

エネルギーシステムの低炭素化に 向けた課題とイノベーション

平成29年12月12日

松橋 隆治

東京大学大学院工学系研究科 電気系工学専攻 教授

国立研究開発法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター 研究統括

再生可能電源の大量導入と系統の安定性

① 日本政府による2030年エネルギーミックス案

→再生可能は全発電電力量の22～24%

閣議決定された地球温暖化対策計画における2050年のGHG削減目標を達成するには、更に大幅な再生可能の増加が必要

② 電力システム改革

→2016年4月家庭用小売電気の全面自由化

→2020年頃 発送電分離(東京電力は2016年4月)

③ FITによる太陽光発電の爆発的増加

→全国認定量 8454万kW 全国導入量 3847万kW (2017年3月末時点)

→九州認定量 1694万kW 九州導入量 747万kW(2017年8月時点)

(東日本大震災後の九州電力管内の最大電力需要は1500万～1600万kW

夏期平日のピーク値は1300万kW程度

中間期平日のピーク値は850万kW程度)

④ 再生可能電源の大量導入

→系統の安定性に影響(特に九州地域)

→技術と制度のイノベーションによる問題解決

電力システム改革と周波数変動問題

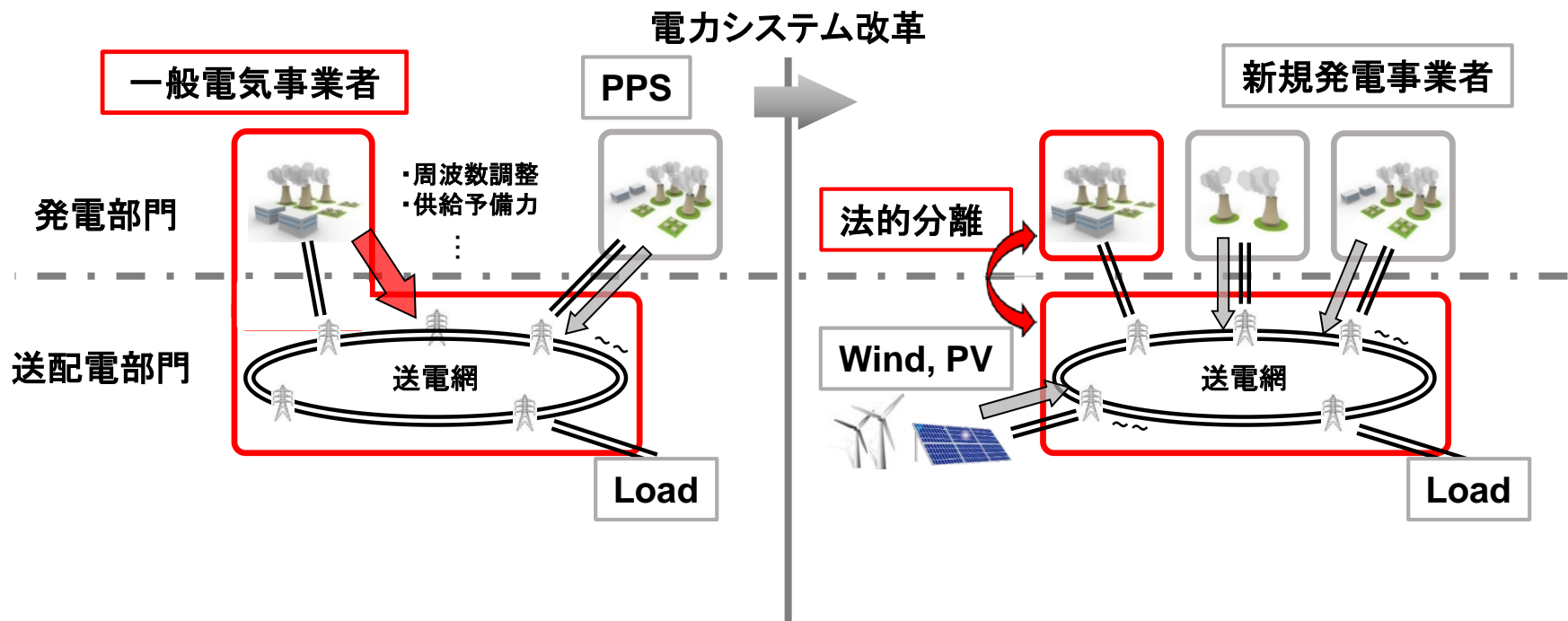
