

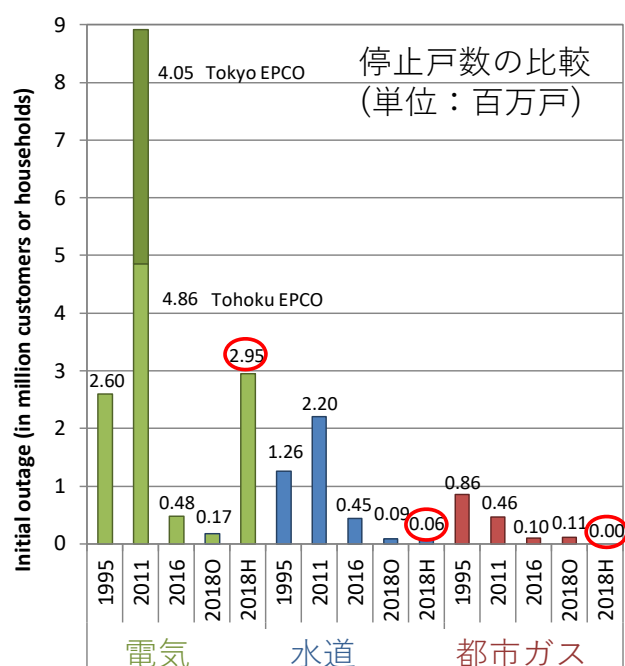
インフラ・ライフラインの機能支障 ～停電とその影響波及を中心に～

岐阜大学工学部社会基盤工学科 能島暢呂

- ・ ライフラインの被災規模と復旧過程の地震間比較
- ・ 停電発生・ブラックアウト・停電解消に至る経緯
- ・ 停電のインフラ・社会経済への影響波及（通信・医療・水道）

1

供給系ライフラインの被災規模の比較



1995：阪神・淡路大震災
2011：東日本大震災
2016：熊本地震
2018O：大阪府北部の地震
2018H：北海道胆振東部地震

- ・ 停電 295万戸
ほぼ全道内ブラックアウト
東日本大震災に次いで2番目
- ・ 断水 6.4万戸 (5地震で最小)
施設被害+停電の影響
- ・ 都市ガス停止 なし
停止基準を上回るSI値なし
- ・ 停電からの影響波及が大きく、
インフラの地震リスク管理・
BCPとして教訓が多く残された
- ・ 自家発電設備などで対処できた
好例も多くあり、これも教訓と
して生かすべき（燃料確保や運
搬面での課題も）

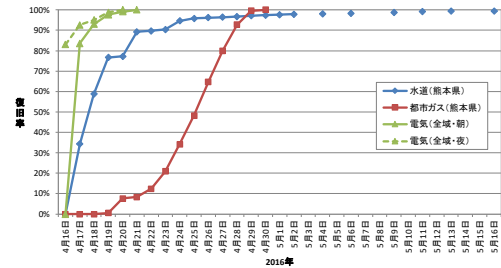
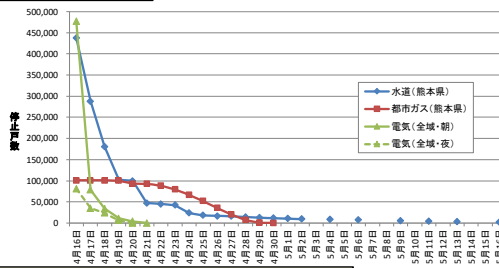
2

2016年熊本地震

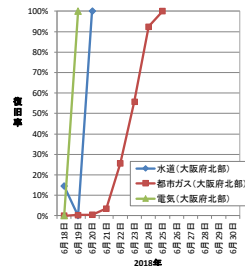
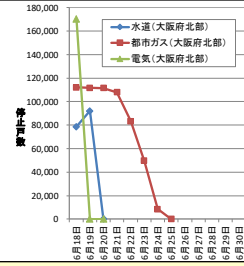
停止戸数の解消過程

復旧率

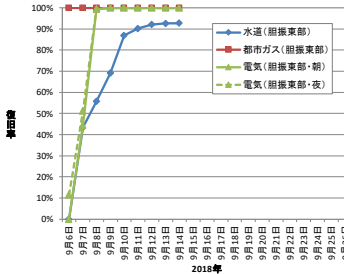
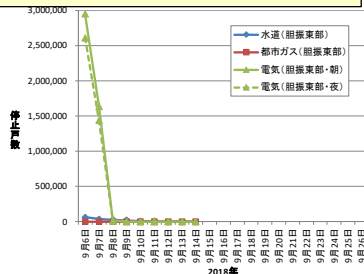
電気
水道
都市ガス



