電気全体の品質の低下や経済性をそこなうおそれも懸念されます。

- ・電気を生産（発電）し、輸送して（電力流通）需要家に届ける（小売り）ことは、これらの連携があってはじめて成り立っています。これは、それぞれの担い手がどのような形になろうともかわりません。これまでは地域独占という形で、一つ事業者がすべての分野を担い、需要家の使用状況を想定して設備の形成し、日々の維持管理や運用、万一のトラブルの際の対応に至るまで、各分野が調整、協調しながら行っていました。しかし、電力システムの見直しによる担い手のあり方によっては、ややもするとこの連携も弱くなってしまうかもしれません。
- ・今、進められようとしている改革では、どのような形となろうとも電気事業に関わるすべての担い手が電気の安定供給マインドをもつことが重要であるとされています。電気の利用者自らも、電気の使い方を考えて行動する必要があります。決して「待っていれば電気料金が安くなったり、サービスがよくなる」といったことにはなりません。
- ・一方、事業者としての企業の思惑も、個々の人の判断基準もいろいろというのも事実です。とにかくなるべく安いところからという人もいれば、ころころ変えるのも手間という人もいるかと思われまます。
- ・電気事業に対する、いわゆる「市場競争を通じた効率化」への移行という流れは海外でも潮流となっていますが、評価が定まっていないもの現実です。結果として前述の①や③に逆効果となってしまった事象も実際に生じています。
- ・電力システム改革は相当の時間かけて進められようとしています。したがって仮にうまくいかないからと言って、一度改革が進んだあと、後戻りするにも多大な労力があるともいえます。電気は産業活動や日々の生活に欠かせないものです。改革によってこれらに支障や不便が起きないように、議論や確認を行いながら慎重に行っていく必要があります。電力システム改革においても次のようにうたわれています。

これまでの経験や技術の上に改革が成り立つことを再認識し、戦後 60 年以上かけて築き上げてきた現在の電力インフラシステムを基盤としながら、発電や I T 等の分野での技術革新の成果も取り込みつつ、多様な課題を乗り越えて、新たな信頼ある電力システム設計に挑戦していくことが重要です。

（「電力システム改革専門委員会報告書」（平成 25 年 2 月）より引用）

## ■資料 1 - 2

### 【米国カリフォルニア州の電力危機】

- ・平成 12 年夏から翌年にかけて米国カリフォルニア州において生じた、電気料金の高騰や輪番停電（計画停電）の実施といった電気事業、電力市場における一連の混乱のこと。

#### <原因および経緯>

- ・平成 10 年にカリフォルニア州で小売の全面自由化が始まったが、その制度設計上において以下のような問題があったと言われています。

①既存電力会社の市場支配力を緩和するため、大手電力会社 3 社に対して大部分の発電所の売却が要請された。

②大手電力会社 3 社のみが卸売市場からの電力調達を義務づけられた。

③大手電力会社 2 社の小売料金が時限措置として自由化前の水準に凍結された。

- ・また、需給ひっ迫の構造的な要因として、次のような点が言われています。

①ITブームと好景気により電力需要が事前の予想を上回ったにも関わらず、発電事業者は発電所を新設すると州の厳しい環境規制により高コストになると考え、新設には消極的な姿勢だった。

②カリフォルニア州の南北間をつなぐ送電線の容量が十分でなく、南部と北部間での電力の融通に支障をきたしていた。

- ・このような中、平成 12 年夏には天然ガス価格の上昇、猛暑など様々な要因も重なって電力卸売価格が上昇を始め、小売料金が凍結されていない電力会社の電気料金が大幅に上昇し、小売料金が凍結されている電力会社は卸売価格上昇を転嫁することができず逆ざやにより経営状態が悪化していきました。

- ・この要因の一つには、発電事業者がピーク時に設備停止を行い意図的に卸売価格をつり上げた疑いもあると言われています。

- ・平成 12 年冬には、電力会社からの代金回収が危うくなった発電事業者は、売り渋りを行うようになり、十分な電力を調達できなくなった電力会社は大規模な輪番停電（計画停電）を行うところまで追い込まれました。

#### <総括>

- ・このカリフォルニア電力危機は、電力自由化の制度設計が不十分であったことが大きな原因であると言われています。発電能力の維持・増強を可能とするためには固定価格など制度上の制約を取り除いておく必要があります。一方、同時に、送電線容量を適正に確保するための方策として、送電設備の能力を維持・増強するための設備投資のインセンティブなどが必要といえます。

（参考文献：第 3 回電気事業分科会 参考資料「カリフォルニア州の電力危機と PJM の概要」）

【松永安左エ門「電力統制私見」の要旨】

資料 松永安左エ門の『電力統制私見』(昭和3年5月1日発表)の要旨

第1. 統制案

- (1) 公益事業として電気供給事業は、原則として供給地域内独占たるべきこと、すなわち一区域一会社主義たるべきこと。
- (2) 発電会社は小売会社に集業せしめ、需給の間に喰い違いを起し、会社の利害異なるため、競争を惹起する弊源を断つべきこと(立体的統制による自給自足)。
- (3) 一地域の統制成れば、過不足の調整、火力予備の共通のため、他地域と連絡をとること(水平的統制)。
- (4) 地域を北海道・東北・関東・北陸・東海・関西・中国・四国・九州に分かつ。地域内小売会社は合併せしむること。ただし合併困難なる小売業者間は、生産プールを設けること。
- (5) 官営・市営による電気の需要はその地域内小売会社より購入して全電力の負荷率・散荷率を向上せしめ、能率の発揮により、国費を節約すること。

第2. 監督案

- (1) すでに独占を原則とする以上、現在の技術的監督のほか、会社の内容に立ち入り、その財政営業を厳しく監督すべきこと。
- (2) 料金は認可制度とすべきこと。
- (3) 工事行政の統一を図るべきこと。
  - 1) 一定の小売区域を有せざる事業者が発電着手を許さざること。ただし自家用発電はその種類および容量により規定をもって許可すること(自家発電法規の制定)。
  - 2) 既設小売会社の区域内において、その発電配電を許可せられたるものにして、公益上、殊に需給上必要なしと認めらるるものに対しては、その許可命令期間を延長し、その工事の着手を延期または中止すべきこと、併せて既供給区域許可に関し整理を為すべきこと。
  - 3) 送電線の共通連絡——火力予備の共通プール設定、その利用ならびに送・配電線の共通使用に関する規定の制定。
  - 4) 公益委員会を常設し、監督諮問機関たらしむること。

(出典)前掲『東邦電力史』

(出典：「中部地方電気事業史（上巻）」

なお、出典の引用元は「東邦電力史」

## ■資料 1 - 4

### 【垂直一貫体制により実現しているメリット】

#### ◆発電設備に見合った電力流通設備の一体的形成による経済合理性

電力の安定供給には、将来需要を的確に把握し適正な予備力を確保したうえで電力供給設備を建設することが必要です。日本は国土が狭く電力供給設備の建設適地が限られ、用地取得も容易ではないため、建設には長いリードタイムを要します。また、巨額のコストを要することもあります。このため、**長期的な視点で発電所とそれに見合った電力流通設備の建設もセットにして設備計画を行い、系統安定度などを考慮し安定した供給力を確保しながら、過剰な設備をつくることなく、経済合理性のあるネットワークの構築を実現しています。**

#### ◆適正電圧維持の確保

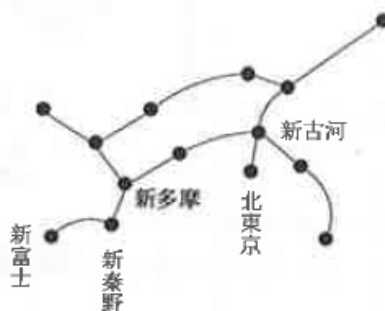
電気事業法第 26 条第 1 項には、「電気事業者は、その供給する電気の電圧及び周波数の値を経済産業省令で定める値に維持するように努めなければならない。」とあります。

その具体的数値については、電気事業法施行規則第 44 条に、**需要家側での許容電圧範囲は「 $101\pm 6V$ 、 $202\pm 20V$  に維持するように努めなければならない。」**と規定されています。

系統電圧は最終的にこれらの低圧の規定値を満足させるとともに、上位の電圧において需要家設備も含めて電力機器が正常に機能する範囲内に調整する必要があります。このため電力系統の電圧・無効電力潮流を監視し、運用目標電圧の範囲内に収まるように、発電機の無効電力調整や変圧器、調相設備など変電設備の制御等により、一体となって適正な電圧維持に努めています。

#### ◆適正電圧が維持できず大規模停電に至った事例（東京大停電（昭和 62 年 7 月））

- ・ 停電の規模： 8,186MW、最長 3 時間 21 分
- ・ 一次原因： 需要急増による電圧不安定現象
- ・ 概要： 当日は記録的な猛暑の中、13 時以降、需要は 40 万 kW/分という前例のない速さでの増加が起きた。これとともに無効電力消費量が急増し、系統電圧が低下し始め、電圧降下対策として系統内のコンデンサの全量が投入された。しかし、電圧低下はさらに進行し、これによって複数地点で保護リレーが動作し、広範囲の地域が停電となった。事故原因は、無効電力の急増に対して供給が追従できなかったことによる電圧安定性問題と呼ばれる現象であった。



(出典：電気学会技術報告 第 641 号「保護リレーシステム基本技術体系」)

- ・対応：再発防止対策として、①需要増加時の系統電圧高め運用、②電力用コンデンサおよび静止形無効電力補償装置（SVC）の設置、③火力機の周波数変動に対する応答性の機能維持などを図っている。

◆供給力確保と設備保全を両立する作業計画調整

電力会社において発電設備や電力流通設備の設備点検などの作業調整を行う際には、供給力確保と設備保全が両立するよう、系統運用部門と発電部門、電力流通設備部門が連携して作業計画を策定しています。停電の社会的影響は大きいため、設備点検作業は春や秋の比較的電気の使用量が少ない軽負荷期に集中して実施したり、工事中は別の送電ルートに変更するなど、停電による影響を軽減するための調整を行っています。

このように、電力供給設備の作業調整をはじめ発電特性を最大限に生かした効率的な系統運用、供給信頼度の確保には、発電や電力流通、系統運用の各部門間の密接な情報交換が不可欠であるといえます。

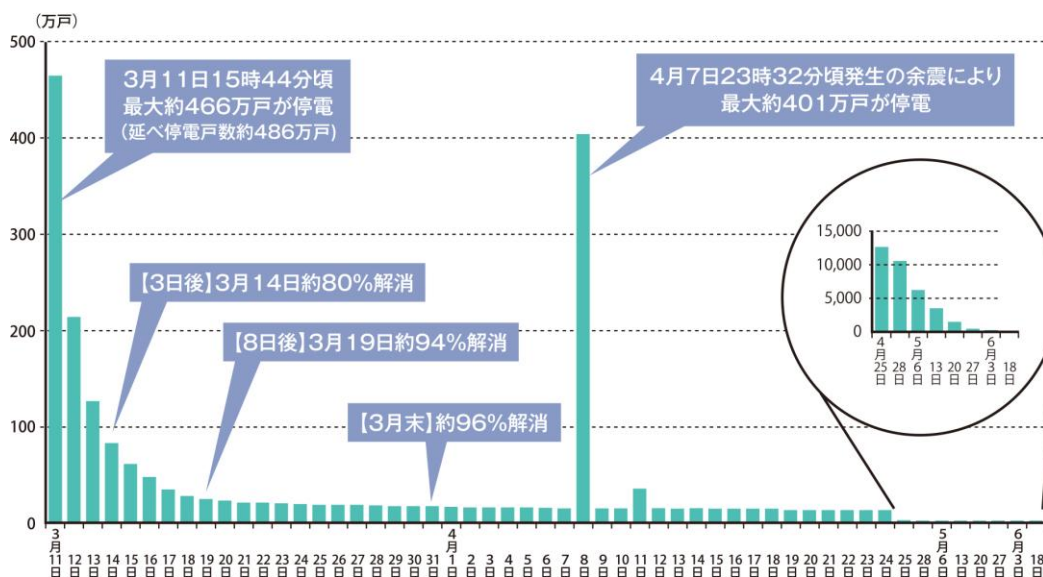
◆大規模災害時の早期復旧

大規模災害による広範囲の停電や供給力不足の解消にあたっては、一元的な指揮命令により発電・電力流通をトータルで管理し、適切に各現場に指示を出すことで、安全かつ早期の復旧が可能となります。

東日本大震災で大規模な設備被害を受けたが、垂直一貫体制のもとで、それぞれの機能が密接に連携して対応できたことが早期復旧の要因の一つといえます。

東日本大震災における停電戸数の推移（東北電力）

●停電戸数の推移

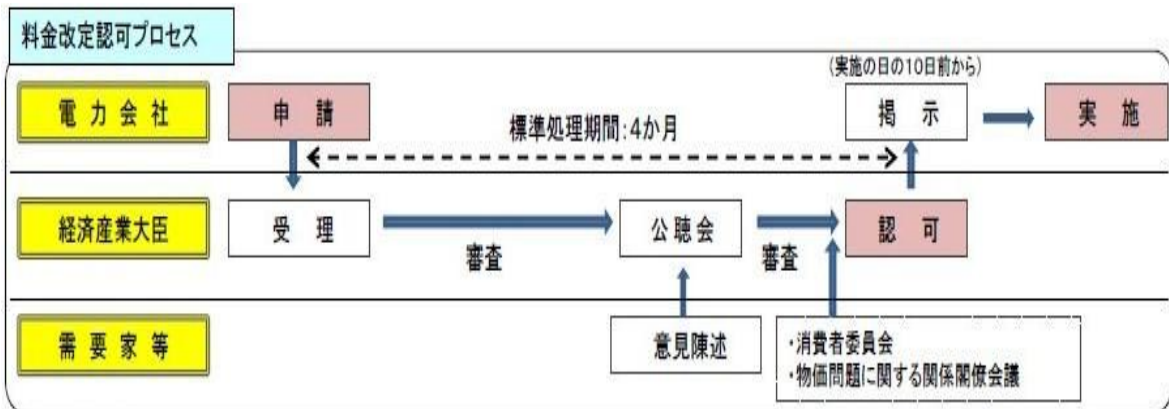
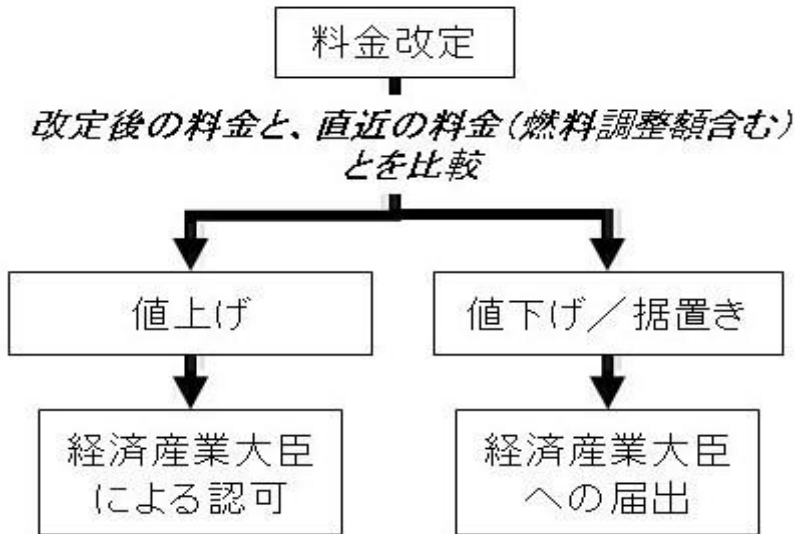


※1: 停電戸数は、3月11日については同日の15時44分現在、4月8日は3時現在の数値を表しており、それ以降は停電状況を公表した日の最終報の戸数となっている。  
 ※2: 4月25日以降は、「津波等で公共的なインフラ、お客さま家屋等が流出してしまった地域のお客さま」等は含まない戸数となっている。

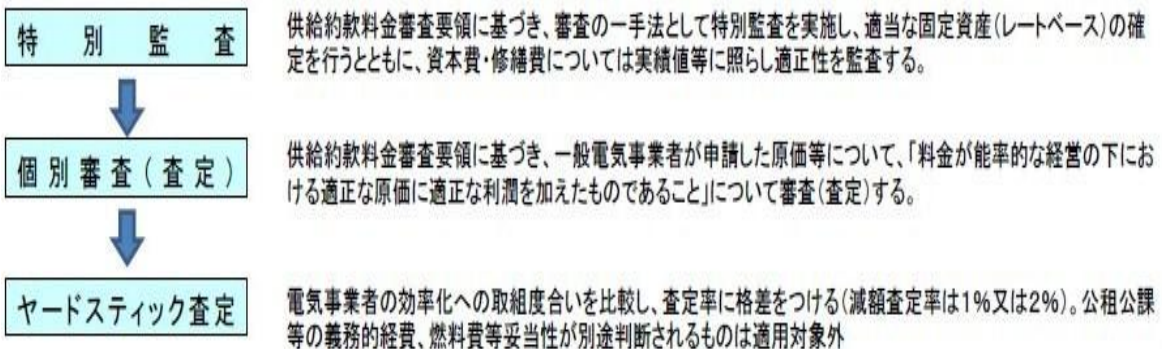
(出典：東北電力株式会社「とどける」)