□ 発送電分離による系統安定性への影響

✓ 従来

- 垂直統合型の電力会社が一括してアンシラリーサービスを提供

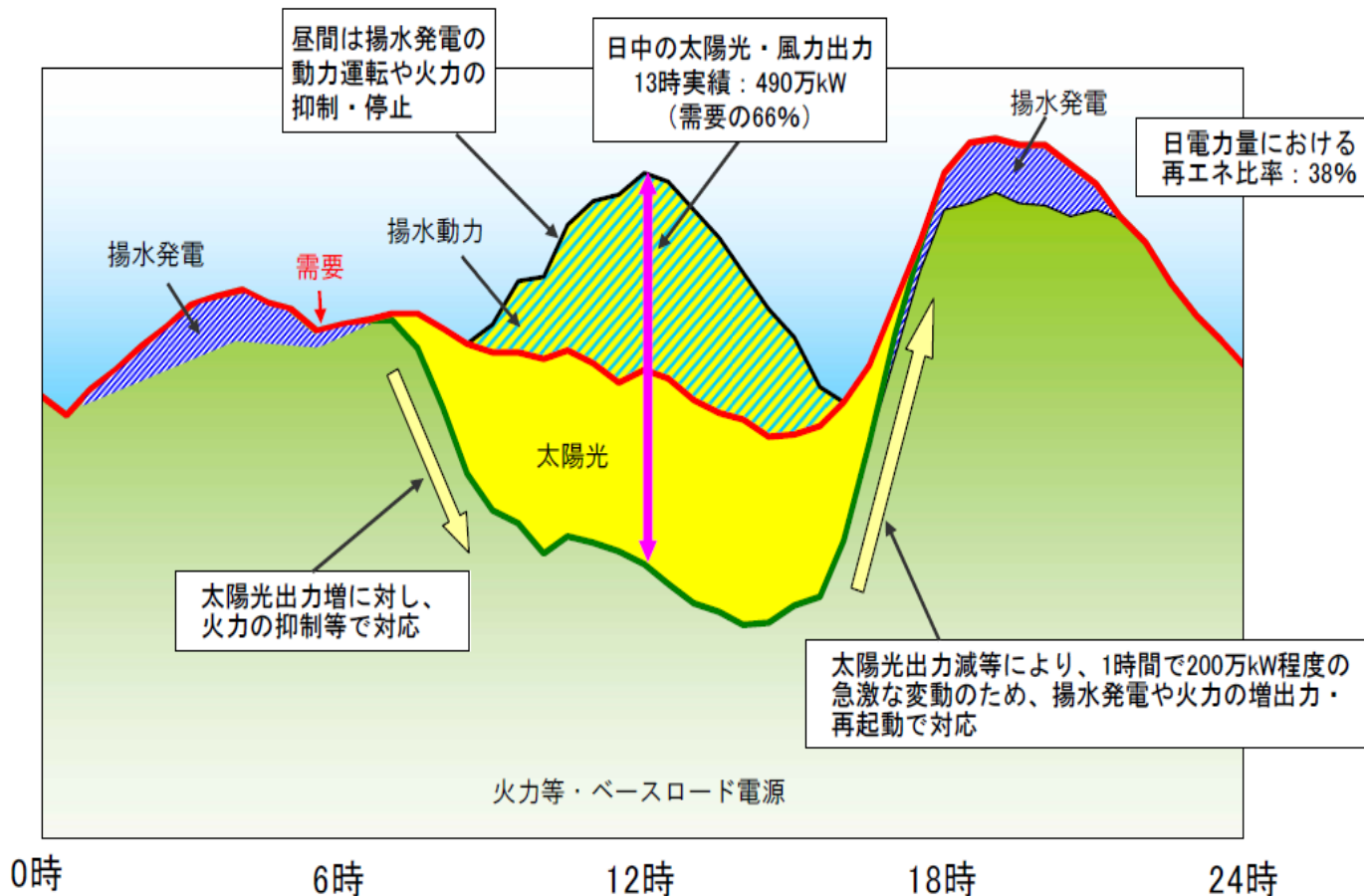
✓ 自由化後

- 電力会社の送配電部門は発電設備を保有しない
- アンシラリーサービスは外部から調達



再生可能電源の大量導入と系統安定性

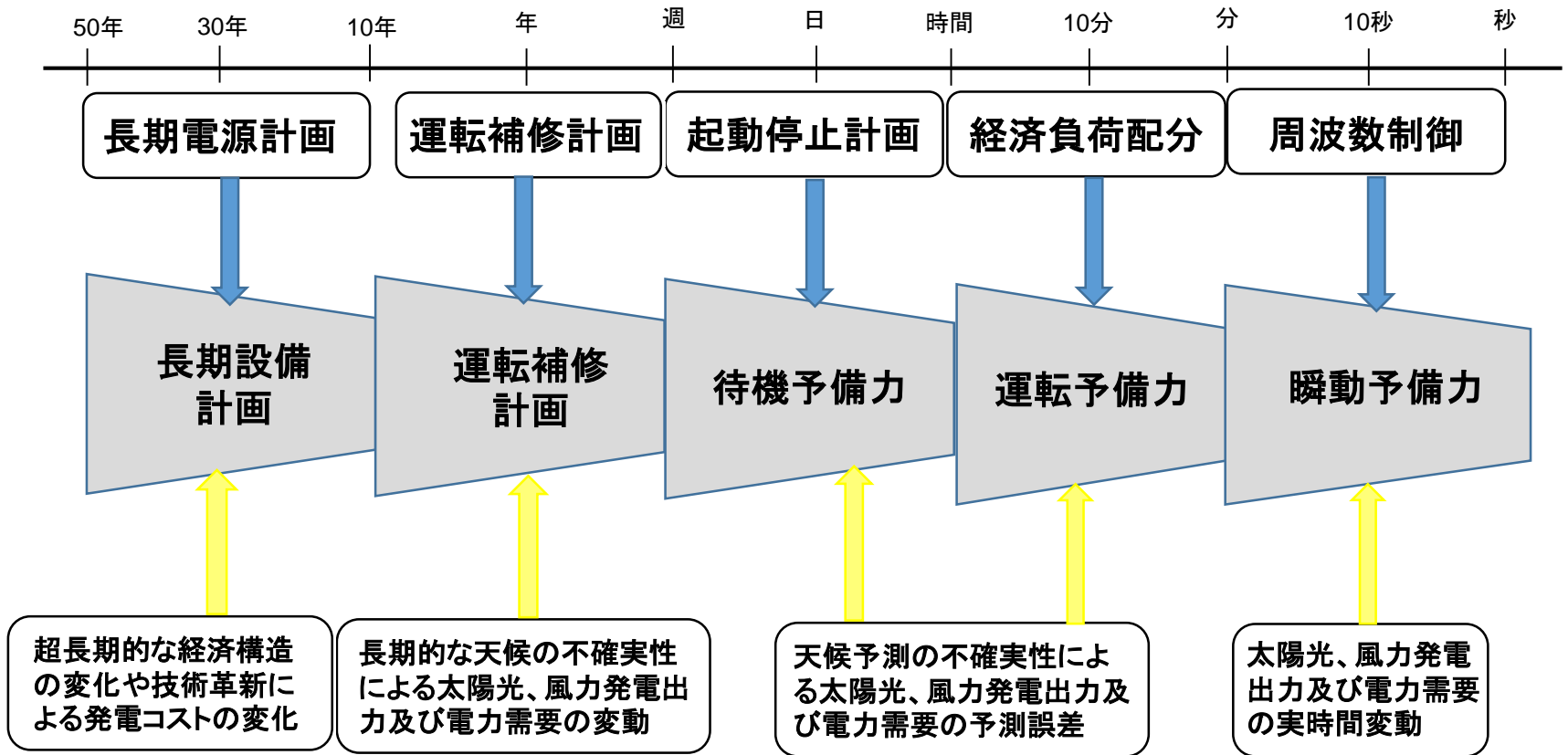
- 再エネ電源が大量連系した電力供給エリアでは、系統運用上の課題が顕在化している。



九州電力管内の
需給バランス実績
(2016年5月4日)