2018年大阪府北部の地震

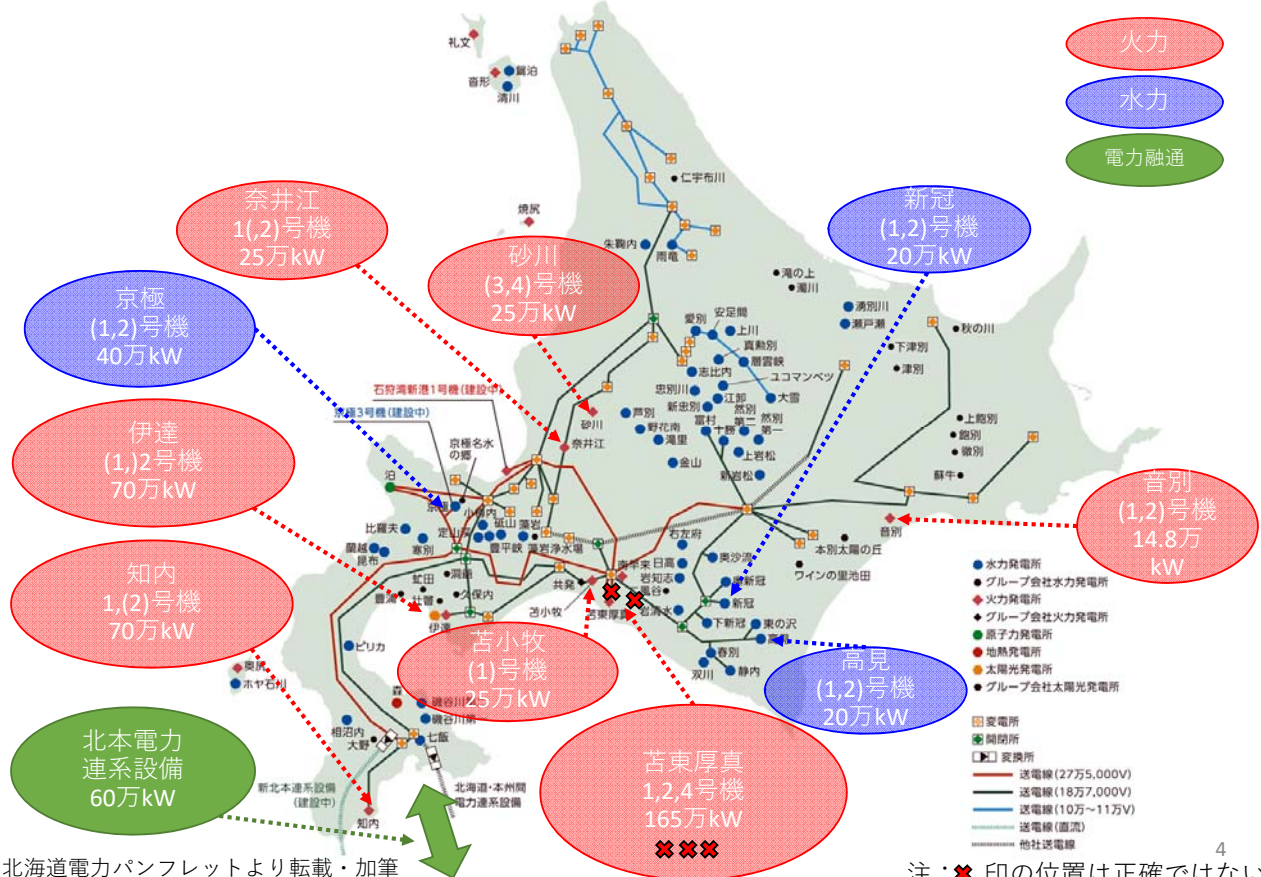


2018年北海道胆振東部地震



3

北海道内の主要な発電所と送電線網



4

送・配電設備の被害

【送電設備の状況】

送電線名	設備被害状況・復旧予定	復旧見通し
岩知志線 (66kV)	No. 71 鉄塔倒壊（地滑り） ・鉄柱による仮復旧	9月13日完了済
	No. 107 鉄塔倒壊（地滑り） ・鉄柱による仮復旧	11月中
狩勝幹線 (275kV)	No. 52 鉄塔基礎損傷の恐れ（周辺地の地崩れ） ・鉄塔基礎補修	11月中