【電気料金改定の手続き】



【審査の方法】

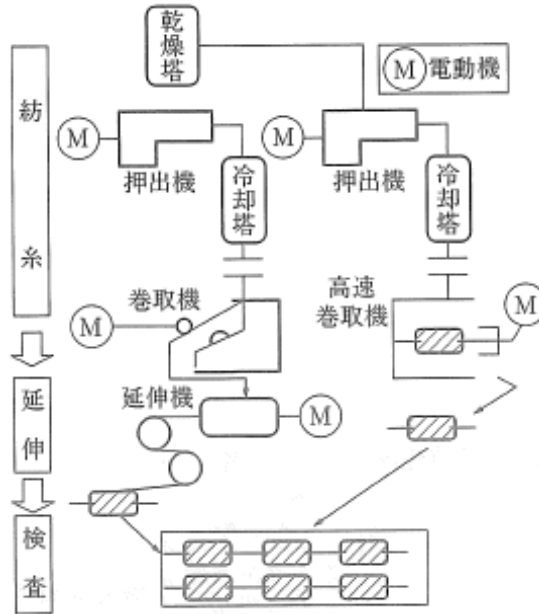


(出典：「電気料金制度・運用見直しに係る有識者会議報告書」(平成 24 年 3 月))

【周波数変動による需要側、供給側への影響例】

<周波数変動による需要側への影響例>

- ・周波数変動により、繊維の紡糸延伸工程に用いる電動機に回転数変動が生じる
- ・電動機の回転数変動に事例、製品ムラが発生



<周波数変動による供給側への影響例>

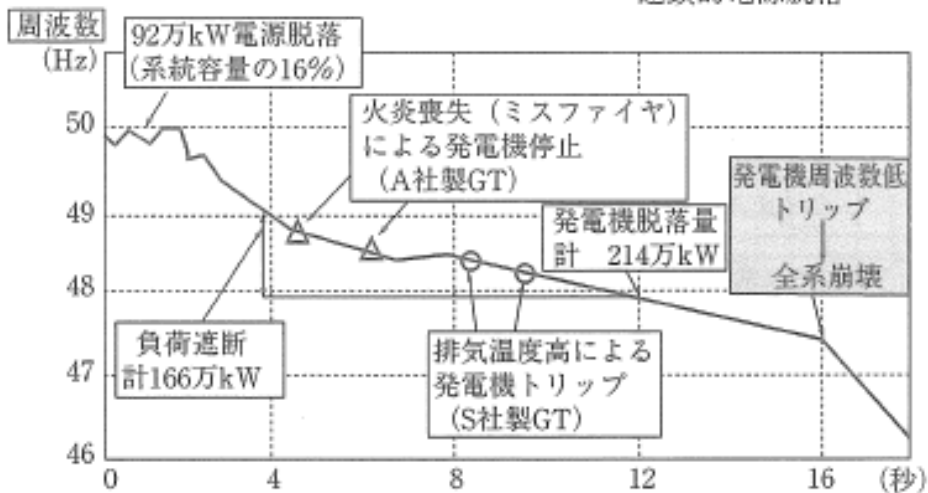
- ・周波数が維持されなければ、発電機の連鎖トリップによる系統崩壊の可能性あり

－マレーシアでの停電事故－

日 時：1996.8.3

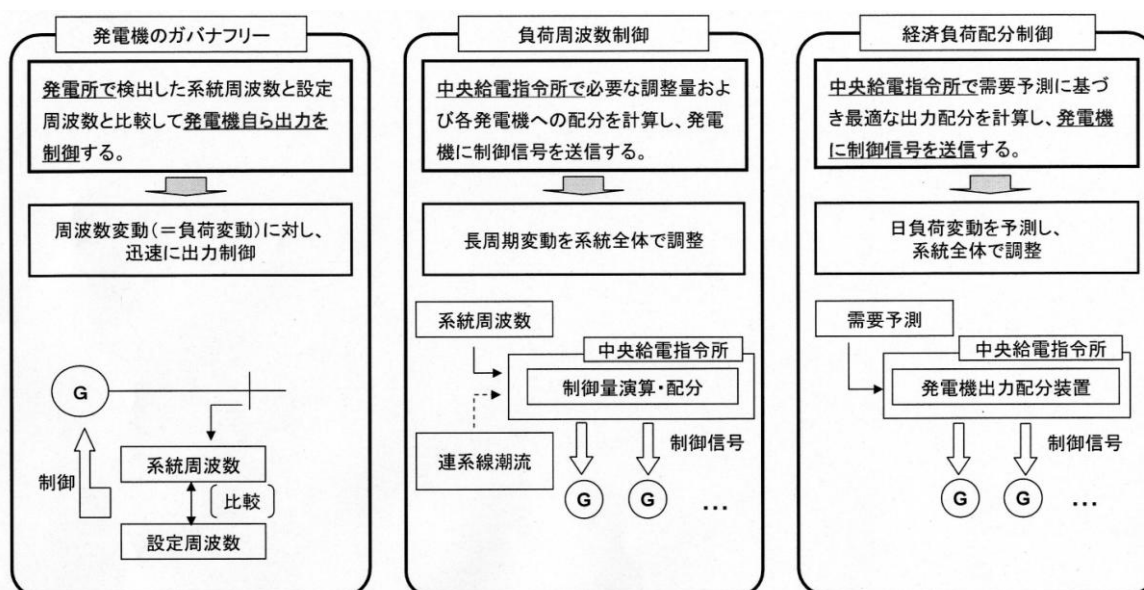
供給支障：576万kW（全停電）

原 因：①母線事故による電源脱落→②周波数低下による連鎖的電源脱落



(出典：電気協同研究会 第55巻 第3号「電力品質に関する動向と将来展望」)

【周波数制御の概要】



※ガバナフリー運転（発電機のカバナフリー）

ガバナとは、回転機の调速機のこと。ガバナフリー運転とは、このガバナ動作に負荷制限器（ロード・リミッター）による制限を設けず、周波数の変動に対して自由にガバナを応動させて運転する状態。

※負荷周波数制御（LFC：Load Frequency Control）

電力系統の周波数偏差、連系線潮流の変動を検出して制御信号を発電所に伝送し、発電所出力を自動制御することにより、系統周波数を基準値に保持する制御。

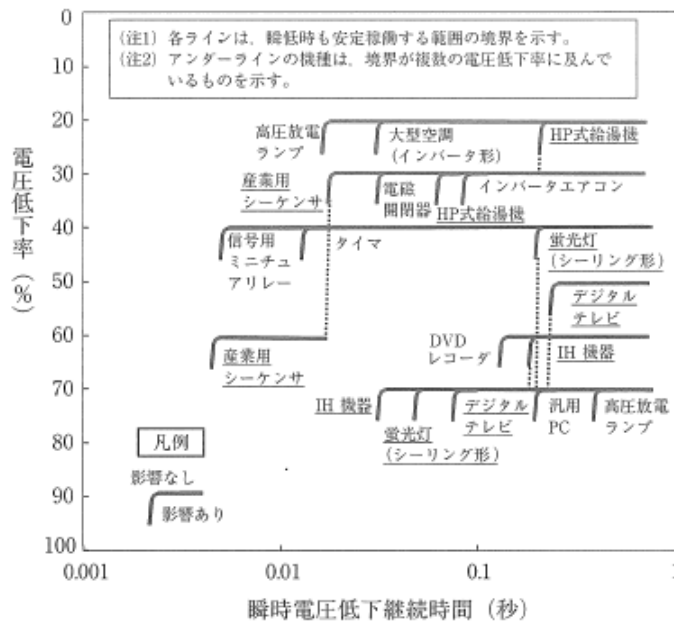
※経済負荷配分制御（EDC：Economic Load Dispatching Control）

電力需要の変化に応じて、効率の異なる各火力・水力発電機の経済的な出力配分を計算し、発電機出力を制御。

（出典：電力系統利用協議会「電力系統利用に関する技術資料」）

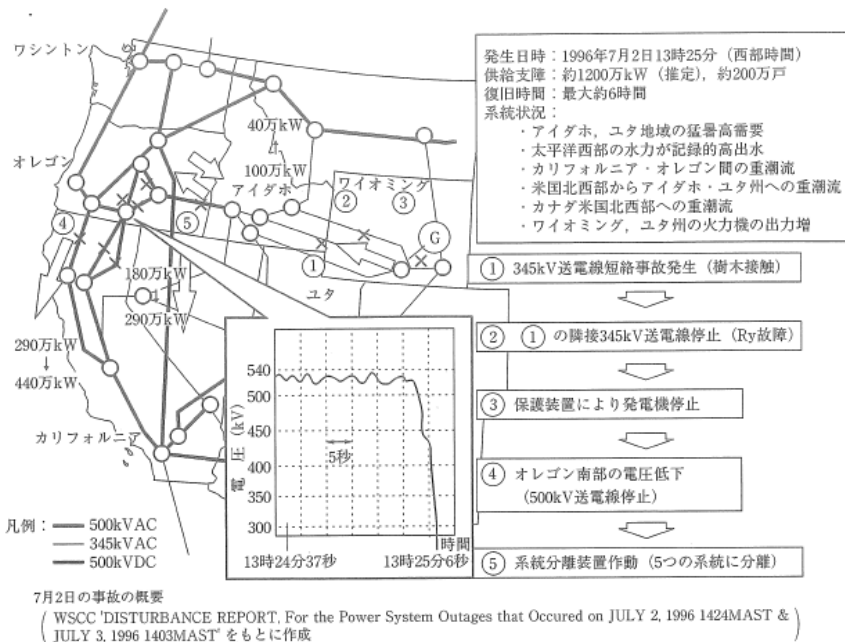
＜電圧変動による需要側への影響例＞

| 電圧低下による影響    |                 | 電圧ディップによる影響 |        |
|--------------|-----------------|-------------|--------|
| 5%程度の電圧低下    |                 | 業 種         | 停止機器   |
| 業 種          | 影 響 内 容         | 上・下水道       | ポンプ    |
| 紡績他製造業       | モーター焼損          | 空 港         | 無線・放電灯 |
| 食品, 紡績, 理髪店他 | クーラーがとまった       | 新聞社         | 輪 転 機  |
| 食 品 他        | 27リレーが動作した      | 病 院         | 医療機器   |
| 病 院          | X線の写りが悪い        |             | etc.   |
| 製 造 業        | 精密機械を使った検査ができない |             |        |



＜電圧変動による供給側への影響例＞

- ・電圧が維持されなければ、大規模停電に至る可能性あり。

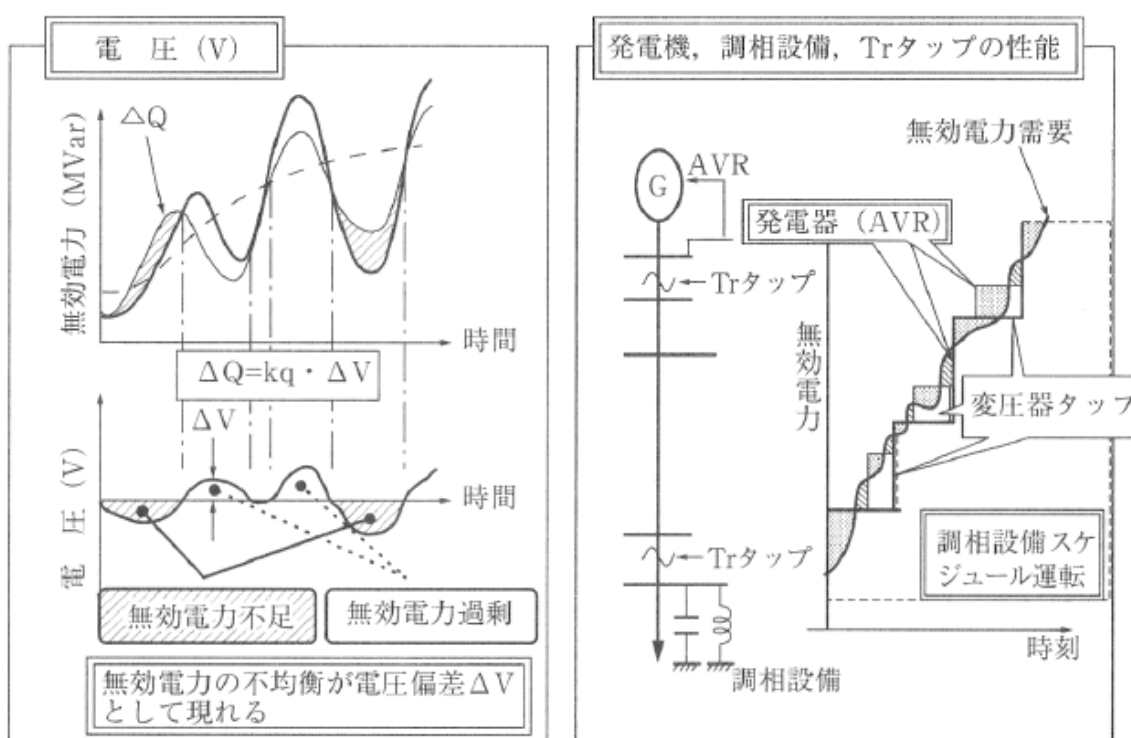


(出典：電気協同研究会 第55巻 第3号「電力品質に関する動向と将来展望」)

■資料 2-4

< 電圧制御の概要 >

- 有効電力と周波数の関係と同様に無効電力の需給不平衡が電圧偏差  $\Delta V$  となって現れます。
- 無効電力はロスが大きく、遠くに運べないという特性があります。
- このため、有効電力制御とは異なり、電圧はノード単位で無効電力バランスをとる必要があり、発電機ばかりでなく、変電設備である調相設備（電力用コンデンサ、分路リアクトル等）や変圧器の負荷時タップ切替器を使ってローカルで制御しています。
- 調相設備はスケジュール運転し、タップは低圧側電圧を一定にするように個別の制御を行い、残差は発電機の自動電圧制御（AVR）により吸収しています。



(出典：電気協同研究会 第55巻 第3号「電力品質に関する動向と将来展望」)

■資料 2-5

＜電源のベストミックス＞

◇1970年代のオイルショックは石油火力に依存してきた電力業界に極めて深刻な影響を与えました。その後、オイルショックの経験を踏まえ、電力各社は国のエネルギー政策に沿って、石油依存度を低減させるため、原子力、LNG火力、石炭火力、水力など電源の多様化、エネルギーの「ベストミックス」を進めてきました。

◇火力発電は、発電電力量の調整がしやすい反面、燃料費とCO<sub>2</sub>排出量の削減という大きな課題を負っています。燃料別で見ると以下のような特性を持ちます。

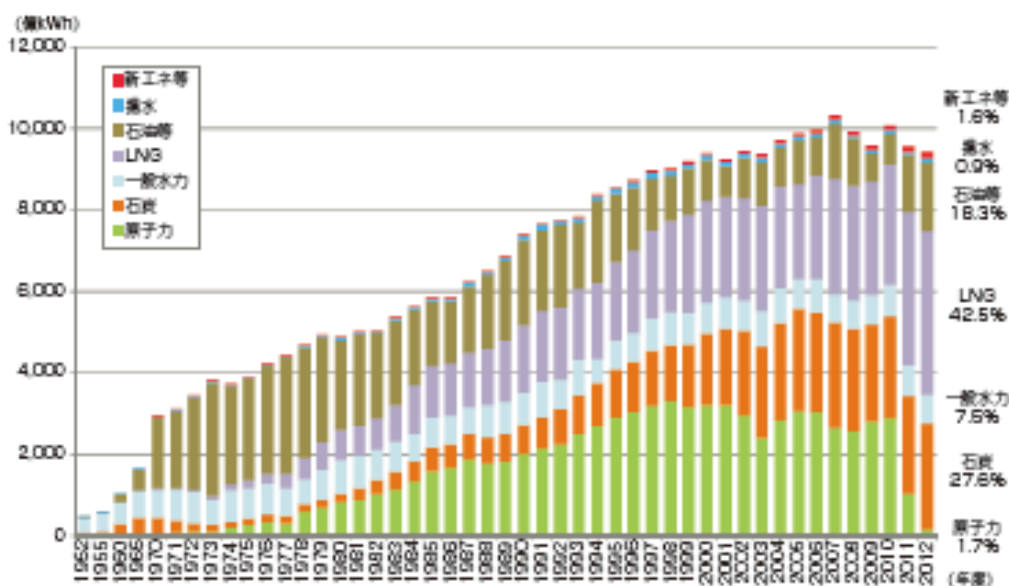
- ・石油は石炭やLNGと比べて運搬や備蓄など取扱いが容易であるが、燃料単価が高く、国際情勢などにより燃料価格が変動しやすい。
- ・石炭はCO<sub>2</sub>排出抑制などの環境対策を求められるものの埋蔵量が豊富で燃料費が安い。
- ・LNGは安定的な調達が可能で発電時のCO<sub>2</sub>排出量が石炭や石油と比べて少ない。

◇こうした燃料別の特性を考慮して、燃料費が安価な石炭火力は24時間稼動するベース電源、CO<sub>2</sub>排出量の少ないLNG火力はミドル電源やベース電源、燃料費が高価な石油火力は電力需要が増える時間帯でのピーク電源として位置づけています。

◇原子力発電は、燃料供給・価格面で長期的な安定性を有していること、CO<sub>2</sub>など環境負荷が少なく環境特性に優れていることから、ベース供給力の中核を担う電源と位置づけられます。ただし、安全性の確保が大前提であるため、シビアアクシデント対策や高経年化への対応を確実に実施していくことが重要です。

◇水力発電は純国産エネルギーであり、CO<sub>2</sub>など環境負荷の面で優れている。流込式は需要の変化に見合った出力調整が行えないためベース負荷を分担し、水力資源の有効利用を主眼として運用されます。また、貯水池式、調整池式は調整力として、揚水発電は、瞬時負荷追従能力に優れており、ピーク供給力として運用されます。