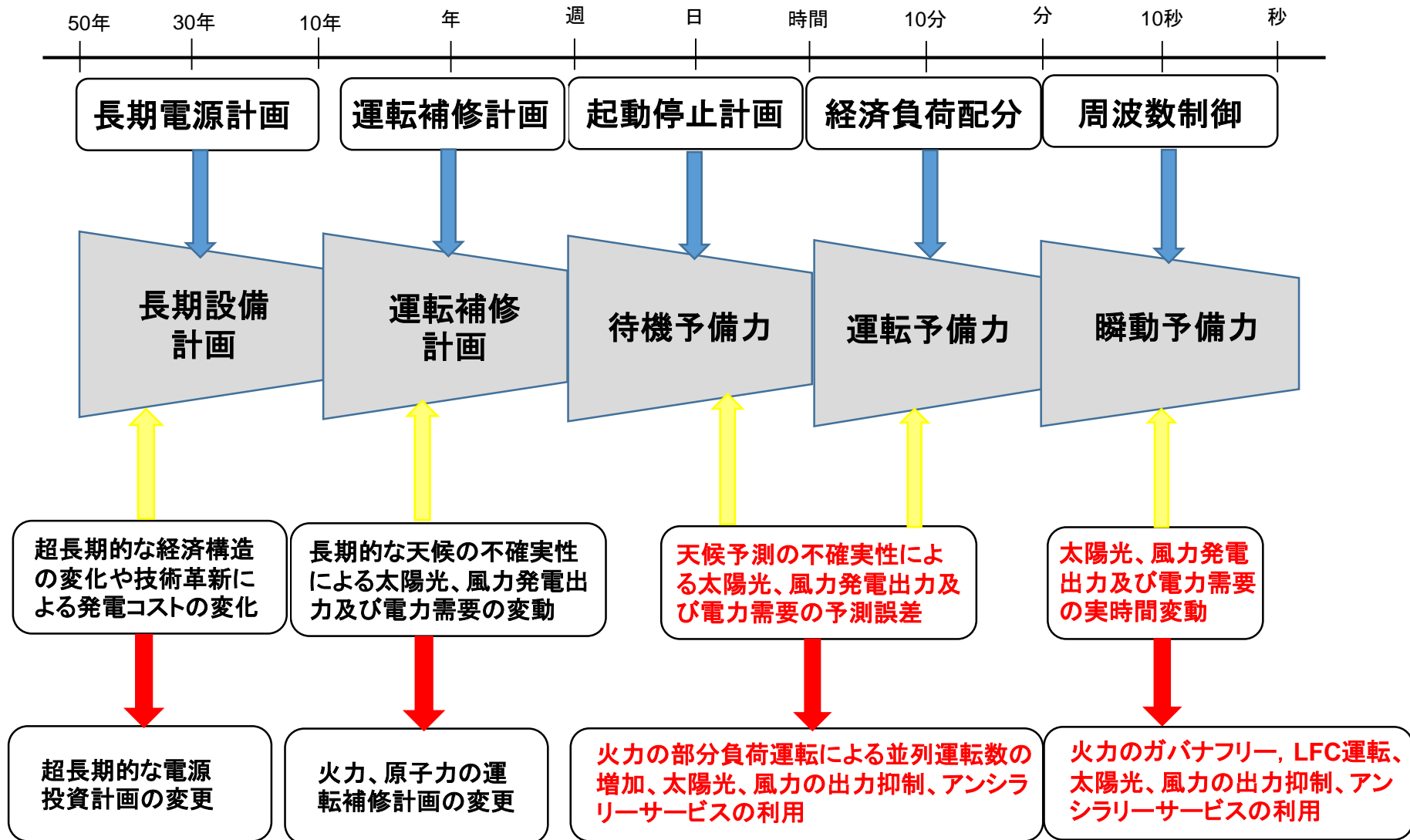
電力系統計画・運用における需給調整

過去の電力システムの運用では、各時間帯での電力需要の不確実性に対応した需給調整を行ってきたが、再生可能電源大量導入と電力システム改革に伴い、従来とは異なる需給調整の技術・制度が必要となる。



電力系統計画・運用における需給調整

新たな需給調整の技術・制度は、特に周波数制御、経済負荷配分、起動停止計画において必要である。ここでは、電気自動車等の需要側の機器を系統運用につなげる技術と制度の革新が求められている。