※ 岩知志線の一部と狩勝幹線については停止中であるが、現在、別ルートにより供給を行っている。また、長期的な地崩れの影響を考慮し送電線ルートの変更も検討中。

【配電設備の状況（9月16日15時00分現在）】

支持物（基）					電線（条）	変圧器（台）	
折損	傾斜	損壊	流失	小計	断線等	損傷	傾斜
35	166	5	121	327	295	32	396

厚真町



電線を張っている様子（厚真町）



新たな電柱を建てている様子（厚真町）

北海道電力：北海道胆振東部地震による当社送配電設備の被害状況と復旧見通しについて（第2報）（2018年9月16日）より抜粋



地崩れにより倒壊した送電鉄塔（むかわ町）



倒壊した送電鉄塔【左】と鉄柱による仮復旧の状況【右】（むかわ町）

むかわ町



厚真町

周辺地の地崩れにより、鉄塔基礎損傷の恐れがある状況（厚真町）【9/11撮影】

苫東厚真火力発電所の 発電設備被害

9月19日復旧済み

復旧見込み：11月以降



1号機：ボイラー管損傷状況



4号機：タービン出火状況



2号機：ボイラー管損傷状況①



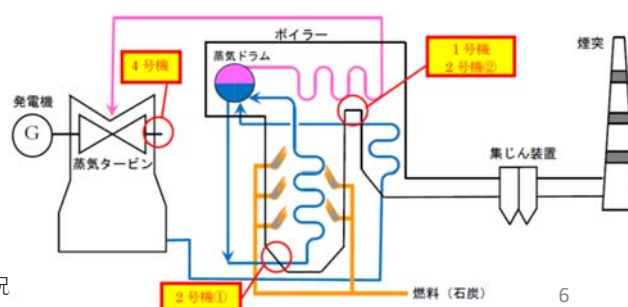
2号機：ボイラー管損傷状況②

復旧見込み：10月中旬以降



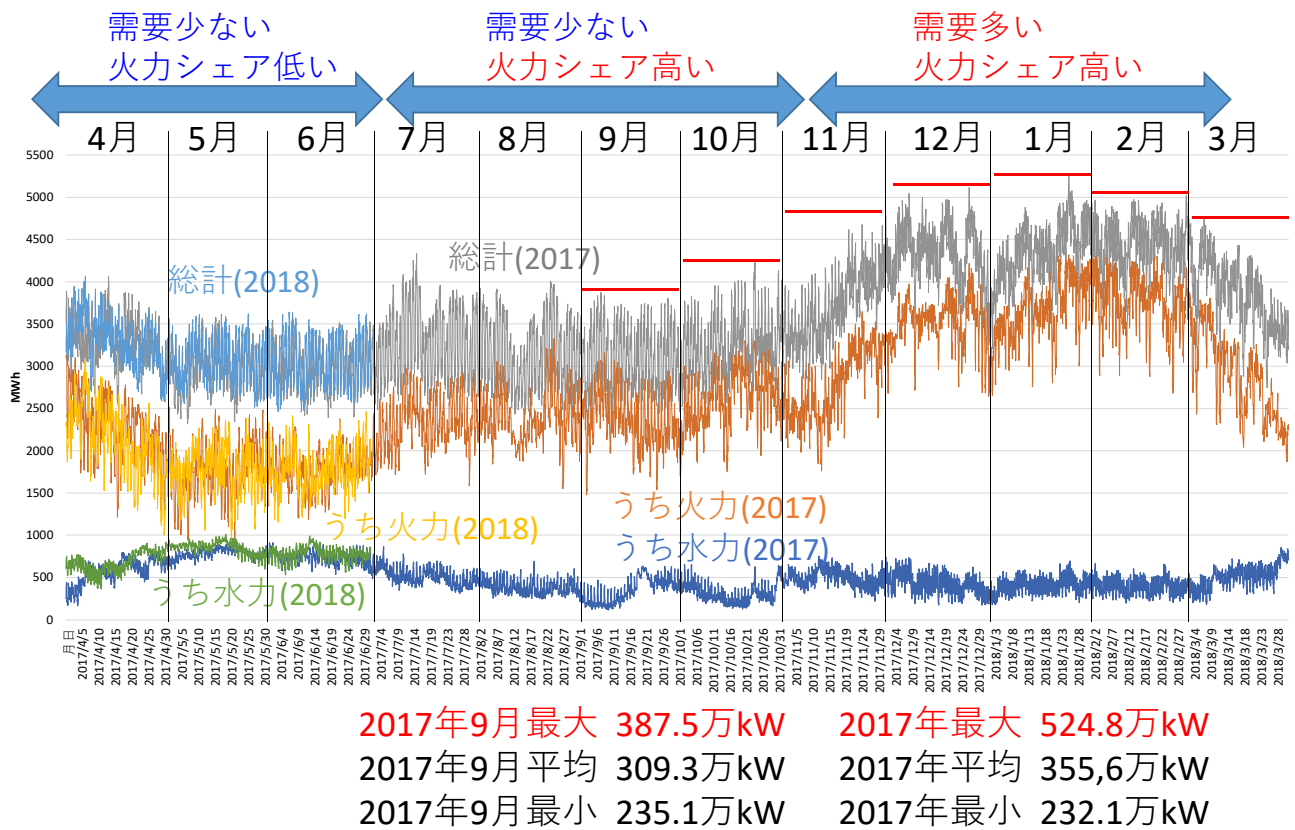
写真：北海道電力Webサイトより

1号機：（3:25am停止） ボイラー管 2本損傷
2号機：（3:08am自動停止） ボイラー管11本損傷
4号機：（3:08am自動停止） のちにタービン出火
タービン点検に分解・組立が必要



北海道電力：北海道胆振東部地震による当社送配電設備の被害状況と復旧見通しについて（2018年9月11日）より抜粋・加筆

北海道エリアの需給実績 (2017.4～2018.3)