発電電力量の推移（一般電気事業者用）



（出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書 2014」）

■資料 2-6

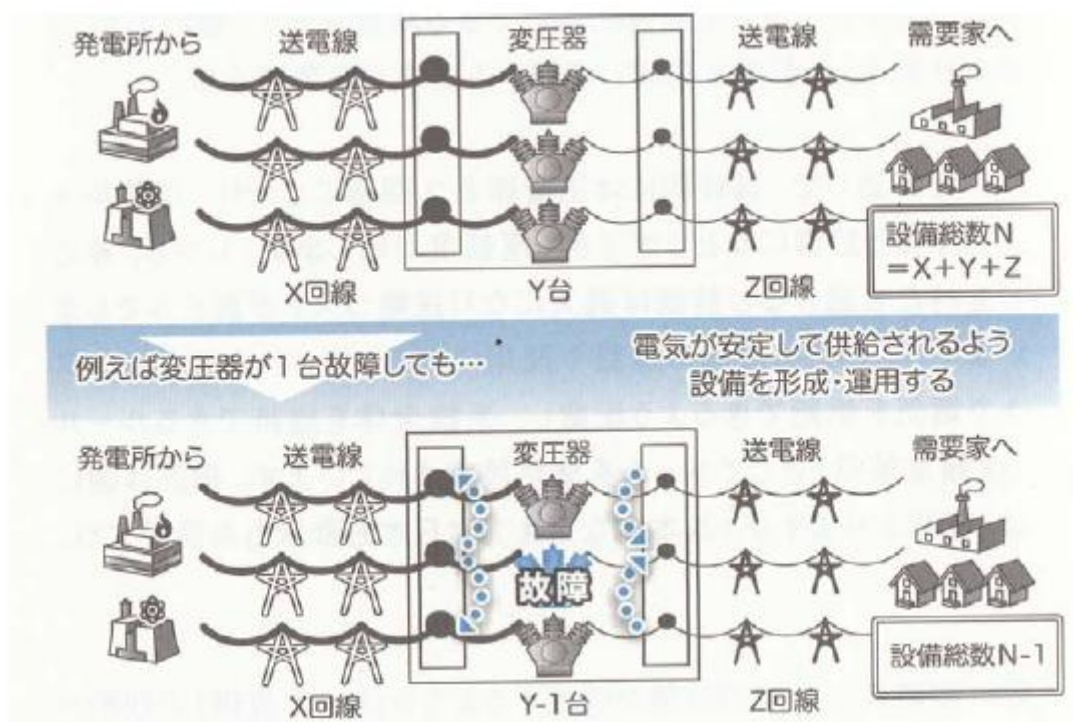
<流通設備の信頼度基準>

◇電力系統を構成する送変電設備の多くは自然環境に直接さらされているため、雷撃や風雨あるいは鳥獣接触などを原因とする電氣的な故障が発生しますが、その度に電力系統の安定運用が損なわれたり、広範囲な停電が発生したりすることがないようにする必要があります。しかし、すべての故障に対して安定運用を維持、あるいは停電を回避しようとする必要があり、電力輸送能力の非常に高い電力系統を施設したうえで、限界に対して十分な余裕をもって電力系統を運用する必要が生じるため、経済的合理性が損なわれます。そこで、電力系統の安定運用と経済合理性のバランスを図るための指標として信頼度基準を定めています。

◇流通設備計画は、確定論に基づくN-1基準、すなわち、系統中のいかなる要素の一つが欠けても安定な電力供給が維持できることを基準として立案しています。例えば、並行2回線送電線の1回線に故障が発生した場合（N-1故障）には、原則として供給支障が発生しないよう、送電線に短時間過負荷容量の超過が発生しないようにしています。N-2故障（機器・装置の2箇所以上の故障）に対しては、停電規模などの社会的影響や設備増強あるいは運用制約が経済的合理性に与える影響などを多面的に考慮して個別に評価しています。

（出典：電気学会技術報告 第1100号「電力系統の利用を支える解析・運用技術」）

N-1基準の考え方



（出典：電気新聞「Dr. オカモトの系統ゼミナール」）

## ■資料 2-7

### < 流通設備の故障低減対策 >

電力会社において、電力流通設備の故障低減対策として、以下のような対策が実施されています。

#### 【架空送電設備】

- ◇架空送電線は臨海部、都市部、平野部、山岳部など様々な立地条件の中を経過しているため、風雨、氷雪や雷等の自然の脅威を受けるだけでなく、カラスやヘビ、竹や樹木の接触、送電線付近で行われる工事用のクレーン車接近など、外部から受ける障害も少なくありません。このため、常に送電線路の現況を把握するため、徒歩やヘリコプターによる定期巡視のほか、線下付近の状況変化や時期に応じて適宜行い、設備故障や事故の未然防止に努めています。
- ◇また、故障復旧の迅速化と保守の効率化のため、例えば、故障時の系統端子の電圧・電流値を収集して距離を評定する装置、多端子系統における故障区間を検出する装置、鉄塔には故障電流の有無によって故障表示させる装置などを設置し、故障点の早期発見に活用しています。
- ◇さらに、以下のような設備対策により故障の未然防止も行っています。
  - 雷害対策：酸化亜鉛素子を利用した送電用避雷装置の効果的な設置など
  - 鳥害対策：鳥が充電部に接近しないような種々の装置や接触しても絶縁を確保できる小ギャップ式鳥害防止装置など
  - 雪害対策：絶縁スパーサ、難着雪リングなど

#### 【地中送電設備】

- ◇地中送電線の主な事故原因は公衆の故意過失や自然劣化であり、前者は道路工事による管路・ケーブルの損傷等による事故で、これを防ぐために巡視や管路の損傷有無の点検、補修などを行っており、後者の電気性能劣化による事故を防止するためにケーブルの残存性能を把握する点検などを行っています。
- ◇また、事故時には、故障電流の差の検出により事故区間を限定したのち、事故点を探査するなど早期復旧を図っています。

#### 【変電設備】

- ◇変電設備では、ガス絶縁開閉装置（GIS）等の機器のコンパクト化、パッケージ化および酸化亜鉛型避雷器の設置などにより、設備信頼度の向上とともに、省スペース化、設備設計の合理化によるコストダウンに努めています。

#### 【配電設備】

- ◇配電設備では、がいしの耐塩化や耐雷機能内蔵機器など機材の高品質化のほか、故障停電時の停電区間の縮小化・早期送電を目指した配電自動化システムの導入を図り、経済的かつ信頼度の高い系統構築に努めています。



■資料 3-1

【日本の主要発電所（原子力）】

(平成24年4月末現在)

|             | 事業者        | 発電所/号機      | 所在地        | 型式       | 認可出力<br>(万kW) | 運転年月        |
|-------------|------------|-------------|------------|----------|---------------|-------------|
| 運<br>転<br>中 | 日本原子力発電(株) | 東海第二        | 茨城県東海村     | BWR      | 110.0         | 昭和53年11月28日 |
|             |            | 敦賀(1号)      | 福井県敦賀市     | BWR      | 35.7          | ◇ 45年3月14日  |
|             |            | 敦賀(2号)      | ◇          | PWR      | 116.0         | ◇ 62年2月17日  |
|             | 北海道電力(株)   | 泊(1号)       | 北海道泊村      | PWR      | 57.9          | 平成元年6月22日   |
|             |            | 泊(2号)       | ◇          | ◇        | 57.9          | ◇ 3年4月12日   |
|             |            | 泊(3号)       | ◇          | ◇        | 91.2          | ◇ 21年12月22日 |
|             | 東北電力(株)    | 女川原子力(1号)   | 宮城県女川町、石巻市 | BWR      | 52.4          | 昭和59年6月1日   |
|             |            | 女川原子力(2号)   | ◇          | ◇        | 82.5          | 平成7年7月28日   |
|             |            | 女川原子力(3号)   | ◇          | ◇        | 82.5          | ◇ 14年1月30日  |
|             |            | 東通原子力(1号)   | 青森県東通村     | ◇        | 110.0         | ◇ 17年12月8日  |
|             | 東京電力(株)    | 福島第一原子力(5号) | 福島県双葉町     | BWR      | 78.4          | 昭和53年4月18日  |
|             |            | 福島第一原子力(6号) | ◇          | ◇        | 110.0         | ◇ 54年10月24日 |
|             |            | 福島第二原子力(1号) | 福島県楢葉町     | BWR      | 110.0         | ◇ 57年4月20日  |
|             |            | 福島第二原子力(2号) | ◇          | ◇        | 110.0         | ◇ 59年2月3日   |
|             |            | 福島第二原子力(3号) | 福島県富岡町     | ◇        | 110.0         | ◇ 60年6月21日  |
|             |            | 福島第二原子力(4号) | ◇          | ◇        | 110.0         | ◇ 62年8月25日  |
|             |            | 柏崎刈羽原子力(1号) | 新潟県柏崎市     | BWR      | 110.0         | ◇ 60年9月18日  |
|             |            | 柏崎刈羽原子力(2号) | ◇          | ◇        | 110.0         | 平成2年9月28日   |
|             |            | 柏崎刈羽原子力(3号) | ◇          | ◇        | 110.0         | ◇ 5年8月11日   |
|             |            | 柏崎刈羽原子力(4号) | ◇          | ◇        | 110.0         | ◇ 6年8月11日   |
| 柏崎刈羽原子力(5号) |            | 新潟県柏崎市、刈羽村  | ◇          | 110.0    | ◇ 2年4月10日     |             |
| 中部電力(株)     | 浜岡原子力(3号)  | 静岡県御前崎市     | BWR        | 110.0    | 昭和62年8月28日    |             |
|             | 浜岡原子力(4号)  | ◇           | ◇          | 113.7    | 平成5年9月3日      |             |
|             | 浜岡原子力(5号)  | ◇           | ABWR       | 138.0    | ◇ 17年1月18日    |             |
| 北陸電力(株)     | 志賀原子力(1号)  | 石川県志賀町      | BWR        | 54.0     | 平成5年7月30日     |             |
|             | 志賀原子力(2号)  | ◇           | ABWR       | 120.6    | ◇ 18年3月15日    |             |
| 関西電力(株)     | 美浜(1号)     | 福井県美浜町      | PWR        | 34.0     | 昭和45年11月28日   |             |
|             | 美浜(2号)     | ◇           | ◇          | 50.0     | ◇ 47年7月25日    |             |
|             | 美浜(3号)     | ◇           | ◇          | 82.6     | ◇ 51年12月1日    |             |
|             | 高浜(1号)     | 福井県高浜町      | PWR        | 82.6     | ◇ 49年11月14日   |             |
|             | 高浜(2号)     | ◇           | ◇          | 82.6     | ◇ 50年11月14日   |             |
|             | 高浜(3号)     | ◇           | ◇          | 87.0     | ◇ 60年1月17日    |             |
|             | 高浜(4号)     | ◇           | ◇          | 87.0     | ◇ 60年6月5日     |             |
|             | 大飯(1号)     | 福井県おおい町     | PWR        | 117.5    | ◇ 54年3月27日    |             |
|             | 大飯(2号)     | ◇           | ◇          | 117.5    | ◇ 54年12月5日    |             |
|             | 大飯(3号)     | ◇           | ◇          | 118.0    | 平成3年12月18日    |             |
| 大飯(4号)      | ◇          | ◇           | 118.0      | ◇ 5年2月2日 |               |             |

|                                 | 事業者        | 発電所/号機    | 所在地        | 型式          | 認可出力<br>(万kW) | 運転年月        |
|---------------------------------|------------|-----------|------------|-------------|---------------|-------------|
| 運<br>転<br>中                     | 中国電力(株)    | 島根原子力(1号) | 島根県松江市     | BWR         | 46.0          | 昭和49年3月29日  |
|                                 |            | 島根原子力(2号) | ◇          | ◇           | 82.0          | 平成元年2月10日   |
|                                 | 四国電力(株)    | 伊方(1号)    | 愛媛県伊方町     | PWR         | 56.6          | 昭和52年9月30日  |
|                                 |            | 伊方(2号)    | ◇          | ◇           | 56.6          | ◇ 57年3月19日  |
|                                 |            | 伊方(3号)    | ◇          | ◇           | 89.0          | 平成6年12月15日  |
|                                 | 九州電力(株)    | 玄海原子力(1号) | 佐賀県玄海町     | PWR         | 55.9          | 昭和50年10月15日 |
|                                 |            | 玄海原子力(2号) | ◇          | ◇           | 55.9          | ◇ 56年3月30日  |
|                                 |            | 玄海原子力(3号) | ◇          | ◇           | 118.0         | 平成6年3月18日   |
|                                 |            | 玄海原子力(4号) | ◇          | ◇           | 118.0         | ◇ 9年7月25日   |
|                                 |            | 川内原子力(1号) | 鹿児島県薩摩川内市  | PWR         | 89.0          | 昭和59年7月4日   |
| 川内原子力(2号)                       | ◇          | ◇         | 89.0       | ◇ 60年11月28日 |               |             |
| 小 計                             |            |           |            | 50基         | 4,614.8       |             |
| 建設中                             | 東京電力(株)    | 東通原子力(1号) | 青森県東通村     | ABWR        | 138.5         | 未定          |
|                                 | 中国電力(株)    | 島根原子力(3号) | 島根県松江市     | ABWR        | 137.3         | 未定          |
|                                 | 電源開発(株)    | 大間原子力     | 青森県大間町     | ABWR        | 138.3         | 未定          |
| 小 計                             |            |           |            | 3基          | 414.1         |             |
| 運<br>転<br>中<br>の<br>予<br>備<br>中 | 日本原子力発電(株) | 敦賀(3号)    | 福井県敦賀市     | APWR        | 153.8         | 未定          |
|                                 |            | 敦賀(4号)    | ◇          | ◇           | 153.8         | 未定          |
|                                 | 東北電力(株)    | 東通原子力(2号) | 青森県東通村     | ABWR        | 138.5         | 未定          |
|                                 |            | 浪江・小高原子力  | 福島県小高町、浪江町 | BWR         | 82.5          | 未定          |
|                                 | 東京電力(株)    | 東通原子力(2号) | 青森県東通村     | ABWR        | 138.5         | 未定          |
|                                 | 中部電力(株)    | 浜岡原子力(6号) | 静岡県御前崎市    | ABWR        | 140.0         | 未定          |
|                                 | 中国電力(株)    | 上関原子力(1号) | 山口県上関町     | ABWR        | 137.3         | 未定          |
|                                 | 中国電力(株)    | 上関原子力(2号) | ◇          | ◇           | 137.3         | 未定          |
| 九州電力(株)                         | 川内原子力(3号)  | 鹿児島県薩摩川内市 | APWR       | 159.0       | 未定            |             |
| 小 計                             |            |           |            | 9基          | 1,240.7       |             |
| 合 計                             |            |           |            | 62基         | 6,269.6       |             |

(参考)

| 運<br>転<br>(完<br>電<br>停<br>止) | 事業者         | 発電所/号機      | 所在地      | 型式     | 認可出力<br>(万kW)  | 運転年月                               |
|------------------------------|-------------|-------------|----------|--------|----------------|------------------------------------|
| 日本原子力発電(株)                   | 東海          | 茨城東海村       | 茨城県東海村   | GCR    | 16.6           | 41年7月28日(運転開始) / 41年10月29日(運転停止)   |
|                              |             | 浜岡原子力(1号)   | 静岡県御前崎市  | BWR    | 54.0           | 51年3月15日(運転開始) / 平成21年1月30日(運転停止)  |
| 中部電力(株)                      | 浜岡原子力(2号)   | ◇           | ◇        | ◇      | 84.0           | 53年11月28日(運転開始) / 平成21年1月30日(運転停止) |
|                              |             | 福島第一原子力(1号) | 福島県大熊町   | BWR    | 46.0           | 46年3月26日(平成24年4月19日(廃止))           |
| 東京電力(株)                      | 福島第一原子力(2号) | ◇           | ◇        | ◇      | 78.4           | 49年7月18日(平成24年4月19日(廃止))           |
|                              |             | 福島第一原子力(3号) | ◇        | ◇      | 78.4           | 51年3月27日(平成24年4月19日(廃止))           |
|                              |             | 福島第一原子力(4号) | ◇        | ◇      | 78.4           | 53年10月12日(平成24年4月19日(廃止))          |
|                              |             | 日本原子力研究開発機構 | ふげん      | 福井県敦賀市 | ATR(原型炉)       | 16.5                               |
|                              | もんじゅ        | 福井県敦賀市      | FBR(原型炉) | 28.0   | 平成6年4月5日(運転停止) |                                    |

(注) BWR→沸騰水型軽水炉、PWR→加圧水型軽水炉、ABWR→改良型沸騰水型軽水炉、APWR→改良型加圧水型軽水炉、GCR→ガス冷却炉、ATR→新型炉種、FBR→高速炉種