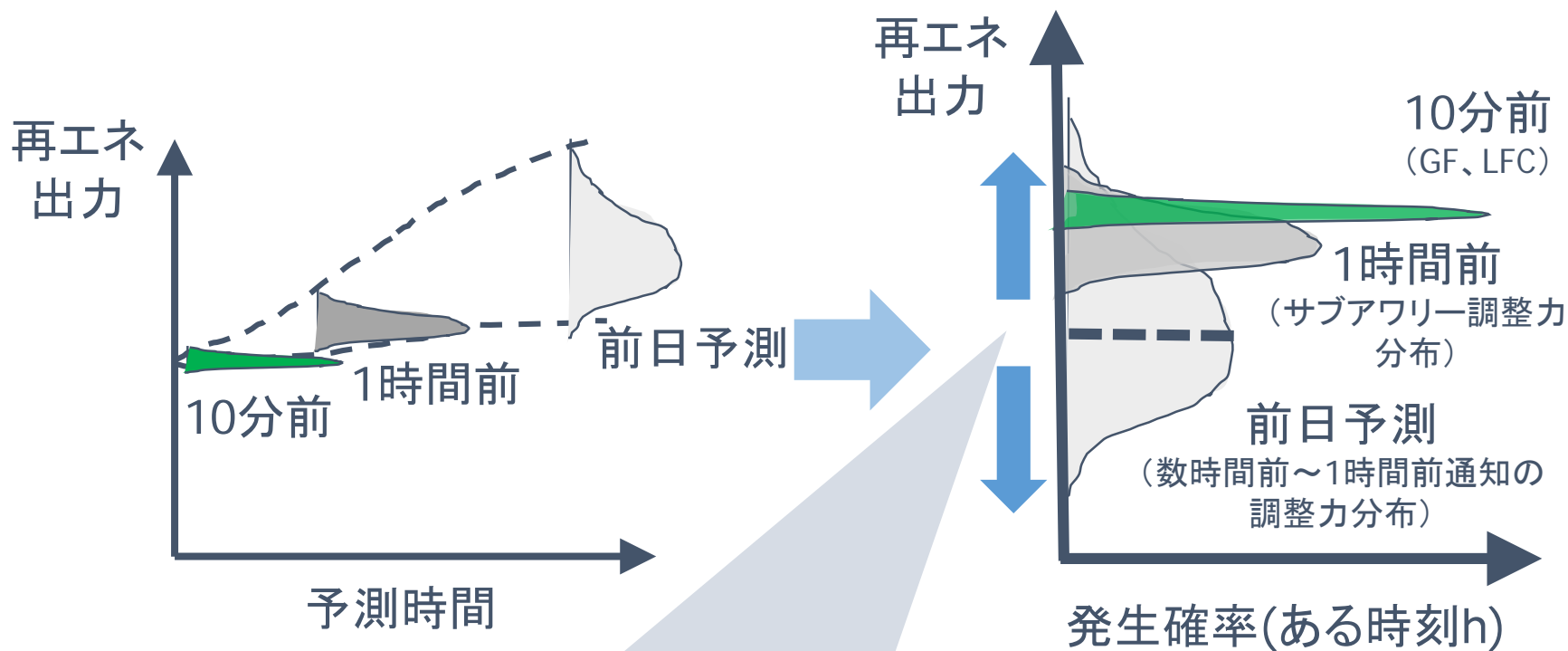


再生可能電源出力の予測誤差と系統運用

□予測時間が長いほど誤差が大きくなる傾向がある。

□ある電力受け渡し時刻で誤差分布を整理すると、調整力必要量の分布と見なせる。

例えば前日予測誤差に対応した数時間前から1時間前通知の調整力分布。



各時間断面の分布の予測平均値からの誤差・変位を調整力で賄う。

電力系統運用における電気自動車(EV)の利用可能性

□ EVの普及目標

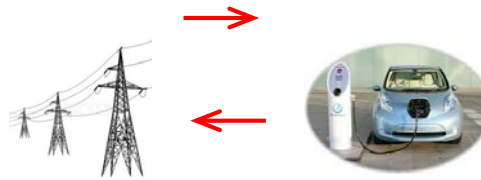
- ✓ 次世代自動車戦略2010(経済産業省)
 - 販売 : 15~20%(2020年)
20~30%(2030年)
- ✓ 次世代自動車振興センター
 - 保有 : 3%(2020年), 9%(2030年)