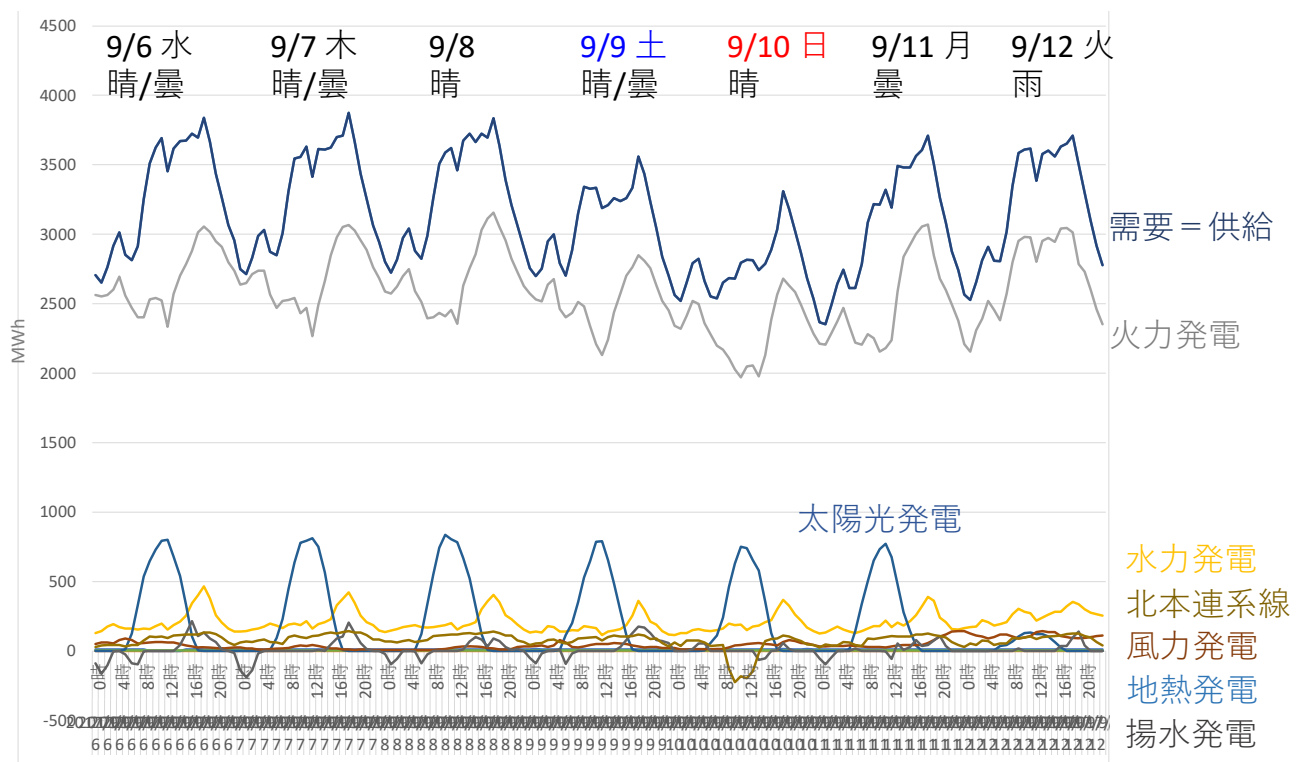


北海道電力資料に基づいて作成

冬季発生の場合はさらに深刻だった可能性が高い

7

2017年の同時期 (9/6～12)の発電状況



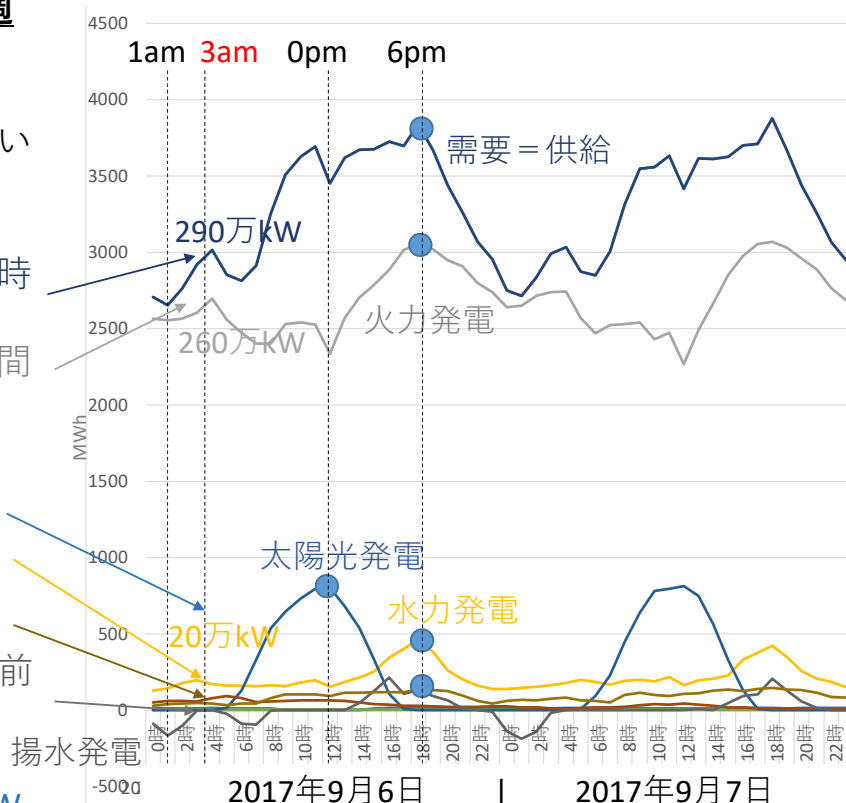
北海道電力資料に基づいて作成

8

2017年の同時期 (9/6～7) の発電状況

2017年実績(9/6-12日の1週間の3amの平均) の状況

- 一日では最も需要が低い時間帯 (11pm-7am)
- 深夜電力の需要がある時間帯で287万kW
- 火力シェアが最大の時間帯で257万kW (90%)
- 太陽光は0
- 水力は少ない(18万kW)
- 北本連系線からの送電(7万kW)
- 揚水発電はほぼ0(この前後の時間帯で揚水)
- 風力4万kW・地熱1万kW