【日本の主要発電所（火力）】

●全国主要火力発電所（150万kW以上）

（平成24年3月末現在）

| 発電所名          | 項目 | 所在地 | 最大出力<br>(1,000kW) | 運転開始年月   | 所属     |
|---------------|----|-----|-------------------|----------|--------|
| 富津 (L)        |    | 千葉  | 5,040             | 平成22年10月 | 東京電力   |
| 東新潟 (原・重・ガ・L) |    | 新潟  | 4,864             | 平成23年8月  | 東北電力   |
| 川越 (L)        |    | 三重  | 4,802             | 平成9年11月  | 中部電力   |
| 鹿島 (原・重)      |    | 茨城  | 4,400             | 昭和50年6月  | 東京電力   |
| 碧南 (石)        |    | 愛知  | 4,100             | 平成14年11月 | 中部電力   |
| 知多 (原・重・L)    |    | 愛知  | 3,966             | 平成8年8月   | 中部電力   |
| 広野 (原・重・石)    |    | 福島  | 3,800             | 平成16年7月  | 東京電力   |
| 袖ヶ浦 (L)       |    | 千葉  | 3,712.2           | 平成23年7月  | 東京電力   |
| 姉崎 (原・重・L・P)  |    | 千葉  | 3,605.6           | 平成23年4月  | 東京電力   |
| 千葉 (L)        |    | 千葉  | 3,548             | 平成23年9月  | 東京電力   |
| 横浜 (原・重・L)    |    | 神奈川 | 3,325             | 平成10年1月  | 東京電力   |
| 新名古屋 (L)      |    | 愛知  | 3,058             | 平成20年10月 | 中部電力   |
| 横須賀 (原・ガ・重)   |    | 神奈川 | 2,603.6           | 平成23年8月  | 東京電力   |
| 新大分 (L)       |    | 大分  | 2,295             | 平成10年7月  | 九州電力   |
| 海南 (原・重)      |    | 和歌山 | 2,100             | 昭和49年4月  | 関西電力   |
| 橋本 (石)        |    | 徳島  | 2,100             | 平成12年12月 | 電源開発   |
| 東扇島 (L)       |    | 神奈川 | 2,000             | 平成3年3月   | 東京電力   |
| 新地 (石)        |    | 福島  | 2,000             | 平成7年7月   | 相馬共同火力 |
| 松浦 (石)        |    | 長崎  | 2,000             | 平成9年7月   | 電源開発   |
| 原町 (石)        |    | 福島  | 2,000             | 平成10年7月  | 東北電力   |
| 堺港 (L)        |    | 大阪  | 2,000             | 平成22年9月  | 関西電力   |
| 濃美 (原・重)      |    | 愛知  | 1,900             | 昭和56年6月  | 中部電力   |
| 五井 (L)        |    | 千葉  | 1,886             | 平成6年7月   | 東京電力   |
| 御坊 (原・重)      |    | 和歌山 | 1,800             | 昭和60年3月  | 関西電力   |
| 南港 (L)        |    | 大阪  | 1,800             | 平成3年10月  | 関西電力   |
| 新小倉 (L)       |    | 福岡  | 1,800             | 昭和58年7月  | 九州電力   |
| 舞鶴 (石)        |    | 京都  | 1,800             | 平成22年8月  | 関西電力   |
| 知多第二 (L)      |    | 愛知  | 1,708             | 平成8年7月   | 中部電力   |
| 吉東厚真 (石)      |    | 北海道 | 1,650             | 昭和55年10月 | 北海道電力  |
| 姫路第二 (L)      |    | 兵庫  | 1,650             | 昭和48年11月 | 関西電力   |
| 川崎 (L)        |    | 神奈川 | 1,628             | 平成23年8月  | 東京電力   |
| 勿来 (重・石)      |    | 福島  | 1,625             | 昭和62年4月  | 常磐共同火力 |
| 富山新港 (石・原・重)  |    | 富山  | 1,500             | 昭和56年11月 | 北陸電力   |

(注) 1. (石) - 石炭、(原) - 原油、(重) - 重油、(ガ) - ガス、(L) - LNG、(P) - LPG  
2. 運転開始年月は、表中の出力を有する設備として運転開始した年月。

(出典) 電気事業連合会

【参考：日本の主要発電所（水力）】

●全国主要水力発電所（36万kW以上）

（平成24年3月末現在）

| 発電所名     | 項目 | 水系名     | 所在地   | 最大出力<br>(1,000kW) | 運転開始年月   | 所属   |
|----------|----|---------|-------|-------------------|----------|------|
| 奥多々良木(純) |    | 市川・円山川  | 兵庫    | 1,932             | 平成10年6月  | 関西電力 |
| 奥美濃(+)   |    | 木曾川     | 岐阜    | 1,500             | 平成7年11月  | 中部電力 |
| 新高瀬川(混)  |    | 信濃川     | 長野    | 1,280             | 昭和56年9月  | 東京電力 |
| 大河内(純)   |    | 市川      | 兵庫    | 1,280             | 平成7年6月   | 関西電力 |
| 奥吉野(+)   |    | 新宮川     | 奈良    | 1,206             | 昭和55年4月  | 関西電力 |
| 玉原(+)    |    | 利根川     | 群馬    | 1,200             | 昭和61年7月  | 東京電力 |
| 保野川(+)   |    | 旭川・日野川  | 岡山・鳥取 | 1,200             | 平成8年4月   | 中国電力 |
| 小丸川(+)   |    | 小丸川     | 富崎    | 1,200             | 平成23年7月  | 九州電力 |
| 新豊根(混)   |    | 天竜川     | 愛知    | 1,125             | 昭和48年10月 | 電源開発 |
| 今市(純)    |    | 利根川     | 栃木    | 1,050             | 平成3年12月  | 東京電力 |
| 下郷(+)    |    | 阿賀野川    | 福島    | 1,000             | 平成3年5月   | 電源開発 |
| 奥清津(+)   |    | 信濃川     | 新潟    | 1,000             | 昭和57年7月  | 電源開発 |
| 塩原(+)    |    | 那珂川     | 栃木    | 900               | 平成7年6月   | 東京電力 |
| 葛野川(+)   |    | 富士川・相模川 | 山梨    | 800               | 平成12年6月  | 東京電力 |
| 奥矢作第二(+) |    | 矢作川     | 愛知    | 780               | 昭和56年2月  | 中部電力 |
| 沼原(+)    |    | 那珂川     | 栃木    | 675               | 昭和48年11月 | 電源開発 |
| 安曇(混)    |    | 信濃川     | 長野    | 623               | 昭和45年8月  | 東京電力 |
| 南原(純)    |    | 太田川     | 広島    | 620               | 昭和51年7月  | 中国電力 |
| 本川(+)    |    | 吉野川     | 高知    | 615               | 平成15年3月  | 四国電力 |
| 奥清津第二(+) |    | 信濃川     | 新潟    | 600               | 平成8年5月   | 電源開発 |
| 天山(+)    |    | 六角川・松浦川 | 佐賀    | 600               | 昭和62年5月  | 九州電力 |
| 奥只見      |    | 阿賀野川    | 福島    | 560               | 平成15年6月  | 電源開発 |
| 神流川(純)   |    | 信濃川・利根川 | 長野・群馬 | 470               | 平成17年12月 | 東京電力 |
| 大平(+)    |    | 球磨川     | 熊本    | 500               | 昭和50年12月 | 九州電力 |
| 喜徳山(+)   |    | 淀川      | 京都    | 466               | 昭和45年7月  | 関西電力 |
| 第二沼沢(+)  |    | 阿賀野川    | 福島    | 460               | 昭和57年5月  | 東北電力 |
| 田子倉      |    | ◇       | ◇     | 400               | 平成24年5月  | 電源開発 |

(注) 1. (純) - 純流水式、(混) - 混合流水式  
2. 運転開始年月は、表中の出力を有する設備として運転開始した年月

(出典) 電気事業連合会

(出典：電気事業連合会ホームページ)

■資料 3-2

【日本の地勢的な特徴】

○細長い国土、島国

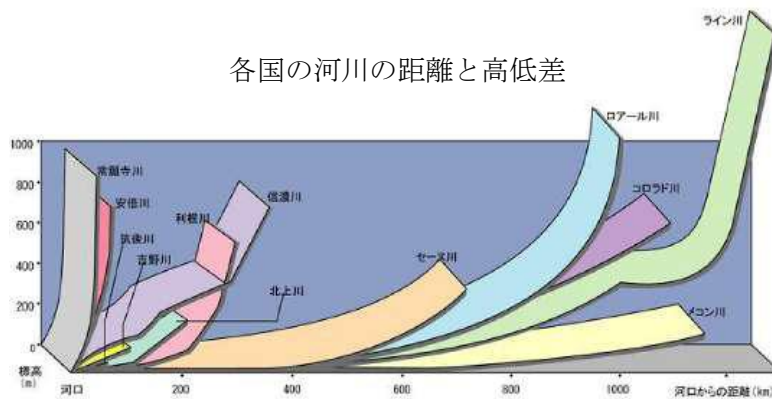
日本はアジア大陸の東側に3,000kmにわたって弧状に位置している島国であり、本州・四国・九州・北海道の四つの主な島のほか、散在する4,000余りの島から構成されています。

○山岳・森林地帯が多く、平野が比較的少ない

日本の国土の約3分の2は山地で、いくつかの火山脈が走っており、山あいでは深い峡谷を形成し、海岸線は複雑に入りこんでいます。

○河川の長さが短く、急勾配

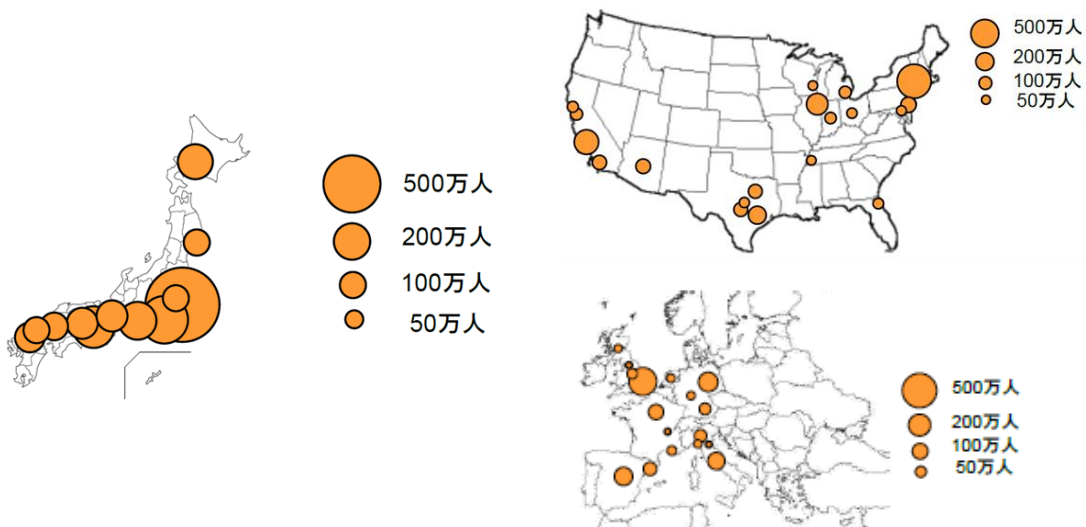
日本の河川は国土の面積が狭いために短くて急流が多く、最も長い信濃川でも367kmとなります。また、上流から下流への勾配が急で一気に海へ流れるのが特徴になります。急流は水力発電に適していますが、交通にはほとんど利用できず、洪水や水不足の危険があります。



○海岸部を中心とした狭いエリアに人口・産業が集中

日本は狭い国土の中で、人口の大部分が気候の温暖な太平洋沿岸部に100万人を超える大都市が密集し、そのため電力需要も当該地域に集中しています。一方、欧米は広い国土に対して、100万人を超える都市が分散しており、電力需要も分散していると言えます。

日米欧の人口分布



(出典：「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 参考資料集」)

なお、出典の引用元は動力協会資料「わが国の電力システムと大停電，自由化，CIGRE」より)

### ■資料3-3

#### 【エネルギー・セキュリティ（エネルギー安全保障）】

- ・ 電気は様々な一次エネルギーから作られますが、一つの一次エネルギーに偏ると、その燃料調達に支障が生じた場合など、エネルギーセキュリティが脅かされることになります。このため、エネルギーセキュリティの確保（燃料・資源調達の安定性）や環境性、経済性（3E）に加え安全性（S）をベースに勘案しながら、様々な一次エネルギーをバランス良く使っていくように、電源設備構成の最適化を行っていくことが重要となります。
- ・ 日本は、エネルギー資源に乏しく、約8割を輸入に依存しています。特に原油などの化石燃料は、特定の地域に偏在していること、埋蔵量に限りがあること、資源国の政治情勢が不安定なこと等の課題があります。
- ・ 我が国の原油の総輸入量の9割、LNGの総輸入量の3割を中東に依存しており、ホルムズ海峡封鎖などによる供給ひっ迫懸念が起きると安定的なエネルギー・電力供給に支障が生じる恐れがあります。また、近年では、新興国のエネルギー需要の急増や投機資金がエネルギー市場に流入することで資源価格が上昇するリスクもあります。
- ・ エネルギー白書（平成22年6月1日閣議決定）では、「エネルギー安全保障」概念の意義を「国民生活、経済・社会活動、国防等に必要な『量』のエネルギーを、受容可能な『価格』で確保できること」としています。そして、エネルギー安全保障を強化するためには、「エネルギー自給率等の改善を図ることによりエネルギー安全保障そのものを向上させるとともに、エネルギー安全保障を脅かしうる「リスク」を低減することを目指していくことが基本となる。」とされています。

#### エネルギー安全保障を脅かしうる主要なリスク

##### 1. 地政学的リスク

- (1) 各国（産資源国及び近隣国+輸送経路近隣国）の政治・軍事情勢（戦争、内戦、禁輸等）
- (2) 国際関係
- (3) 外交ツールとしての利用（原油禁輸、パイプラインの送ガス停止等）
- (4) 資源ナショナリズム（接收・国有化、課税引上げ、輸出規制等）
- (5) 消費国間の資源争奪（資源権益獲得競争、領土紛争等）
- (6) テロ、海賊等のリスクが顕在化
- (7) その他の地政学的リスク

##### 2. 地質学的リスク

- (1) 埋蔵量の減少
- (2) 資源の偏在

##### 3. 国内供給体制リスク

- (1) 設備投資減退（設備老朽化）
- (2) 技術開発停滞

##### 4. 需給逼迫リスク

##### 5. 市場価格リスク（需給ファンダメンタルズ+投機プレミアム）

##### 6. 天災・事故・ストライキ・パンデミック等のリスク

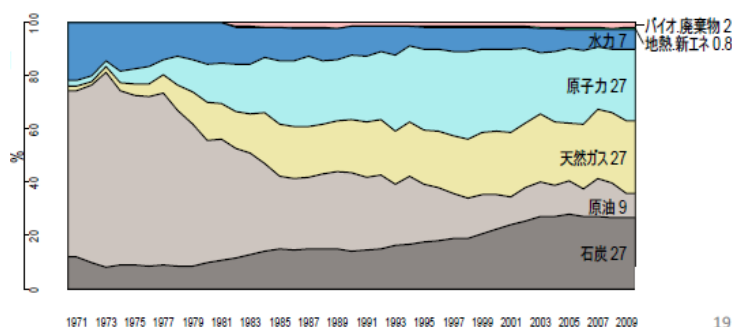
（出典：資源エネルギー庁「エネルギー安全保障についての参考資料」（平成24年2月））

■資料3-4

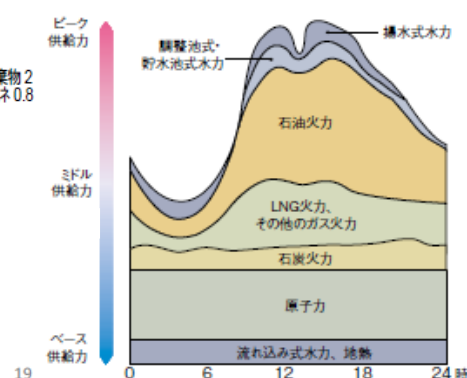
【ベストミックス】

- 1970年代のオイルショックは石油火力に依存してきた電力業界に極めて深刻な影響を与えました。その後、オイルショックの経験を踏まえ、電力各社は国のエネルギー政策に沿って、石油依存度を低減させるため、原子力、LNG火力、石炭火力、水力など電源の多様化、すなわち、エネルギーの「ベストミックス」を進めてきました。
- 火力発電は、発電電力量の調整がしやすい反面、燃料費とCO<sub>2</sub>排出量の削減という大きな課題を負っています。燃料別で見ると以下のような特性があります。
  - ▶ 石炭はCO<sub>2</sub>排出抑制などの環境対策を求められるが埋蔵量が豊富で燃料費が安いいためベース電源として位置づけ。
  - ▶ LNGは安定的な調達が可能で発電時のCO<sub>2</sub>排出量が石炭や石油と比べて少ないため、ミドル電源やベース電源として位置づけ。
  - ▶ 石油は運搬や備蓄など取扱いが容易ですが、燃料単価が高く、国際情勢などにより燃料価格が変動しやすいためピーク電源として位置づけ。
- 原子力発電は、燃料供給・価格面で長期的な安定性を有していること、CO<sub>2</sub>など環境負荷が少なく環境特性に優れていることから、ベース供給力の中核を担う電源と位置づけられます。ただし、安全性の確保が大前提であるため、シビアアクシデント対策や高経年化への対応を確実に実施していくことが重要となります。
- 水力発電は純国産エネルギーであり、CO<sub>2</sub>など環境負荷の面で優れています。流込式は需要の変化に見合った出力調整が行えないためベース負荷を分担し、水力資源の有効利用を主眼として運用されます。また、貯水池式、調整池式は調整力として、揚水発電は、瞬時負荷追従能力に優れており、ピーク供給力として運用されます。

日本の電源構成の推移



1日の電気の使われ方と電源構成



(出典：【左図】資源エネルギー庁「エネルギー安全保障についての参考資料」(平成24年2月)

なお、出典の引用元はIEA「Energy Balance of OECD, Non-OECD Countries 2011」より)