✓ 現状

- 販売 : 0.19%(2013年時)
- 保有 : 0.19%(2014年時)

□ 需要家側資源としてのEV

Vehicle to Grid(V2G)



制御指令に対する応答が速い

一方向(充電or放電)の制御はSOCへの影響が大きく不向き

} 周波数制御に適性あり

EVを所有することで市場からの報酬が得られる

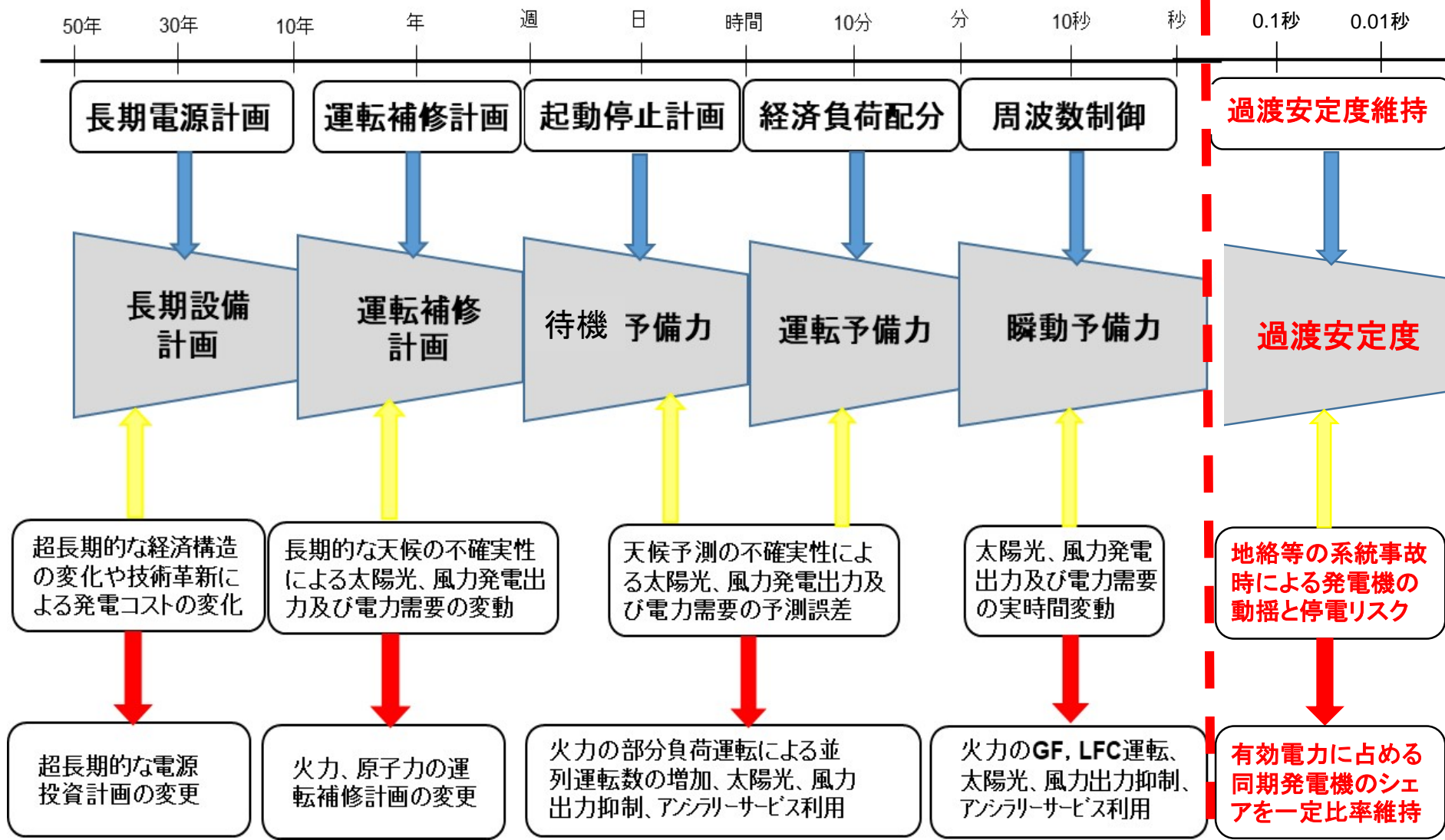


EV普及のインセンティブとなる可能性

電力系統運用における過渡安定度の問題

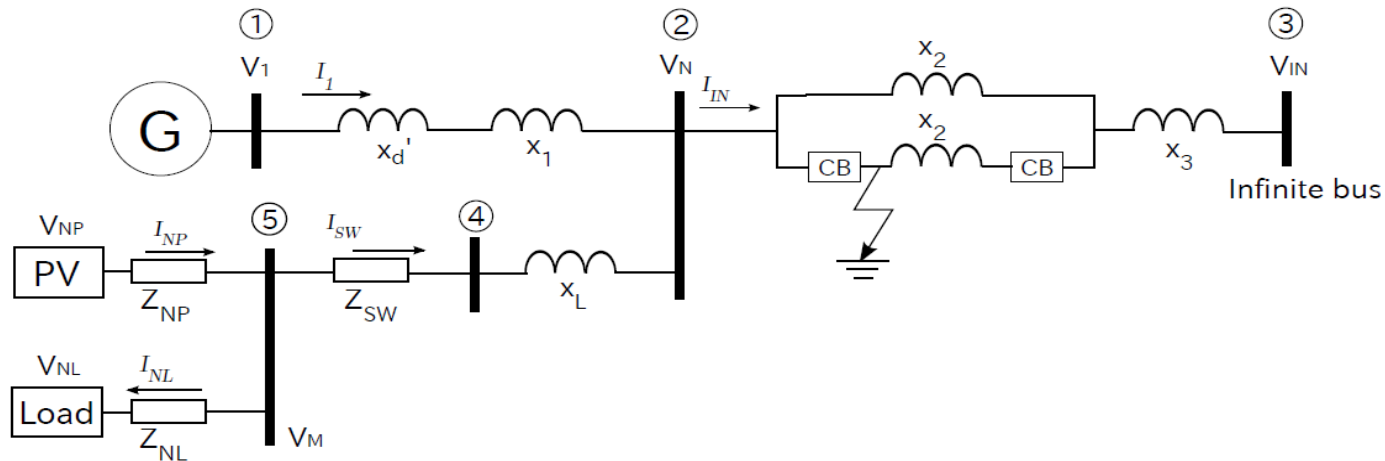
再生可能電源大量導入と電力システム改革に伴い、変革を迫られている下記の計画・運用は、各時間帯での需給調整の技術・制度の問題である。

需給調整とは異質であるが重要な問題である。



太陽光発電 (PV) の大量導入と電力システムの過渡安定度

— PV大量導入時のCCT (臨界故障除去時間)の算定結果例(引用文献より)—



引用文献 内田健志, 負荷系統のインピーダンスの影響を考慮した太陽光発電大量導入時の過渡安定度解析, 2014年度電気電子工学科卒業論文

表 4.2: 各解析条件での CCT[s]