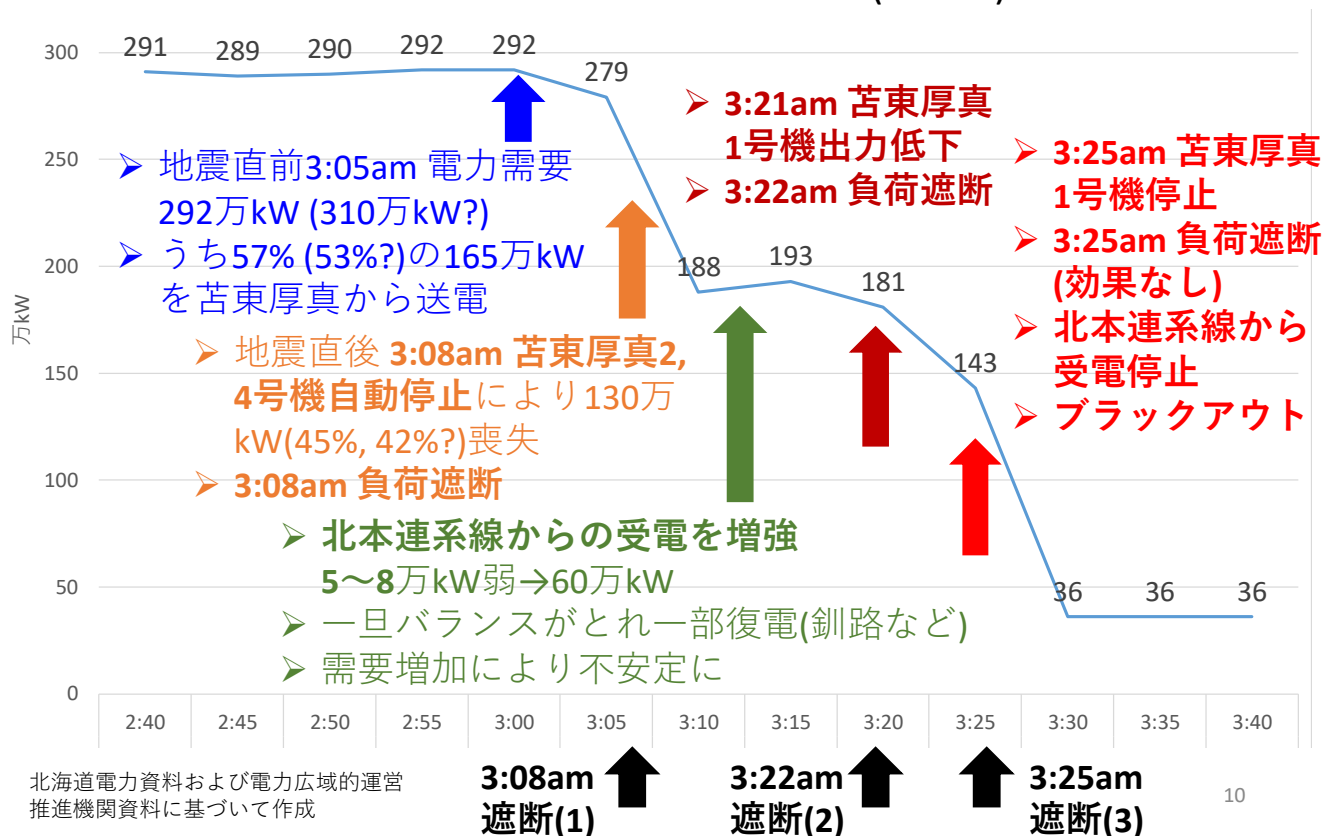


北海道電力資料に基づいて作成

9

地震発生前後の電力供給状況

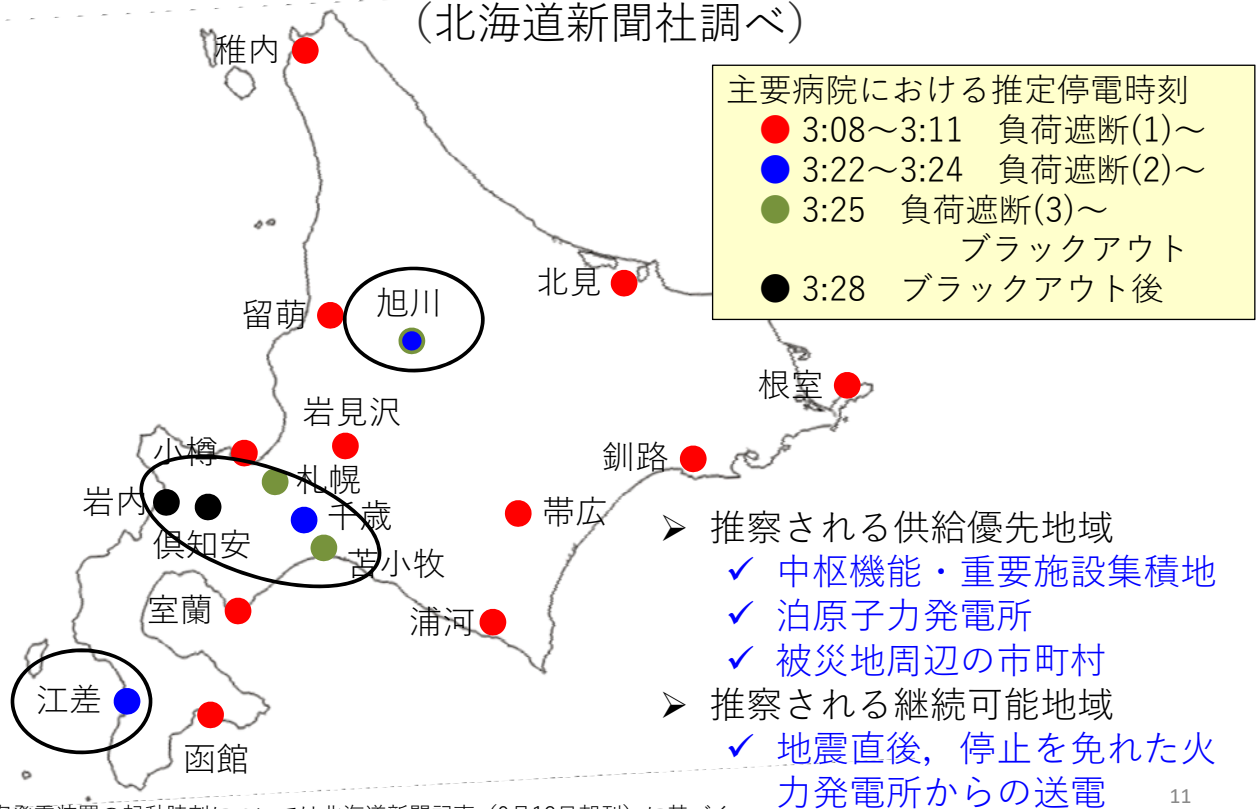
2018年9月6日 2:40～3:40am (5分毎)



10

三段階の負荷遮断とブラックアウト

主要病院の自家発電装置の起動記録による推定停電時刻
(北海道新聞社調べ)



11

ブラックスタート

広範囲で停電が発生した場合に、外部電源（系統からの電力供給）に依存せず起動して停電解消のための発電を開始すること

12

ブラックアウト後の立ち上げ手順

- 停電時にも立ち上げ可能な水力発電所（高見，東の沢，春別，雨竜，金山発電所）から，停止中の火力発電所に立ち上げ用の電力供給
- 火力発電所が起動，道内の電力が一定量に達する
- 北本連系線から60万kWを融通
(以上，北海道新聞による)