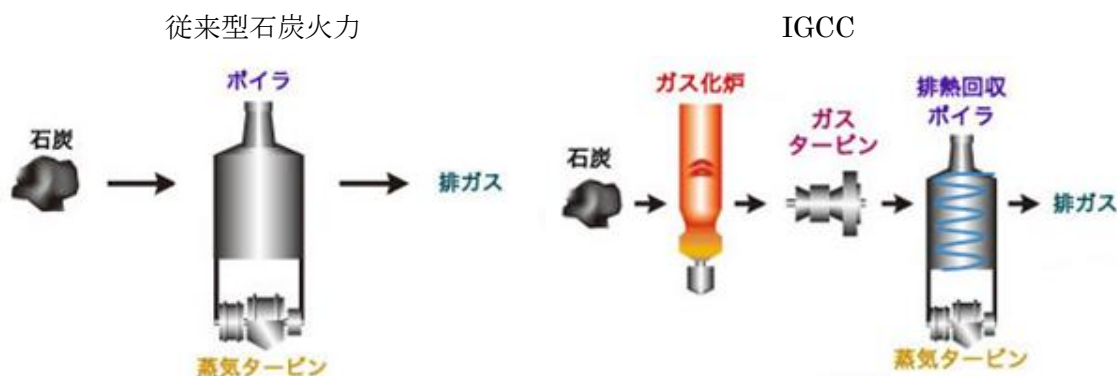
(出典：【右図】電気事業連合会ホームページ)



## ■資料3-6

### 【石炭ガス化複合発電 (IGCC)】

- ・ 現在、環境に配慮した新しい石炭火力発電技術としてIGCC (Integrated coal Gasification Combined Cycle : 石炭ガス化複合発電) が開発されています。IGCCは石炭を燃やして直接ボイラーを動かすのではなく、ガス化炉で可燃ガス化して、ガスタービンをを使って発電するものとなります。同時に、ガスタービンの排熱を利用してボイラーを動かし、蒸気タービンでも発電するコンバインドサイクルを活用することで、さらに効率を上げることができます。



(出典：常盤共同火力株式会社ホームページより)

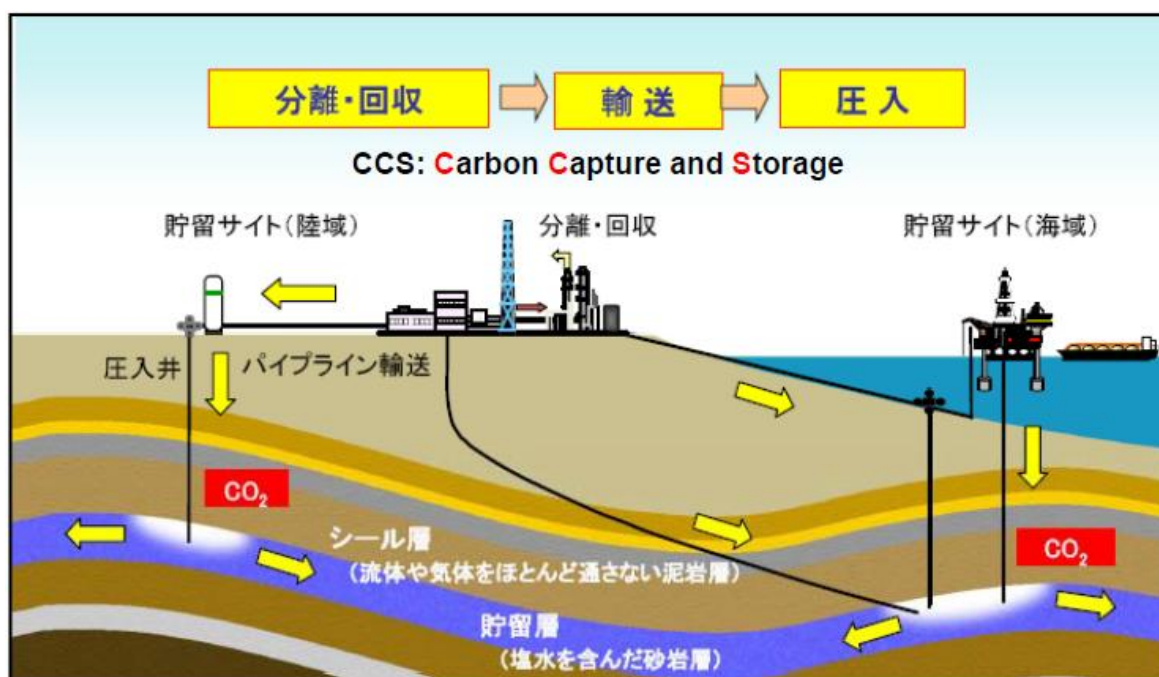
- ・ IGCCには以下のような特徴があります。
  - ▶ 固体の石炭をガス化することで蒸気タービンにガスタービンを組み合わせた発電ができるため、従来の石炭火力の発電効率約42% (HHV) に対して商用段階のIGCCでは48~50% (HHV) の発電効率が見込まれます。これにより石油火力とほぼ同等のCO<sub>2</sub>排出量で石炭利用発電が可能となります。
  - ▶ 資源量が最も豊富な石炭の利用技術であり、従来の石炭火力では利用が困難な灰融点の低い石炭に適合するため、利用炭種の拡大が可能となります。
  - ▶ システムの高効率化により、発電電力量 (kWh) あたりのSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、ばいじんの排出量が低減できます。
  - ▶ 従来型石炭火力では、多量の石炭灰が発生しますが、IGCCではガラス状のスラグとして排出されるため容積がほぼ半減できます。またスラグは、セメントの原材料や路盤材等としてリサイクルが可能です。
- ・ 日本では、9電力会社と電源開発株式会社が出資するクリーンコールパワー研究所が平成19年9月から福島県いわき市 (常盤共同火力(株)勿来発電所構内) で運転試験を行っていた出力25万kWのIGCC実証機を常盤共同火力が引き継ぎ、平成25年4月から勿来発電所10号機として営業運転を開始しています。これは、空気でガス化を行う空気吹きであり、高い送電端効率が得られるのが特徴です。
- ・ 一方、中国電力と電源開発株式会社が出資する大崎クールジェンでは、中国電力大崎発電所構内に酸素吹きのIGCCを建設し、平成28年度から実証試験運転を開始する予定です。酸素吹きには、CO<sub>2</sub>を回収しやすいなどの特徴があります。

■資料 3-7

【CCS 技術】

- CCSとは、Carbon dioxide Capture and Storageの略であり、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）の回収、貯留を意味しています。人類は、豊かな生活を築くために、長年にわたって地中深くに埋まっていた石油、石炭等の化石燃料を取り出して消費してきました。化石燃料を使用するとCO<sub>2</sub>が発生し、その結果大気中のCO<sub>2</sub>、これが地球温暖化の原因のひとつとされています。CCSは、工場や発電所などから発生するCO<sub>2</sub>を大気放散する前に回収し、地中貯留に適した地層まで運び、長期間にわたり安定的に貯留する技術です。
- 具体的な技術は、以下の通りです。
  - 【分離・回収】石炭や石油、ガスなどの化石燃料を使用する大規模な産業プラントから排出されるCO<sub>2</sub>を回収する。
  - 【輸送】適切な貯留サイトに輸送する。
  - 【圧入】地中の岩盤に安全に永久に貯蔵できるよう、CO<sub>2</sub>を地中に圧入する。

CO<sub>2</sub>地中貯留の概念図



(出典：第1回CO<sub>2</sub>固定化・有効利用分野評価検討会資料5-3

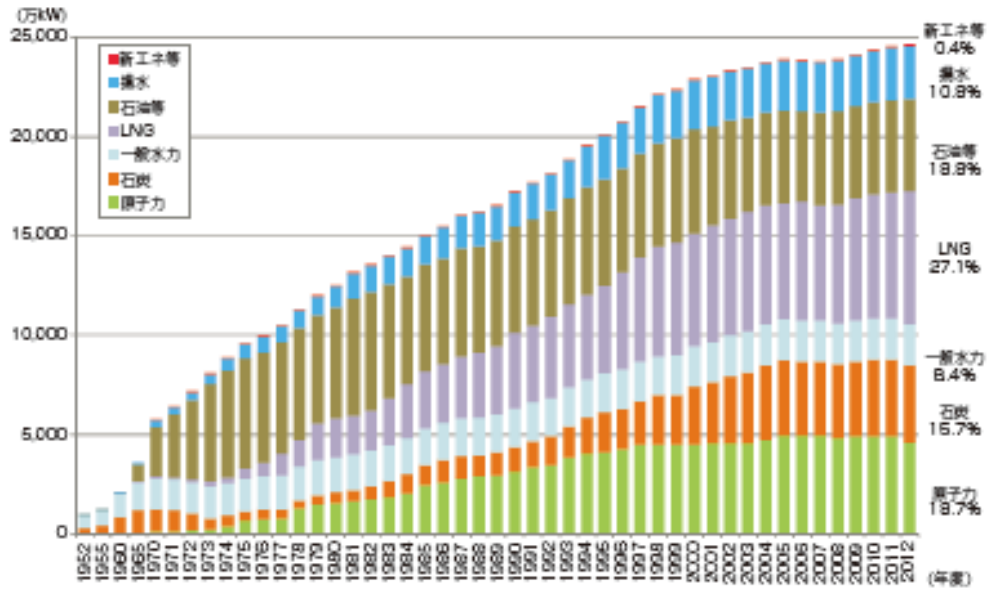
「二酸化炭素回収・貯蔵安全性評価技術開発事業の概要について」(平成24年11月))



■資料 3-8

【日本の電源開発の推移】

・日本の電源開発の推移は下図のとおりです。



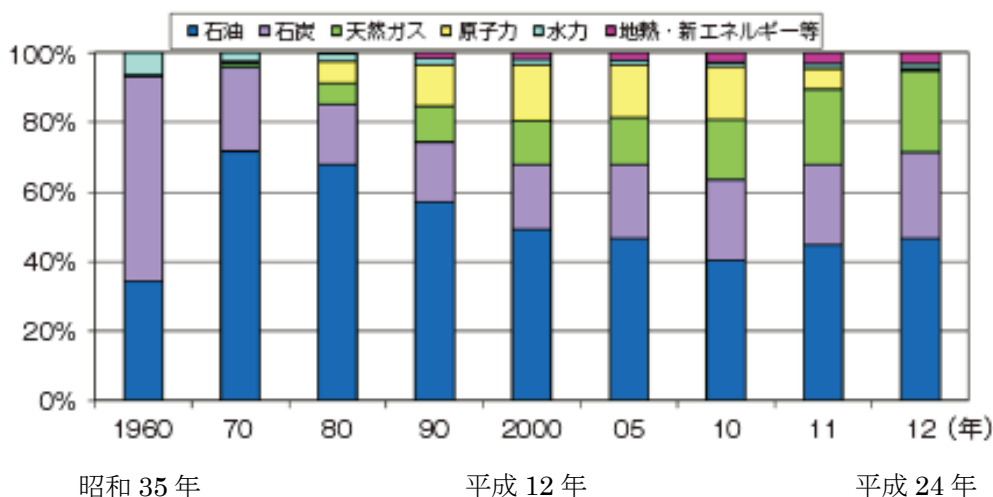
(出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書 2014」)

■資料 3-9

日本のエネルギー自給率について

- ・産業活動や生活に必要な一次エネルギーのうち、自国内で確保できる比率をエネルギー自給率といいます。高度経済成長期にエネルギー需要が大きくなる中で、供給側では石炭から石油への燃料転換が進み、石油が大量に輸入されるにつれて、1960年には58%であったエネルギー自給率（主に石炭や水力等国内の天然資源による）は、それ以降大幅に低下しました。
- ・石炭・石油だけでなく、オイルショック後に導入された液化天然ガス（LNG）は、ほぼ全量が海外から輸入されており、2012年の我が国のエネルギー自給率は6.0%でした。

日本のエネルギー国内供給構成及び自給率の推移



|          | 1960  | 1970  | 1980  | 1990  | 2000  | 2005  | 2010  | 2011  | 2012 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| エネルギー自給率 | 58.1% | 15.3% | 12.6% | 17.1% | 20.4% | 19.3% | 19.9% | 11.2% | 6.0% |

(注1) IEAは原子力を一次エネルギー自給率に含めている。

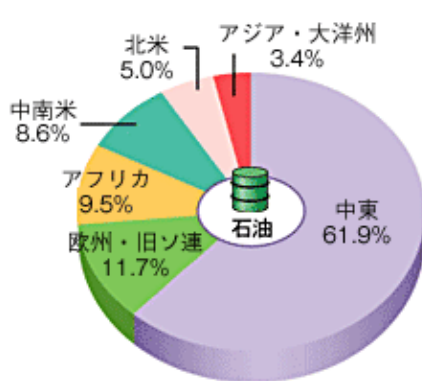
(注2) エネルギー自給率 (%) = 国内産出 / 一次エネルギー供給 × 100

(出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書2014」)

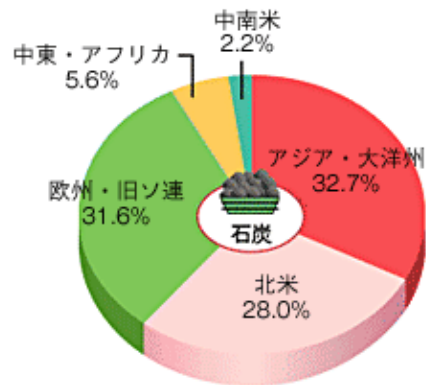
なお、出典の引用元はIEA「Energy Balances of OECD Countries 2012 Edition」より)

■資料 3-10

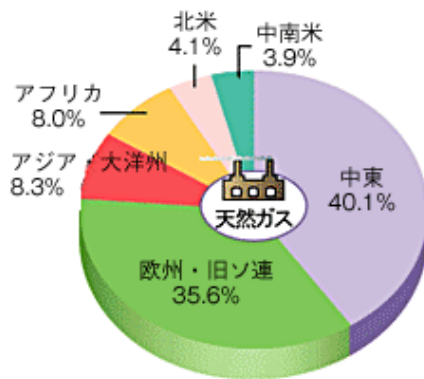
【資源の確認埋蔵量】



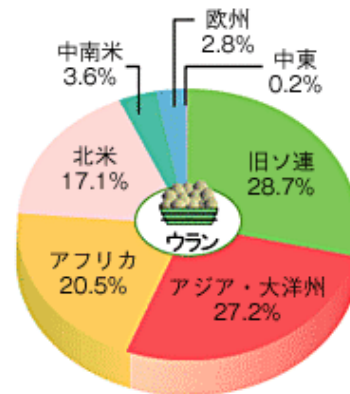
1兆1,886億バレル 可採年数40.6年



9091億トン 可採年数164年



約180兆立方メートル 可採年数66.7年

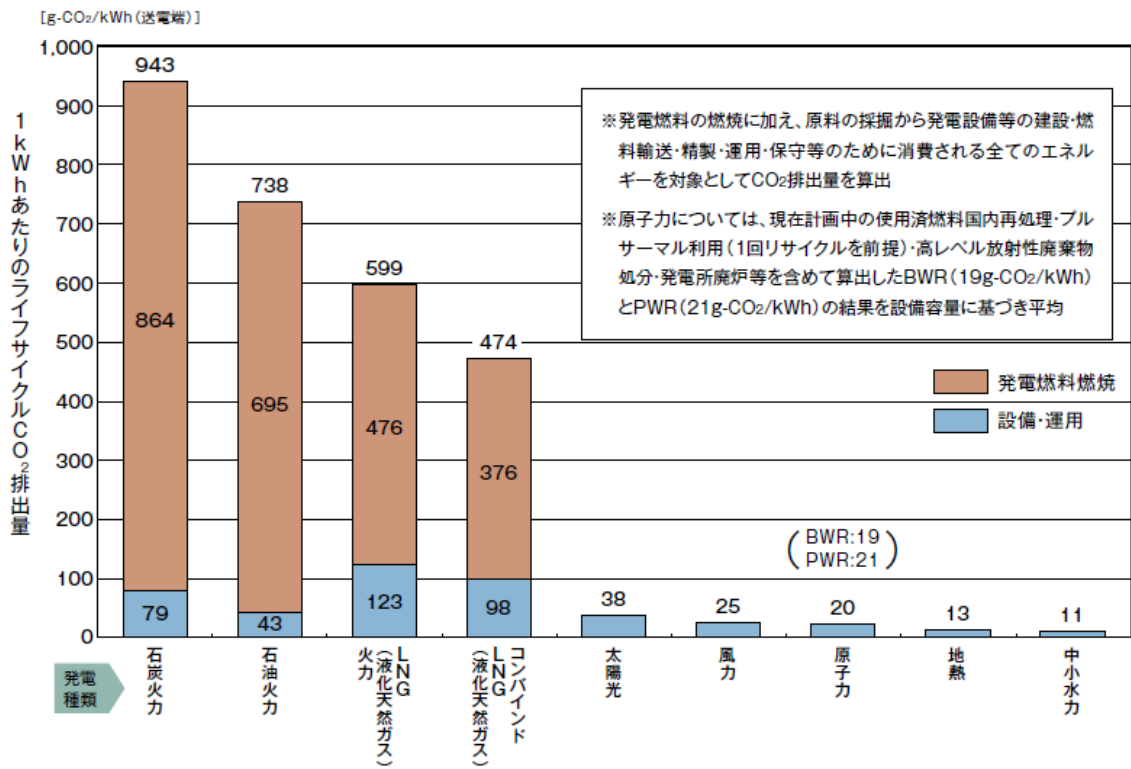


459万トンU 可採年数85年

(出典：経済産業省「BP統計2006」、OECD/NEA&IAEA「URANIUM2003」)