解析条件	同期機容量維持		同期機容量削減	
	no Z	withZ	no Z	withZ
PV1 ・ 負荷大	0.375	0.371	0.193	0.189
PV1 ・ 負荷小	0.346	0.342	0.172	0.164
PV2 ・ 負荷大	0.239	0.218	—	—
PV2 ・ 負荷小	0.130	0.051	—	—
PV3 ・ 負荷大	—	—		
PV3 ・ 負荷小	—			

※—: 事故除去後の安定状態が存在しなかった場合

※空白: 初期運転状態が存在しなかった場合

まとめ

- (1) エネルギーシステムの低炭素化のための再生可能電源の導入状況と電力システムをめぐる変革の実態について解説した。
- (2) 再生可能電源の大量導入と共に、電力システムの安定性をたもつために必要な技術要素を明らかにした。
- (3) 特に、周波数制御のための短周期の需給調整、再生可能電源の出力の予測誤差を補償する超周期の需給調整、ならびに電力システムの過渡安定度を維持するための対策が重要であることを示した。
- (4) 再生可能電源の大量導入と系統安定性の問題の解決には技術革新と制度革新の双方が必要である。具体的には、**電力系統工学、エネルギー工学上の技術革新とアンシラリーサービスの取引制度の設計など、制度革新**である。