【関西電力webサイト 火力発電について 安定供給と火力】

http://www.kepc.co.jp/energy_supply/energy/thermal_power/newenergy/index.html

火力発電所の起動時間：火力発電は停止時間が長いとその分ボイラやタービンなどの温度が下がっており、起動に時間を要します。

夜間だけの停止 → 起動指令から 2～3時間程度

週末だけの停止 → 起動指令から 6～7時間程度

1週間以上の長期停止 → 起動指令から 20～25時間程度

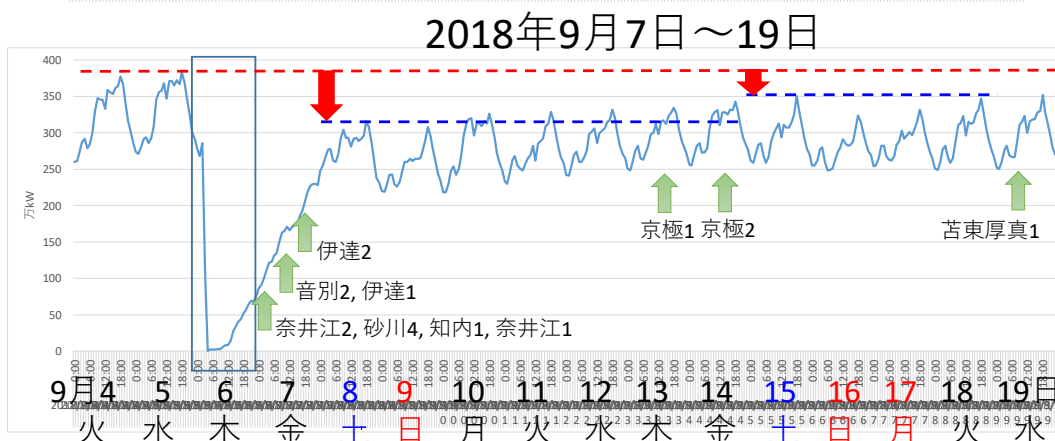
ホットスタート

ウォームスタート

コールドスタート

13

地震当日およびその後の電力供給状況



9月5日最大
388万kW

節電目標20%
310万kW
(9月8～14日)

15～18日「需要減1割の確保」に向けた「できる限りの節電」
19日以降「無理のない範囲で節電への協力」

14

北海道電力資料に基づいて作成

石狩湾新港発電所(170.82万kW)の建設

既設火力発電所の経年化に対応するとともに、燃料種の多様化を図り、将来の安定供給を確保なものとすため、LNG（液化天然ガス）を燃料とした石狩湾新港発電所を建設しています。1号機は2019年2月の営業運転開始を目指し、着実に工事を進めています。



工事中の石狩湾新港発電所全景（2018年5月現在）

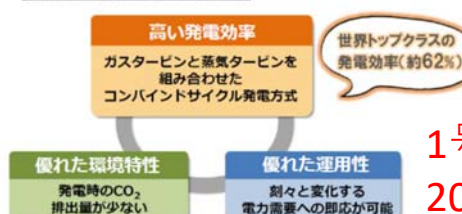


◆石狩湾新港発電所の概要

所在地	小樽市銭函5丁目		
燃料の種類	天然ガス		
	出力 (170.82万kW)	着工*	営業運転開始 (予定)
1号機	56.94万kW	2015年8月	2019年 2月
2号機	56.94万kW	2023年3月(予定)	2026年12月
3号機	56.94万kW	2027年3月(予定)	2030年12月

*電気事業法に基づく工事計画の届出のことをいいます。

◆石狩湾新港発電所の特徴

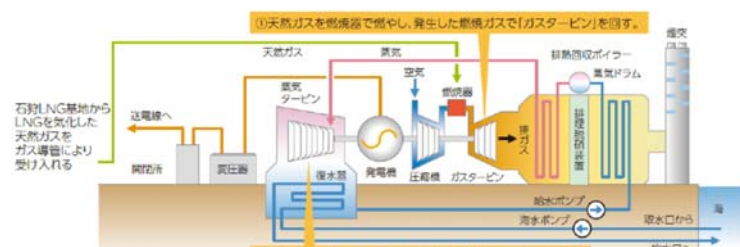


1号機 (56.94万kW)
2019年2月営業運転
開始予定
= 今回間に合わず

2018年10月以降の
試運転分の電力を
供給する計画も

15

◆石狩湾新港発電所のイメージ図



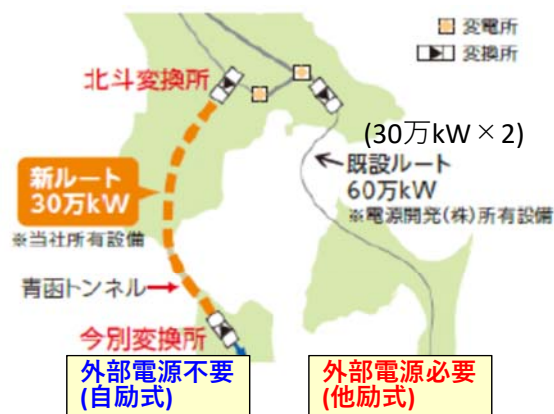
北海道電力パンフレットより引用・加筆

新北本連系設備(30万kW)の建設

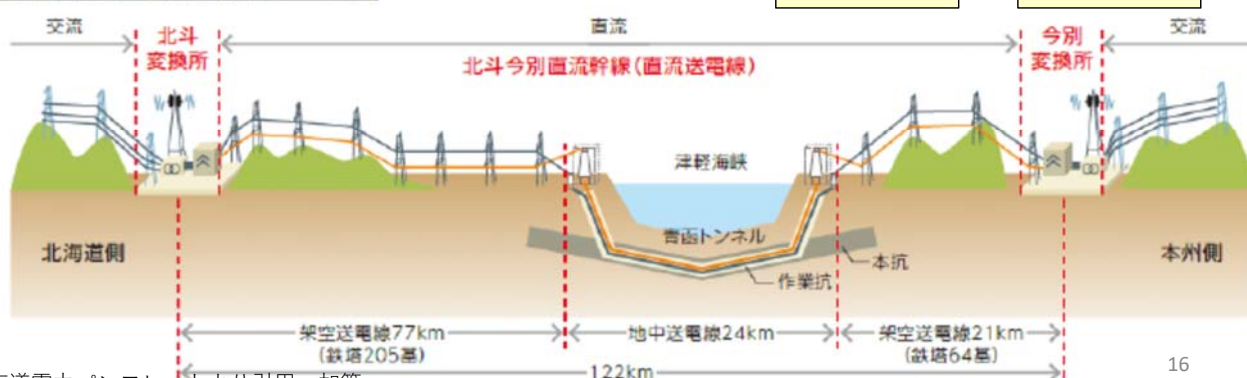
2019年3月運転開始予定 = 今回間に合わず

新 北海道・本州間電力連系設備

送電容量	30万kW		
送電電圧	250kV(直流)		
送電亘長	122km	架空送電線	北海道側77km 本州側21km
		地中送電線	24km
工 程	2014年4月着工 2019年3月運転開始(予定)		