■資料 3-1-1

【電源種別毎の二酸化炭素排出量】



(出典：電気事業連合会ホームページ)

【東日本大震災後の緊急安全対策】

- (1) 緊急点検の実施  
津波に起因する緊急時対応のための機器及び設備の緊急点検の実施
- (2) 緊急時対応計画の点検及び訓練の実施  
交流電源を供給する全ての設備の機能、海水により原子炉施設を冷却する全ての設備の機能及び使用済燃料プールを冷却する全ての設備の機能の喪失を想定した緊急時対応計画の点検及び訓練の実施
- (3) 緊急時の電源確保  
発電所構内への配電線敷設原子力発電所内の電源が喪失し、緊急時の電源が確保できない場合に、必要な電力を機動的に供給する代替電源の確保
- (4) 緊急時の最終的な除熱機能の確保  
海水系施設又はその機能が喪失した場合を想定した除熱機能の復旧対策の準備
- (5) 緊急時の使用済燃料プールの冷却確保  
使用済燃料プールの冷却及び使用済燃料プールへの通常の原子力発電所内の水供給が停止した際に、機動的に冷却水を供給する対策の実施
- (6) 各原子力発電所における構造等を踏まえた対応策の実施
- (7) シビアアクシデントへの対応  
万一、シビアアクシデントが発生した場合でも迅速に対応するという観点から、さらに追加の対策を実施

(出典：電気事業連合会HP)

■資料 3-13

【原子燃料サイクルによる高レベル廃棄物の発生量について】

- ・再処理・高速炉利用によって、高レベル放射性廃棄物の体積を約7分の1に低減可能。
- ・また、有害度が元の天然ウランと同じレベルになるために必要な期間が約10万年から約300年へ短縮。

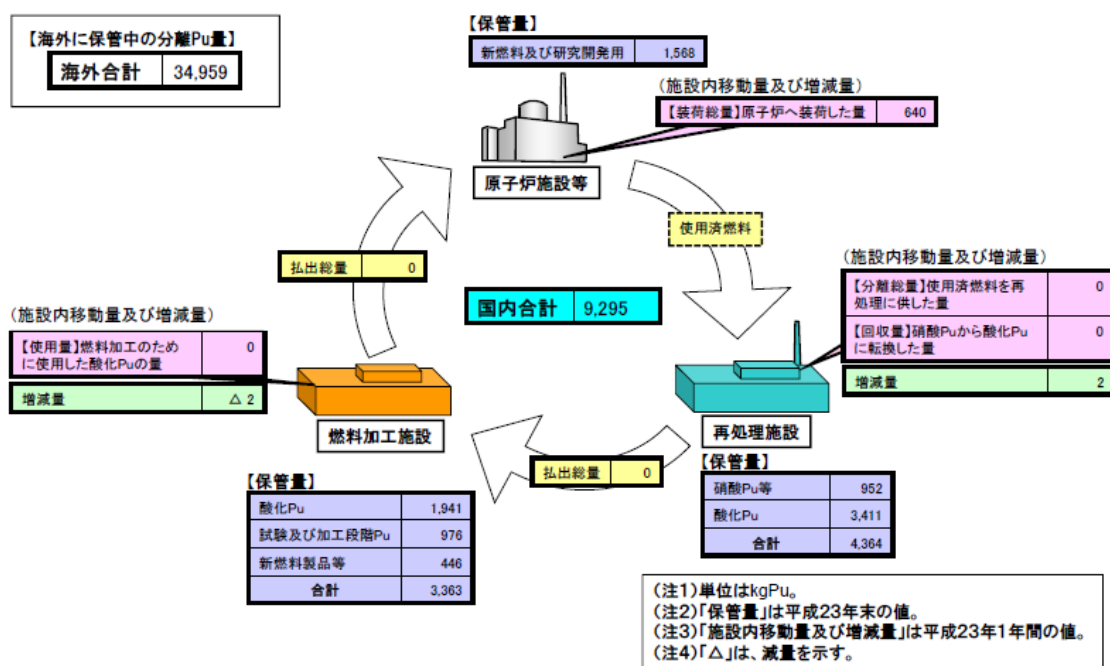
| 比較項目            |                                | 技術オプション | 直接処分              | 再処理                             |                  |
|-----------------|--------------------------------|---------|-------------------|---------------------------------|------------------|
|                 |                                |         |                   | 軽水炉                             | 高速炉              |
| 処分時の<br>廃棄体イメージ |                                |         |                   |                                 |                  |
| 発生体積比※1         |                                |         | 1                 | 約0.22<br>約4分の1に減容化<br>約7分の1に減容化 | 約0.15            |
| 潜在的<br>有害度      | 天然ウラン並になるまでの期間※2               |         | 約10万年             | 約8千年                            | 約300年            |
|                 | 1000年後の有害度※2                   |         | 1                 | 約0.12<br>約8分の1に低減<br>約240分の1に低減 | 約0.004           |
| コスト※3           | 核燃料サイクル全体<br>(フロントエンド・バックエンド計) |         | 1.00～1.02 円 / kWh | 1.39～1.98 円 / kWh               | 試算なし             |
|                 | 処分費用                           |         | 0.10～0.11 円 / kWh | 0.04～0.08 円 / kWh               | ※高速炉用の第二再処理工場が必要 |

(出典：資源エネルギー庁HP)

なお、出典の引用元は「原子力政策大綱」より)

【余剰プルトニウムについて】

- ・日本は、平成6年、プルトニウム利用の透明性向上のため、世界に先駆けて原子力白書等を通じ施設の区分ごとに存在するプルトニウム量の公表を始めました。
- ・平成13年以降は、「我が国のプルトニウム管理状況」として、内閣府、文部科学省及び経済産業省の連名で原子力委員会へ毎年報告・公表されています。
- ・また、平成9年からは国際プルトニウム指針に基づき、国際原子力機関（IAEA）を通じて、我が国のプルトニウム保有量を公表しています。
- ・さらに、「我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方について」（平成15年8月、原子力委員会決定）により、「利用目的のないプルトニウム、すなわち余剰プルトニウムを持たないとの原則を示すとともに、毎年プルトニウム管理状況を公表するなど関係者がプルトニウム平和利用に係る積極的な情報発信を進めるべきである」とされ、一層の透明性の確保がうたわれています。



(出典：資源エネルギー庁ホームページ)

なお、出典の引用元は「我が国のプルトニウム管理状況」（第39回原子力委員会定例会）より）

■資料 3-15

【日本の主要電気事業者による発電電力量実績】

平成25年度の発電電力量の内訳は、以下の通りです。原子力発電所の停止に伴い、その代替として火力発電所の発電電力量が多くなっています。

2-(1) 発電実績 (総括)

(平成25年度計)

(単位：1,000kWh)

| 事業者別<br>原動力別 | 一般電気事業者            | 卸電気事業者            |      |                   | 特定電気<br>事業者      | 特定規模<br>電気事業者     | 合計                 |
|--------------|--------------------|-------------------|------|-------------------|------------------|-------------------|--------------------|
|              |                    | 電源開発              | 日本原電 | 計                 |                  |                   |                    |
| 水力           | 58,849,651         | 9,707,954         |      | 9,707,954         | 6,215            |                   | 68,563,820         |
| 火力           | 672,995,883        | 57,916,120        |      | 57,916,120        | 1,341,345        | 10,864,635        | 743,117,983        |
| 原子力          | 9,302,750          |                   |      |                   |                  |                   | 9,302,750          |
| 風力           | 47,752             |                   |      |                   |                  | 114,920           | 162,672            |
| 太陽光          | 84,154             |                   |      |                   |                  | 1,414             | 85,568             |
| 地熱           | 2,410,372          | 25,244            |      | 25,244            |                  |                   | 2,435,616          |
| バイオマス        | (401,449)          | (50,542)          |      | (50,542)          |                  | (1,403,436)       | (1,855,427)        |
| 廃棄物          |                    |                   |      |                   |                  | (211,106)         | (211,106)          |
| <b>合計</b>    | <b>743,690,562</b> | <b>67,649,318</b> |      | <b>67,649,318</b> | <b>1,347,560</b> | <b>10,980,969</b> | <b>823,668,409</b> |

注：1. ( )内は火力のうち、バイオマス及び廃棄物に係る発電分の再掲である。

2. 平成22年3月末で卸電気事業とみなす期限の切れた者を除く。

(出典：資源エネルギー庁「電力調査統計」)



【太陽光発電等の大量導入に伴う電力系統上の課題と対策・技術的課題等】

- ・太陽光発電や風力発電の大量導入に伴い、電力系統上では以下の課題が発生します。そのため、その対策と一緒に進めていく必要があります。

＜課題①：出力の急激な変動に伴う周波数調整力の不足＞

- ・太陽光や風力発電等は、気象状況の影響を受けやすく出力が大きく変動します。これらの発電機が大量に導入されると、短期的な需給バランスが崩れ周波数が変動することになります。これが電力系統の周波数調整能力を超えると周波数の適正維持が困難となるおそれがあります。
- ・また、同期機によらない発電方式が一般的であり、周波数を一定に保つのに資する同期化力をもちません。したがって、このような電源が大量導入された場合には、発電出力変動の増大に対応すべき周波数調整能力が不足し、周波数変動が拡大する可能性があります。

(対策と技術的課題等)

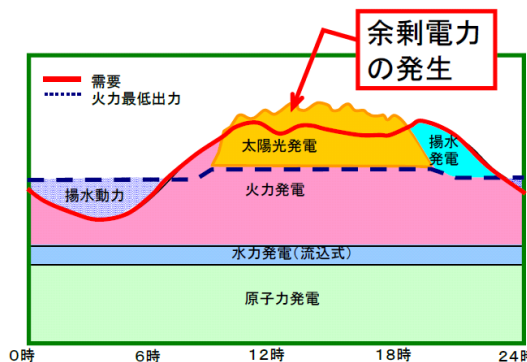
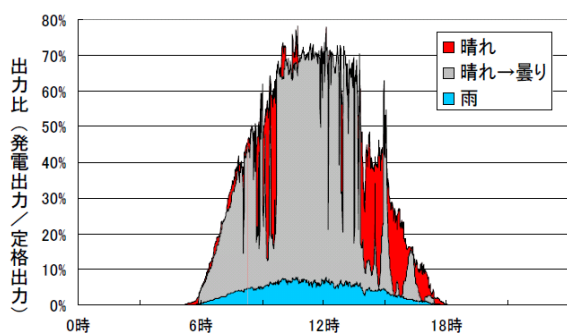
- ・揚水発電の新增設、蓄電池の設置、蓄電池と火力・水力発電との協調制御等

＜課題②：余剰電力の発生＞

- ・太陽光や風力発電等が大量に導入された場合には、需要の少ない時期（軽負荷期）に、ベース供給力（原子力、水力（自流式等）、火力最低出力）と太陽光や風力発電等の発電量が需要を上回り、余剰電力が発生する可能性があります。さらに、余剰電力を吸収できない場合には適正周波数の維持が困難になるおそれがあります。

(対策と技術的課題等)

- ・揚水発電の新增設、蓄電池の設置、GWや年末年始等における出力抑制
- ・新規需要創出、需要動向・気象条件に応じたエネルギーを蓄える能力を有する機器活用等



出典：電気事業連合会

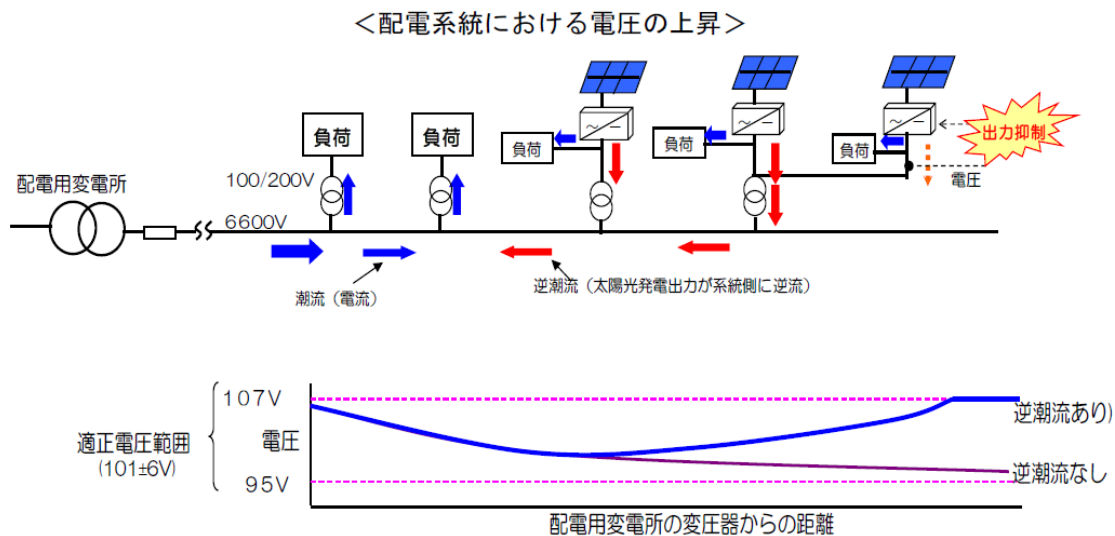
(出展：第1回低炭素電力供給システム研究会 資料  
 なお、出典の引用元は「電気事業連合会」より)

<課題③：配電系統における電圧上昇等>

- ・太陽光発電等が同一の配電系統に大量に連系した場合、その出力が設置箇所の消費電力を上回り、配電系統に電力が逆流することによって、系統電圧が上昇し、適正電圧範囲を逸脱する可能性があります。

(対策と技術的課題等)

- ・低圧系統の柱上変圧器の分割設置、太陽光発電のPCSによる無効電力制御
- ・高圧系統における電圧調整装置 (SVC、SVR) 等やLPC(Loop Power Controller 他配電線との電力融通装置)の設置



(出展：第1回低炭素電力供給システム研究会 資料)

<課題④：系統故障時の電力系統への影響>

- ・自然災害等による電力系統の擾乱により広域に瞬時電圧低下が発生した場合、太陽光や風力発電側に設置された保護リレーの動作等により大量に導入された発電機が広域的に一斉に解列し、電力系統の周波数、安定度、電圧安定性に影響を与える可能性があります。  
(※欧州においては、風力発電の大量解列によるこの影響が顕在化しています。)
- ・太陽光発電等の同期化力を有しない機器が増加すれば、系統故障時において回転力の同期化力による電力系統の周波数を維持しようとする機能が期待できなくなる可能性があります。

(対策と技術的課題等)

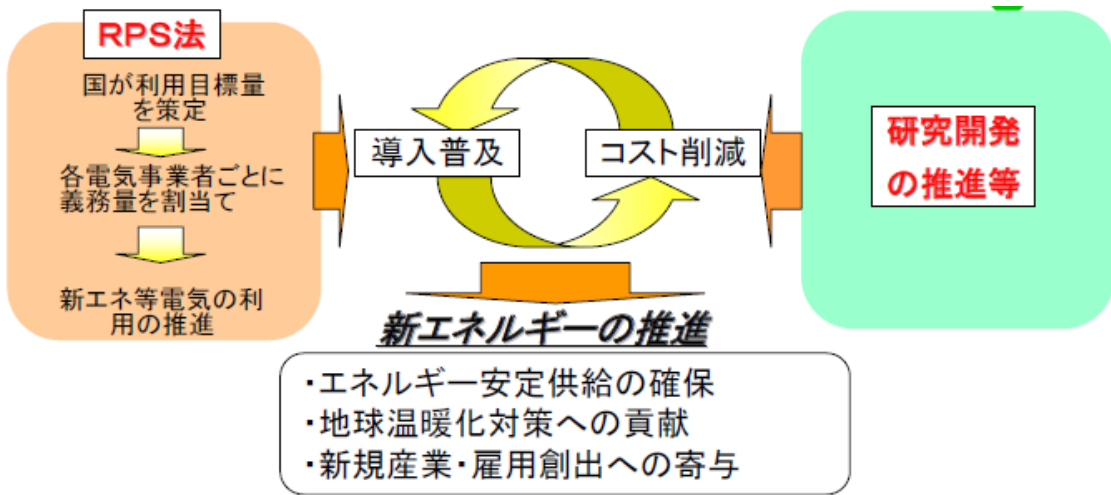
- ・電力系統シミュレーター等の構築、対策技術等(監視・制御技術)の開発

【新エネルギー普及のための支援策について】

①電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法（RPS法）

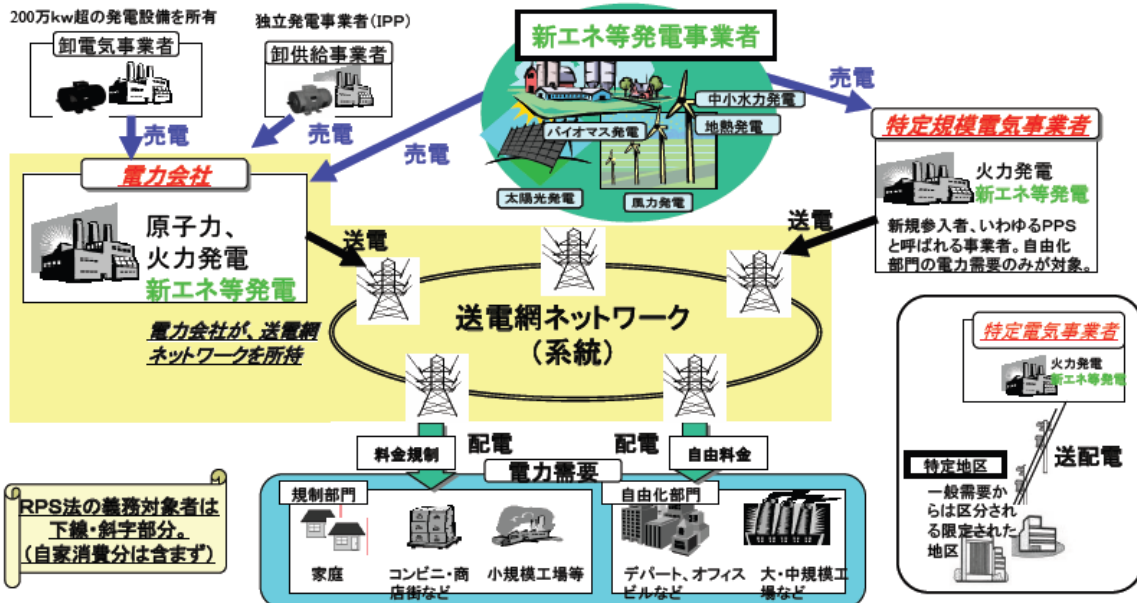
RPS法は、小売電気事業者に、新エネルギー等から発電される電気を一定量以上利用することを義務付けることにより、電力分野における新エネルギー等の更なる導入拡大を図ることを目的として導入されました。（平成15年4月～平成24年7月）

<RPS法の目的>



（出典：資源エネルギー庁ホームページ）

<仕組み>



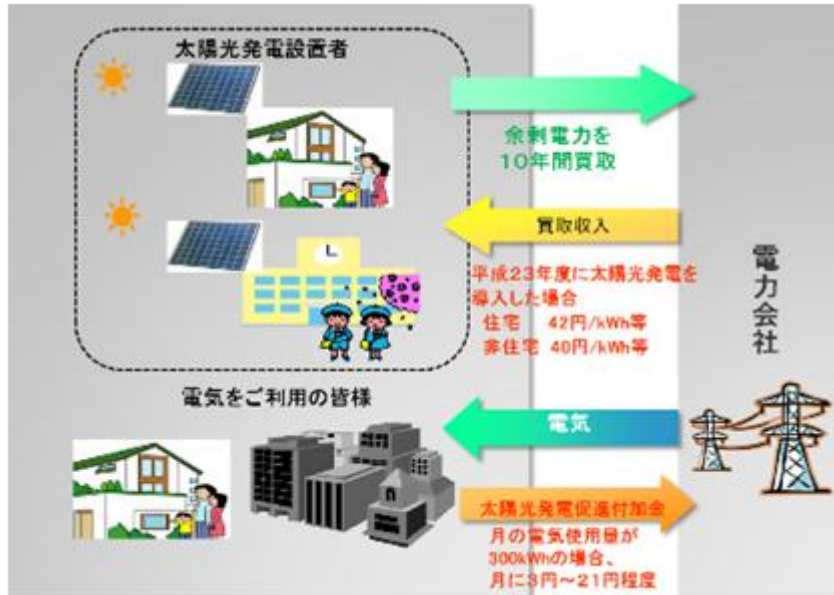
4  
（出典：資源エネルギー庁ホームページ）

②余剰電力買取制度（平成21年11月～平成24年7月）

家庭や事業所などの太陽光発電からの余剰電力を一定の価格で買い取ることを電気事業者に義務づけるものとして導入されました。

「太陽光発電促進付加金」として、使用量に応じて電気料金に付加されます。

<余剰電力買取制度の仕組み>



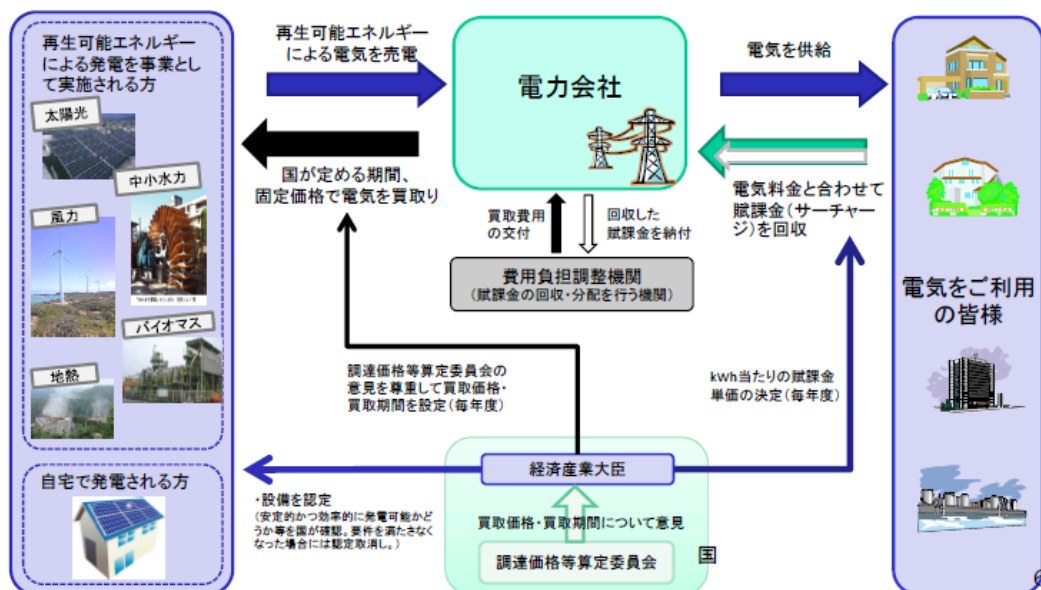
(出展：資源エネルギー庁ホームページ)

③固定価格買取制度について（平成24年7月～）

電力会社に対し、再生可能エネルギー発電事業者から、政府が定めた調達価格・調達期間による電気の供給契約の申込みがあった場合には、応ずるよう義務づけられました。

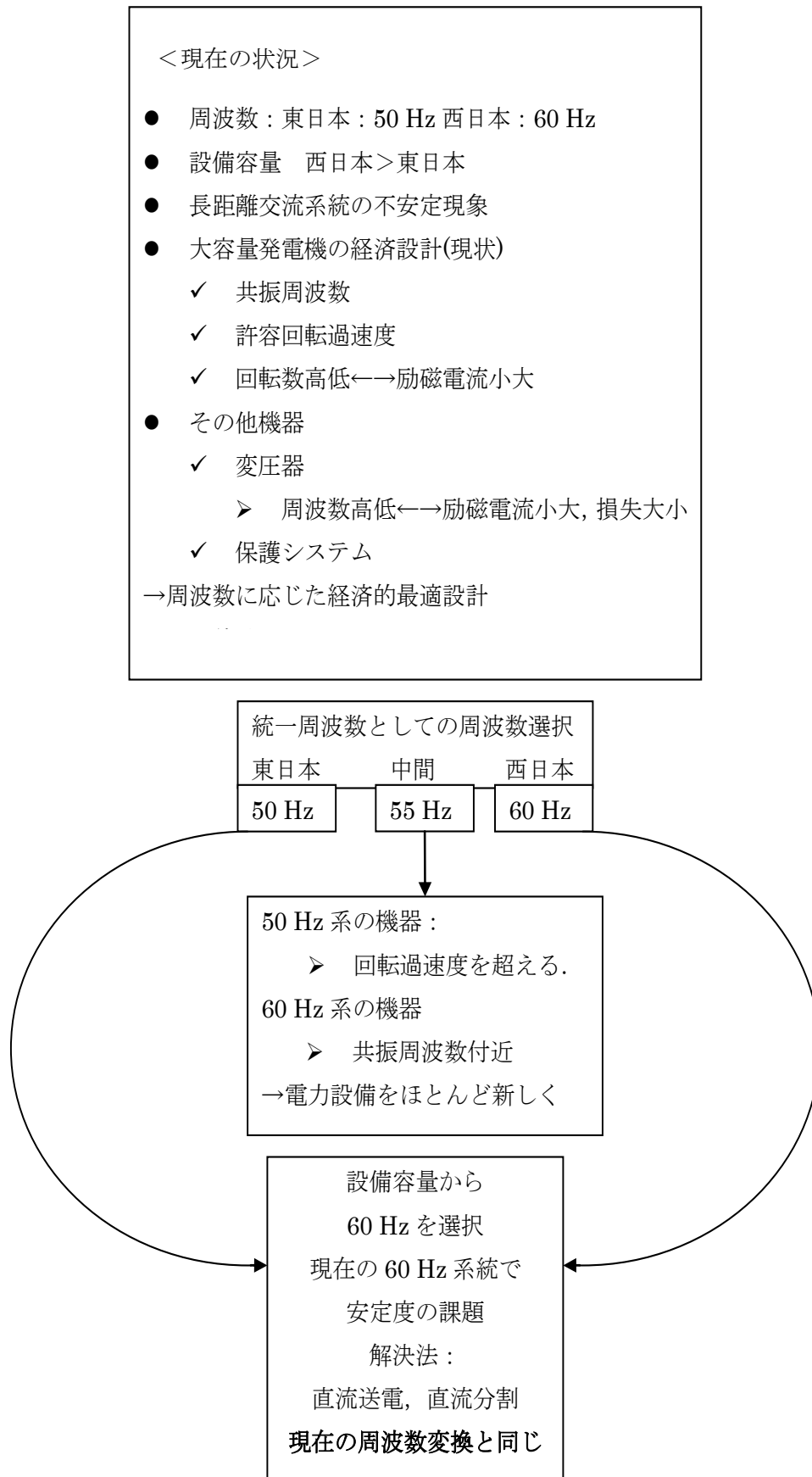
「再生可能エネルギー発電促進賦課金」として、使用量に応じて電気料金に付加されます。

<固定価格買取制度の仕組み>



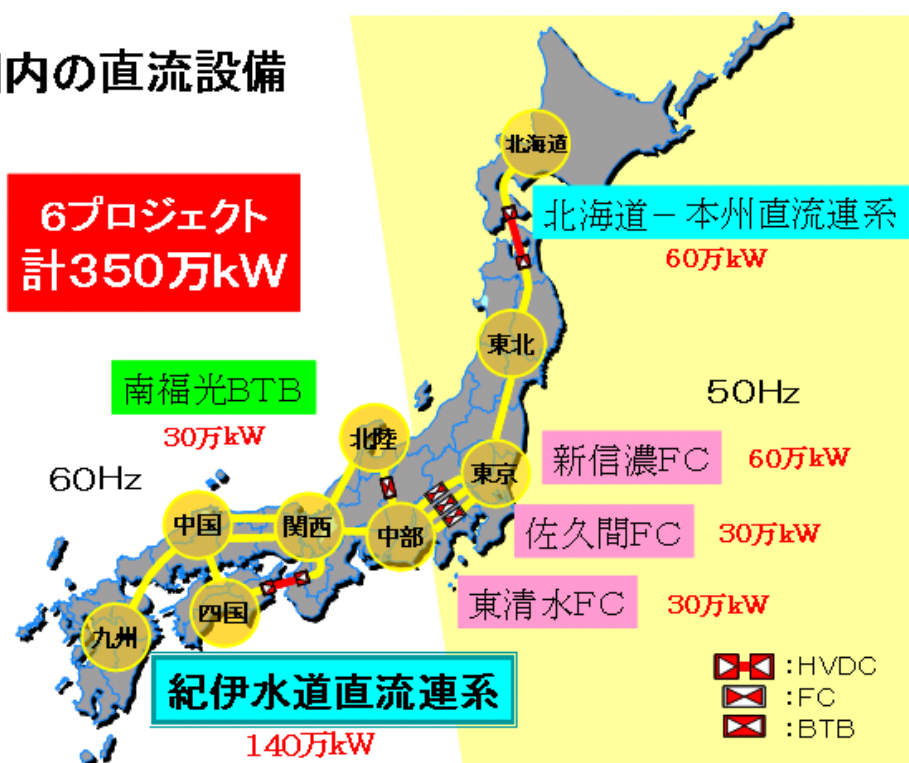
(出展：資源エネルギー庁ホームページ)

【周波数統一に関する概念図】



【国内の直流設備】

国内の直流設備

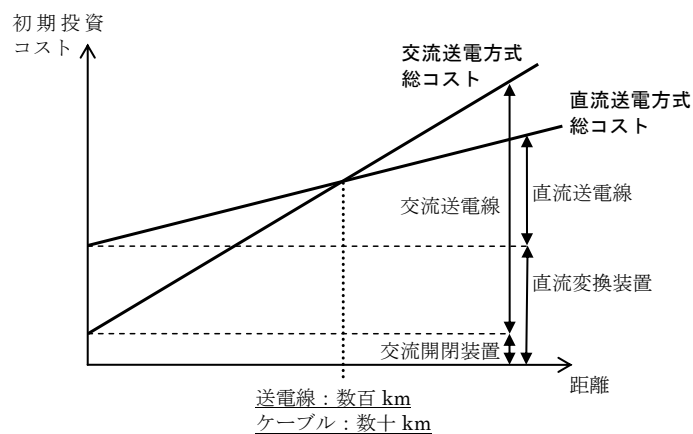


(出典：関西電力ホームページ)

【交流と直流のコスト】

- 直流送電には交流と直流の変換装置が必要となり、それらは高価ですが送電線路の建設費が安価なので、送電線路の距離が長ければ長いほど、特にケーブル送電で交流送電より経済的になります。一般的には、長距離架空送電線の場合には数百km以上およびケーブル送電の場合には数十km以上の場合には直流送電方式の方が経済的に有利となります。

交流送電方式と直流送電方式のコスト



■資料4-3

【広域運営】

- ・ 広域運営の考え方に基づく電源開発、系統の連系強化は、時代背景に応じてすすめられています。

|                               | 経済・需要動向   | 電源開発をめぐる状況  | 広域運営の考え方   |
|-------------------------------|---|---|--|
| 昭和30年代<br>(1956-1965)         | 好景気を背景とした電力需要の急激な増大<br>*経済成長率 9.0%<br>*需要の伸び率 12.9%                 | 火力を中心とした急速な電源開発                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電力会社ごとの自給自足を前提とする電源開発から、広域経済圏における合理的な電源開発へ。</li> <li>・ 各電力会社の電源開発計画等を全国的視野から総合調整して、単一計画と同等の経済的開発を図る</li> <li>・ 電源開発の進展に伴う地域間連系の整備拡大</li> <li>・ 電気事業者により自主的に進められてきた広域運営に、法的義務づけ</li> </ul> |
| 昭和40年代<br>(1966-1975)         | 経済成長に伴う需要の急激な増大<br>*経済成長率 7.7%<br>*需要の伸び率 10.5%                     | 公害問題に関連した深刻な電源立地難                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 大規模火力発電および原子力発電とこれに大規模揚水発電を組合わせた電源開発の推進</li> <li>・ 全国的視野に立って連携のとれた基幹送電線の建設の計画的実施</li> <li>・ 広域運営体制の強化 9電力会社や電源開発会社が一体となった企画機関を整備強化</li> </ul>   |
| 昭和50年代<br>(1976-1985)         | *経済成長率 3.7%<br>*需要の伸び率 4.2%   | 昭和48年秋の石油危機を背景とした脱石油の推進                           | <p>以下を基本とした資金・用地・資源の効率的利用を図る</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①電源地点の広域的活用</li> <li>②原子力開発に伴う協力体制の強化</li> <li>③電力需給の広域的調整</li> </ol>  |
| 昭和61年<br>-平成7年<br>(1986-1995) | 昭和61年から平成2年にかけての好調な経済成長に支えられ、電力需要が増加<br>*経済成長率 5.0%<br>*需要の伸び率 5.5% | 需給・立地情勢の地域間インバランスの顕在化<br>地球規模の環境問題や原子力をめぐる厳しい社会環境 | <p>各社間の応援融通の拡大を図る<br/>将来のベストミックス実現に向けて電力業界大の電源開発ビジョン、広域的電力系統ビジョンの作成推進</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①東・中地域の周波数変換設備の増強</li> <li>②北海道・本州間直流連系設備の増強</li> <li>③本州・四国間の500kV送電線新設</li> </ol>                               |
|                               | 平成2年以降はバブル崩壊により長い低迷状態に<br>*経済成長率 1.4%<br>*需要の伸び率 3.3%               |   |  |
| 平成8年<br>-平成12年<br>(1996-2000) | *経済成長率 1.0%<br>*需要の伸び率 0.5%   | 一般電気事業者の電源調達に競争入札を導入(平成7年)                        |  |