◆新北本連系設備のイメージ図

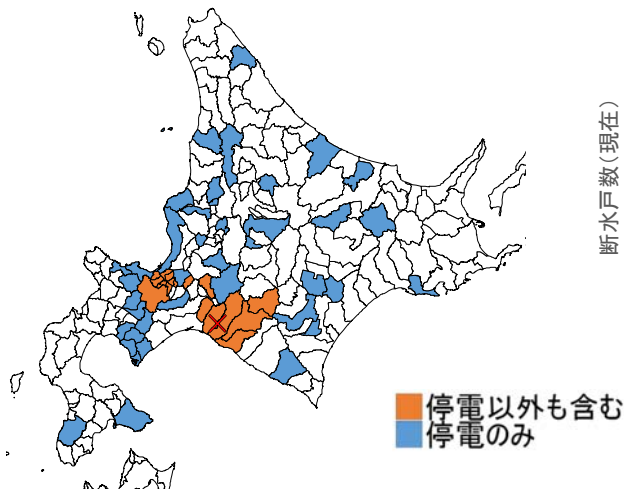


北海道電力パンフレットより引用・加筆

16

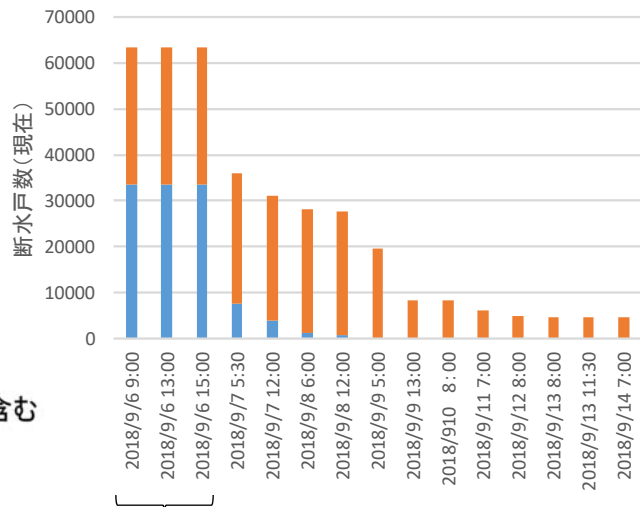
停電が水道システムに及ぼした影響

断水の原因



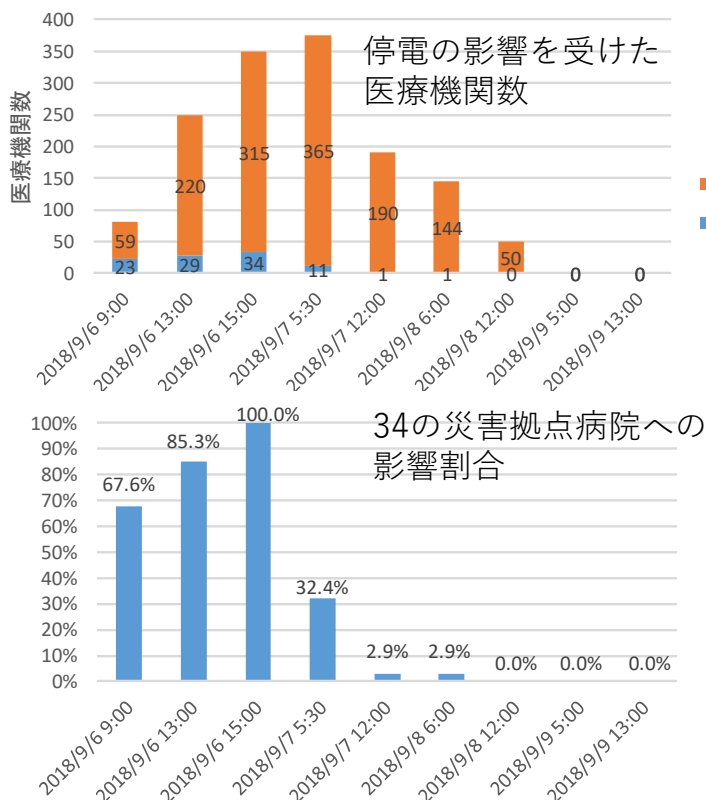
- 停電以外の要因
- ✓ 浄水場の損壊・破損
 - ✓ 水道管の破損
 - ✓ 濁水

原因別の断水戸数の推移

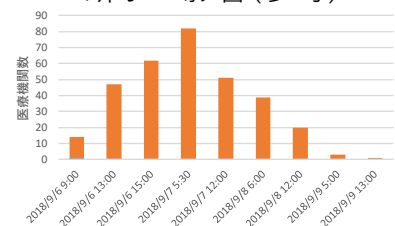


注：地震直後の「調査中」については、最大断水戸数と矛盾しないように適宜補完した

停電が医療機関に及ぼした影響



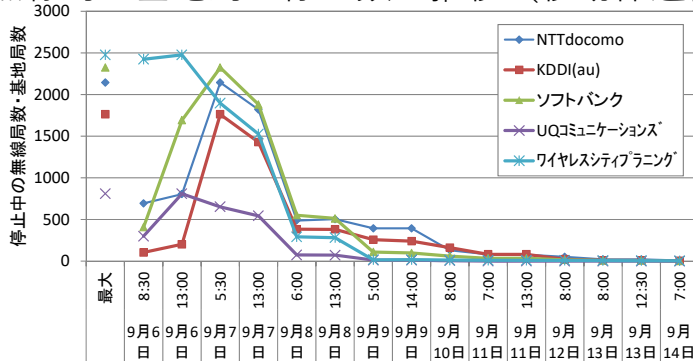
断水の影響(参考)



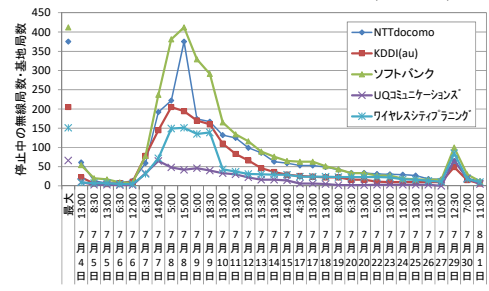
- 災害拠点病院以外については全数が不明のため、影響割合は不明
- 34の災害拠点病院は、一時、すべてが影響を受け、自家発電機で対応
- (断水の影響を受けた災害拠点病院は1例のみ)

停電が通信システムに及ぼした影響

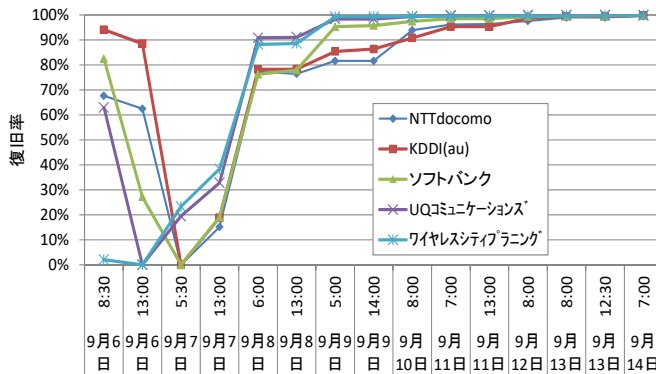
無線局・基地局の停止数の推移（移動体通信5社）



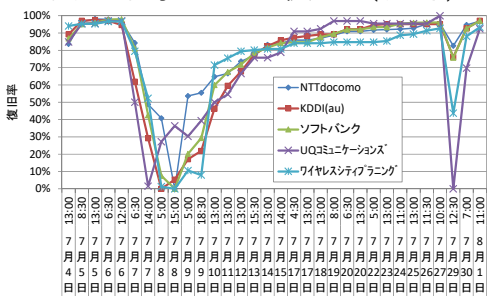
西日本豪雨での状況（参考）



復旧率（各社の最大停止局数で基準化）の推移

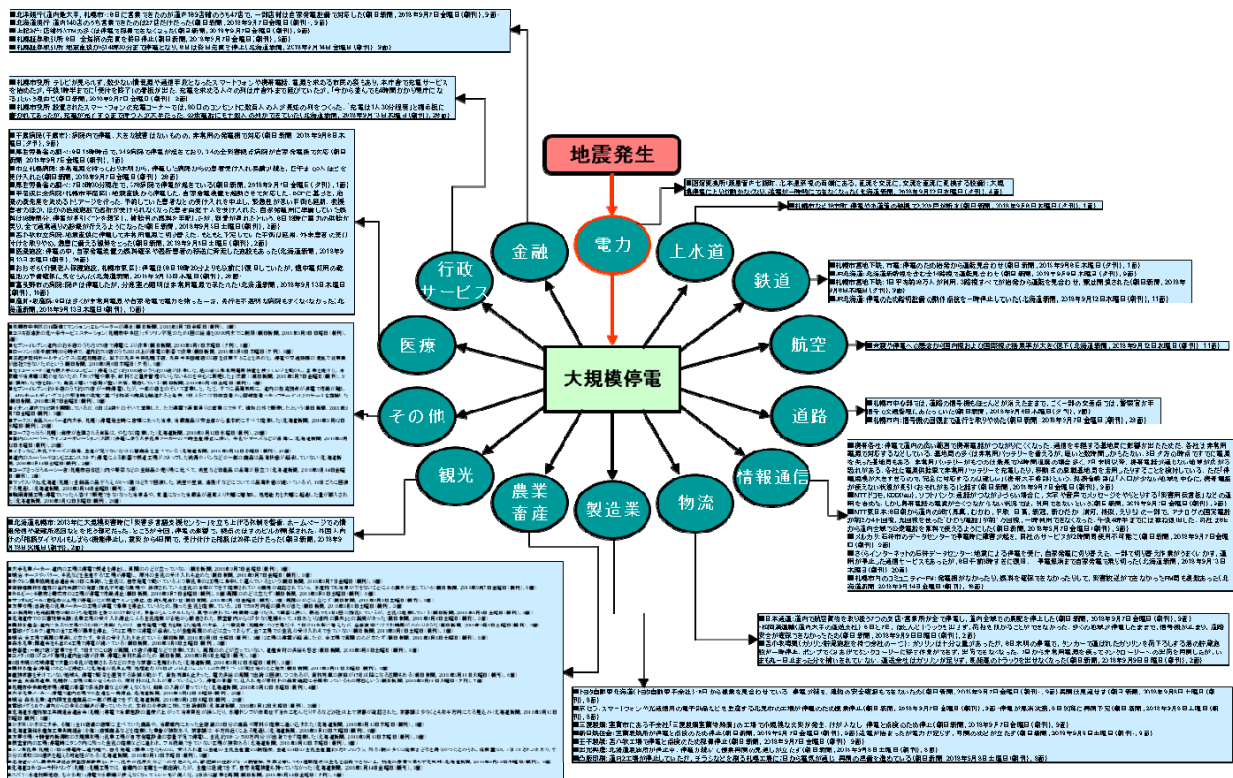


西日本豪雨での状況（参考）



総務省まとめ資料より作成

停電が社会経済に及ぼした影響



関係省庁・報道機関などの資料をとりまとめて作成中