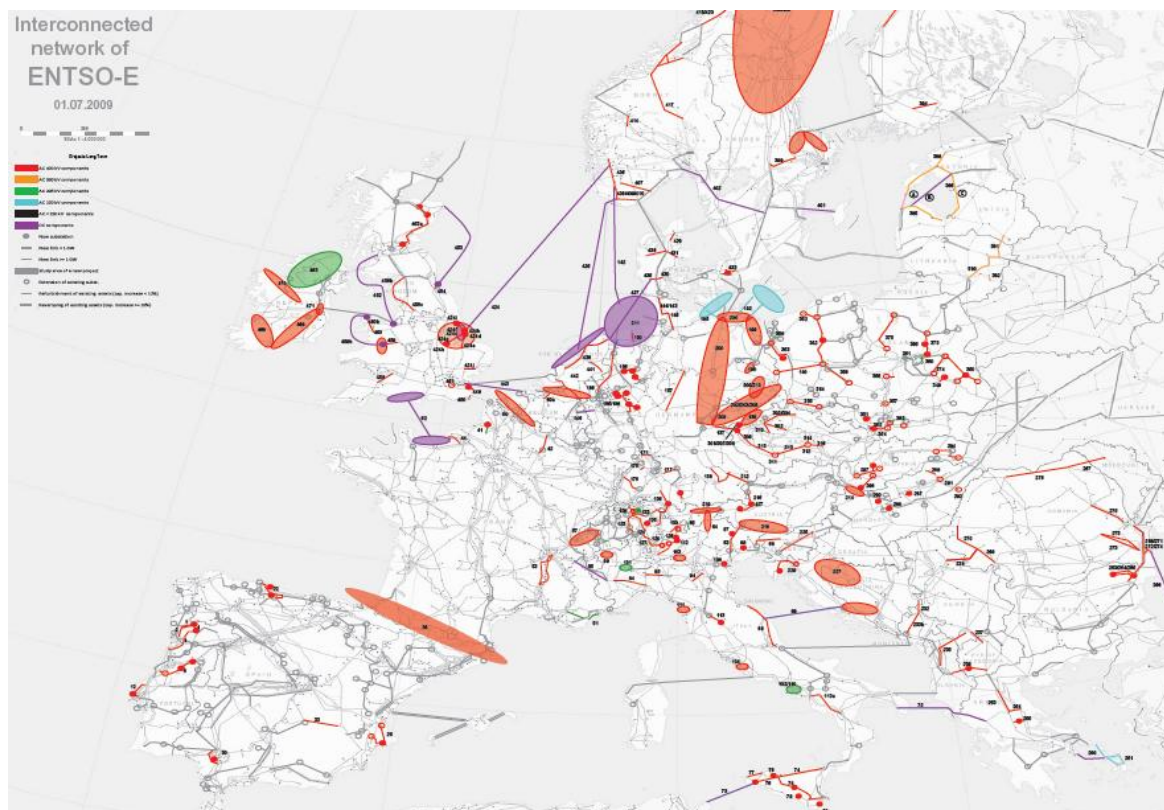
(出典：電力系統利用協議会)

## ■資料4-4

### 【欧州の10カ年ネットワーク開発計画】

- ・ 欧州では、ENTSO-Eが欧州大で10カ年ネットワーク開発計画を策定しています。
- ・ 本計画は平成22年6月に第1次計画が公表され、欧州全体で471プロジェクトに対して最初の5年間で230～250億ユーロ（≒15.2～16.6兆円）の支出を伴う投資を特定化しています。

ENTSO-Eの10カ年ネットワーク開発計画



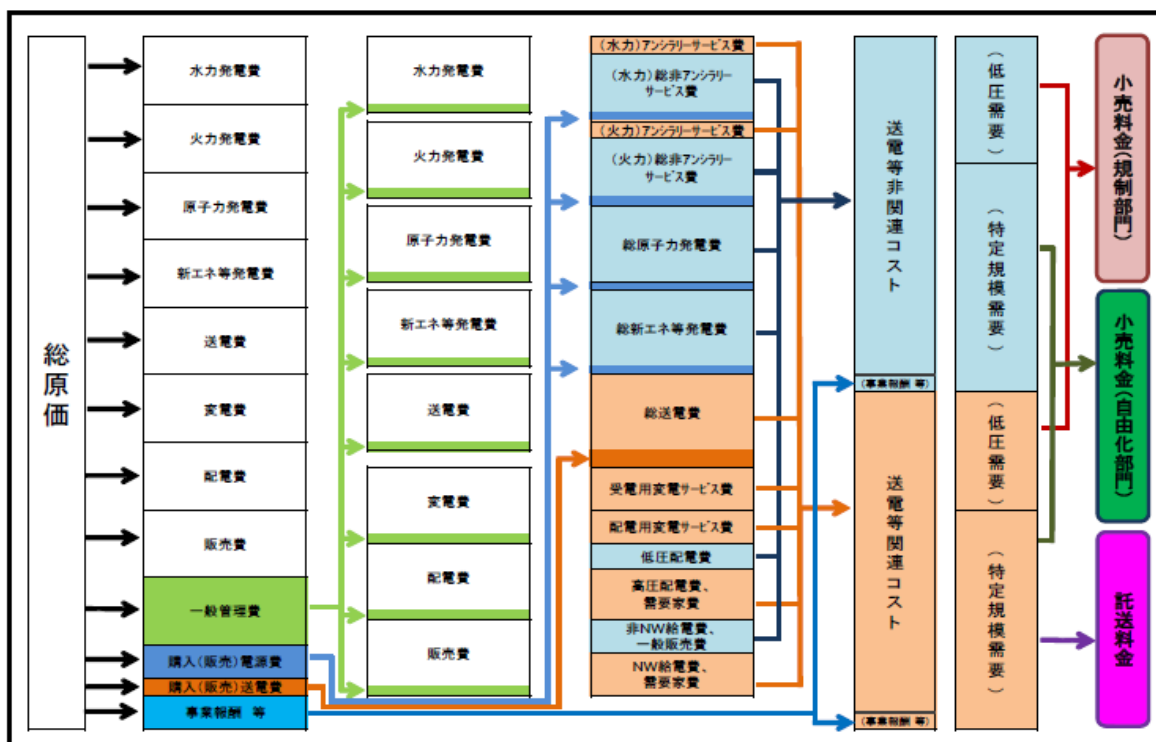
- ・ 本計画の中に、特に欧州大で利益となる送電線として欧州委員会が指定するTENEプロジェクトが含まれます。各プロジェクトの期待される利益は、①市場の統合促進、②再生可能エネルギー発電の連系拡大、③送電容量拡大に大別できます。
- ・ 平成21年の欧州電力指令（第3次パッケージ）は、欧州統一エネルギー市場構築を目指しており、「市場統合」はこれに伴う国際取引に対応するプロジェクトになります。例えばリトアニア、エストニア、ラトビアのバルト海3カ国は、北欧のノルドプールへの統合を計画しています。
- ・ 「再生可能エネルギー導入拡大」では、例えば洋上風力の連系プロジェクトや風力の導入拡大が見込まれる地域の需給調整を広域運用で調整するためのプロジェクトがあります。
- ・ 「送電容量拡大」は、容量拡大に伴い取引拡大が期待されるプロジェクトになります。

（出典：「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 参考資料集」）



【託送料金の算定】

- ・ 託送供給料金の算定方法は以下の通りとなります。
- ① 一般電気事業者が電気事業を行うのに必要な費用 ((A)総原価) を算定
- ② (A)総原価を 9 部門と保留原価に整理。前者については一般管理費を更に 8 部門へ整理
- ③ 託送供給料金の原価である特別高圧及び高圧需要に係る送電・高圧配電関連費を抽出し  
②で保留した原価 (電源開発促進税等) を加える
- ④ 特別高圧需要全体及び高圧需要全体の電力量に応じてそれぞれの託送供給料金を算定



(出展：第 4 回電力システム改革専門委員会資料 (参考資料 1 - 2))

■資料4-6

【スマートメーター導入の各社取組み状況について】

- ・工場、ビル等の高圧部門については、平成28年度（2016年度）には全数スマートメーター化が完了予定となっています。
- ・家庭等の低圧部門については、現時点における導入数はわずか（200万台超程度）ですが、各電力会社が本格導入に移行しつつあり、既に調達に向けた手続きが進められています。

|                                       |           | 北海道 | 東北    | 東京    | 中部  | 関西  | 北陸  | 中国  | 四国    | 九州  | 沖縄       |
|---------------------------------------|-----------|-----|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|----------|
| ①3年後(H28FY=2016FY末)のスマートメーター導入率(対総需要) |           | 63% | 71%   | 72%   | 73% | 81% | 71% | 62% | 66%   | 66% | 54%      |
| ②高圧部門における対応                           | 全数スマート化時期 | H28 | 完了    | 完了    | H28 | H28 | 完了  | H28 | H28   | 完了  | H28      |
| ③低圧部門における対応                           | 本格導入開始    | H27 | H26下期 | H26上期 | H27 | 開始済 | H27 | H29 | H26下期 | H28 | 遅くともH35迄 |
|                                       | 導入完了      | H36 | H36   | H35   | H37 | H35 | H36 | H38 | H36   | H37 | 遅くともH44迄 |

(出典：資源エネルギー庁「スマートメーターの最近の動向について」)

- ・各社とも、メーターの検定有効期間満了（10年）に伴う法定取替工事や、契約変更等の申込対応時にスマートメーターを順次導入する計画となっています。

|                    | H20<br>2008 | H21<br>2009 | H22<br>2010 | H23<br>2011 | H24<br>2012 | H25<br>2013 | H26<br>2014 | H27<br>2015 | H28<br>2016 | H29<br>2017 | H30<br>2018 | H31<br>2019 | H32<br>2020 | H33<br>2021 | H34<br>2022 | H35<br>2023 | H36<br>2024 | H37<br>2025 | H38<br>2026 | H39<br>2027 | H40<br>2028 | ～<br>H44<br>2032 |  |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|--|
| 関西                 | 本格導入        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |                  |  |
| ：通信接続率             |             |             |             |             |             | 73%         | 85%         | 89%         | 92%         | 97%         | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%             |  |
| 九州                 | 本格導入        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |                  |  |
| ：通信接続率             |             |             |             |             |             | 28%         | 51%         | 62%         | 84%         | 94%         | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%             |  |
| 東京                 | 本格導入        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |                  |  |
| ：通信接続率             |             |             |             |             |             | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上            |  |
| 中部                 | 一部エリア導入     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |                  |  |
| ：通信接続率<br>(RFP実施中) |             |             |             |             |             | 95%以上       | 95%以上       | 95%以上       | 95%以上       | 95%以上       | 95%以上       | 95%以上       | 95%以上       | 95%以上       | 95%以上       | 95%以上       | 95%以上       | 95%以上       | 95%以上       | 95%以上       | 95%以上       | 95%以上            |  |
| 四国                 | 本格導入        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |                  |  |
| ：通信接続率             |             |             |             |             |             | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上            |  |
| 東北                 | 本格導入        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |                  |  |
| ：通信接続率             |             |             |             |             |             | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上       | 99%以上            |  |
| 北海道                | 本格導入        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |                  |  |
| ：通信接続率             |             |             |             |             |             | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上            |  |
| 北陸                 | 本格導入        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |                  |  |
| ：通信接続率             |             |             |             |             |             | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%        | 100%             |  |
| 中国                 | 本格導入        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |                  |  |
| ：通信接続率             |             |             |             |             |             | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上            |  |
| 沖縄                 | 本格導入        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |                  |  |
| ：通信接続率             |             |             |             |             |             | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上       | 90%以上            |  |

(出典：資源エネルギー庁「スマートメーターの最近の動向について」)

【系統安定度のイメージ】

|    |                 |   |
|----|-----------------|---|
| 発電 | 把手を回す力(機械的入力)   | A |
|    | 円盤が回転する力(電気的出力) | B |
| 送電 | ゴムを伝わる力         | C |
| 負荷 | 巻き上げる錘の重さ       | D |

エネルギーの流れ

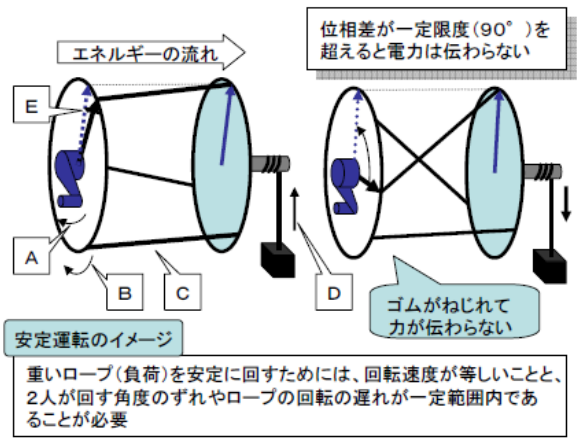
- ・ 回転速度は周波数に相当
- ・ 負荷の回転は発電機より一定の角度で遅れる(位相差[E])

安定運転の条件

- ・ 回転速度がすべて等しい(同期運転)
- ・ すべての力がA→B→C→Dと、確実に伝わる必要がある
- ・ 位相差[E] < 90°

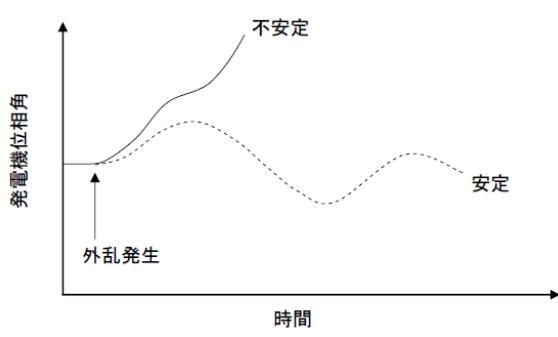
電力系統のイメージ

複数の発電機、負荷が複数の送電線で結ばれているもの



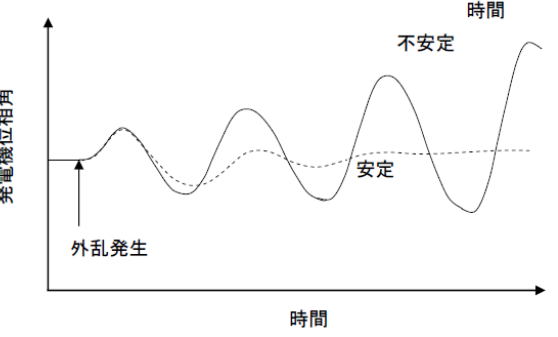
過渡安定度

過酷な送電線故障を模擬し、大きな外乱が発生した時の安定度を評価



定態安定度

負荷変動や送電線の投入・開放等を模擬し、小さな外乱発生時の安定度を評価



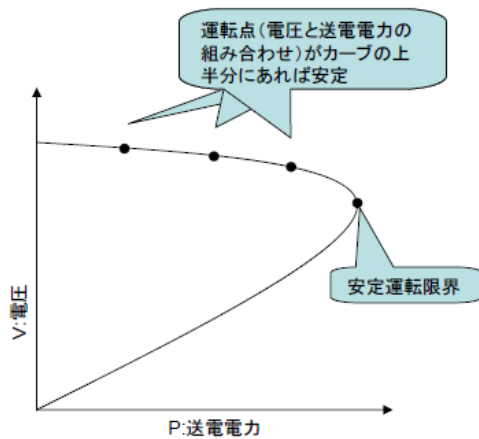
(出典：電力系統利用協議会「電力系統利用に関する技術資料」)

【電圧安定性の評価】

- ・ 系統に何らかの擾乱があった時に、電圧が新たな平衡点に落ち着く系統の能力、あるいはそれに関連した性質を通常、系統の電圧安定性と言います。

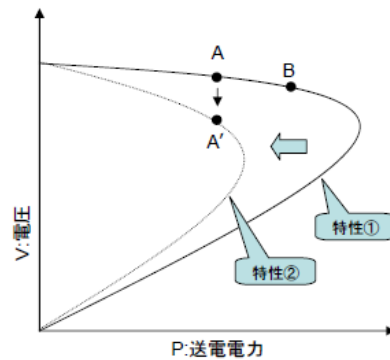
P-Vカーブ

送電電力Pと電圧Vの関係を示す特性



擾乱発生時の状況

平常時は①の特性である系統が、擾乱発生(例:送電線故障)時に②の特性になると、Aの新たな運転点A'は安定であるが、Bの送電電力に対応する新たな運転点がないことから送電不能となる。  
⇒故障時でも安定運転可能な範囲で運転する必要がある



(出典：電力系統利用協議会「電力系統利用に関する技術資料」)

■用語集

|    |                      |   |
|----|----------------------|---|
| 1  | ポツダム政令               | ・第二次世界短戦後、連合国の占領下において、連合<br>国最高司令官の要求事項を実行するために出された政<br>令の総称です。   |
| 2  | 供給義務                 | ・供給区域における一般の需要家に対して電気を供給<br>する義務のことです。正当な理由がなければ拒むこと<br>はできません。   |
| 3  | 最終保障                 | ・電力会社との契約交渉が合意に達せず、電力の供給<br>を受けられない自由化対象の需要家に対して、供給区<br>域の一般電気事業者が予め届出した約款の規定条件で<br>電力を供給する義務のことです。     |
| 4  | 低圧                   | 直流で 750V 以下、交流で 600V 以下の電圧をいいま<br>す。家庭向けには 100V、200V などが使用されていま<br>す。                                   |
| 5  | 高圧                   | 直流で 750V を交流で 600V を超え、7000V 以下の電<br>圧をいいます。中小工場向けなどには 6600V が使用さ<br>れています。                             |
| 6  | 特別高圧                 | 7000V を超える電圧をいいます。  |
| 7  | I P P                | 独立系発電事業者 (Independent Power Producer の<br>略)。発電だけを行って電力会社に卸売り販売をする独<br>立系の事業者のことをいいます。                  |
| 8  | フリッカ<br>(継続する微小電圧変動) | 光度またはスペクトル分布が時間と共に漂動する光の<br>刺激によって誘起される視覚上の不安定さに対する印<br>象の総称です。   |
| 9  | 高調波                  | 周波数の変動の中に含まれる 50Hz や 60Hz という基<br>本となる周波数より数倍高い周波数の成分で、物理的<br>には、周波数変動量のフーリエ級数における一次を越<br>える次数の成分のことです。 |
| 10 | 電圧不平衡                | 三相交流などの電力系統において、各相の電圧の実効<br>値または隣り合う相間の位相差の全てが等しいとい<br>うわけではない状態をいいます。                                  |