

# 東日本大震災における供給系・通信系ライフラインの復旧概況

## An Outline of the Restoration Processes of Utility Lifelines in the Great Eastern Japan Earthquake Disaster

能島 暢呂<sup>1</sup>  
Nobuoto NOJIMA

<sup>1</sup>岐阜大学工学部 社会基盤工学科  
Department of Civil Engineering, Gifu University

The 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, Japan caused unprecedented damage to Tohoku and Kanto regions, and the aftermath was named the Great Eastern Japan Earthquake Disaster. In the affected areas, lifelines were severely damaged by ground shaking, liquefaction and tsunami. In this paper, restoration processes of utility lifelines including electric power, water supply, city gas supply and telecommunication systems were compiled on the basis of published data and press release by the service providers and/or supervisory authorities in conjunction with the causes of damage, the effects of aftershocks and post-disaster response. The scale and the duration of lifeline disruptions were compared with the Great Hanshin-Awaji Earthquake Disaster.

**Keywords :** the Great Eastern Japan Earthquake Disaster, utility lifelines, restoration process

### 1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震 (Mw=9.0) は東北から関東に未曾有の被害をもたらし、4月1日、政府はこの広域巨大災害を「東日本大震災」と命名した。ライフライン施設も甚大な被害を受け、災害対応のための交通・通信手段のマヒ、被災地の生活支障、医療支障、各種産業における業務支障、さらにはサプライチェーンの寸断による社会経済的影響などが大きな問題となっている。地震発生から1ヵ月半あまりが経ち、相次ぐ余震のために新たな被害が生じる中、全般的には復旧がかなり進んだ。一方、津波被害が甚大であった地域では、未だライフライン機能が回復していない地域も多い。本研究では、供給系・通信系ライフラインを対象として、公開データや報道資料に基づいて復旧概況 (4月25日まで) をとりまとめたものである。

### 2. 電力供給システム

東北電力管内<sup>1)</sup>では、本震により東北6県 (青森・岩手・秋田・宮城・山形・福島) のほぼ全域にあたる約486万戸で停電が発生した。本震による被害としては、4月25日までの累計で、原子力・火力・地熱発電所の停止、水力発電関係では設備被害11箇所、変電設備関係では設備被害57箇所、変圧器損傷70台、遮断器損傷197台、断路器損傷179台、送電設備関係では設備被害105線路、鉄塔損壊・折損・傾斜42基、電線断線・がいし折損22箇所、地中ケーブル損傷14箇所、配電設備関係では、支持物折損・傾斜等22,761基、電線混断線23,198条間、変圧器・開閉器損傷等7,054箇所などとなっている<sup>1)</sup>。

停電戸数<sup>1)</sup>の解消過程を図1に示す。3月12日新潟県中越地方を震源とする地震の影響による停電や計画停電によるものは含めていない。図2は「復旧率= (本震での最大停止戸数-停止戸数) / 本震での最大停止戸数」と定義し、県別にその時系列を表した復旧曲線である。復旧過程の初期段階では迅速であるが、その後の復旧進捗は鈍化し、地震発生から1週間後あたりからは復旧がかなり停滞している。送電系統切り替えによる機能的復旧、発電・送電・変電・配電設備の修理を伴う物理的復

旧、さらに津波等により復旧作業が不能もしくは著しく困難な被災地への復旧と進んだことが伺える。

山形県では3月12日、秋田県では3月13日、青森県では4月6日にそれぞれ一旦停電は解消したが、4月7日23時32分に発生した宮城県沖を震源とする地震 (M7.1, 最大震度6強) により、東北6県の停電戸数は再び400万戸を上回った。秋田県と山形県では本震を上回る停電となっている。また4月11日17時16分に発生した福島県浜通りを震源とする地震 (M7.0, 最大震度6弱) に関しては、福島県に大きな影響を及ぼし、停電戸数は約24万戸となった。

3月21日以降について、停止戸数の原因別の内訳を図3に示す<sup>1)</sup>。分類は①津波等で公共インフラや家屋等が流出した地域の戸数、②瓦礫撤去等により復旧作業に着手可能となる地域の戸数、③設備等が水没・損傷等により復旧に一定期間を要する地域、④不在等により屋内配線の安全性が確認できず送電を留保、⑤復旧作業に着手できる地域の戸数、⑥福島県内の立入制限区域における停電戸数 (④は4月4日以降、⑤と⑥は4月24日以降にそれぞれ②から分離) である。分類③は4月18日に0となった。4月25日現在、岩手県と宮城県では①、福島県では⑥がそれぞれ主体的であり、宮城県では④と⑤も多い。分類①は約8.2万戸 (岩手県2.6万戸、宮城県5.2万戸、福島県0.3万戸) となっている。

国土交通省都市・地域整備局<sup>2)</sup>は、4県 (青森・岩手・宮城・福島) の太平洋沿岸部の33市区町村を対象として、国土地理院の浸水範囲概況図・航空写真を元に市街地の浸水範囲・建築物の被害状況を目視判読し、市街地における浸水範囲を約92km<sup>2</sup>、津波浸水被害区域の人口を約24.6万人と推定している。4県の1世帯当たり人数を2.58人で換算すると約7万世帯に相当する。また仮設住宅の必要数は約7.2万戸と推計されている。これらの数値は上記分類①に近い値となっている。

東京電力管内<sup>3)</sup>では、1都8県の405万戸で停電が発生した。停電解消は比較的迅速で、東京・神奈川・群馬・山梨・静岡で3月12日、埼玉で3月13日、栃木・千葉で3月14日、茨城で3月19日であった。

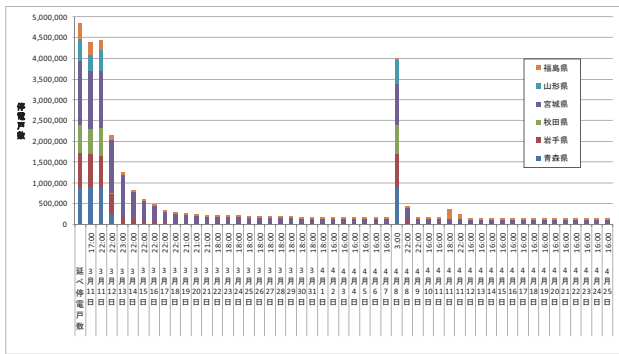


図1 停電戸数の解消過程（東北電力管内）

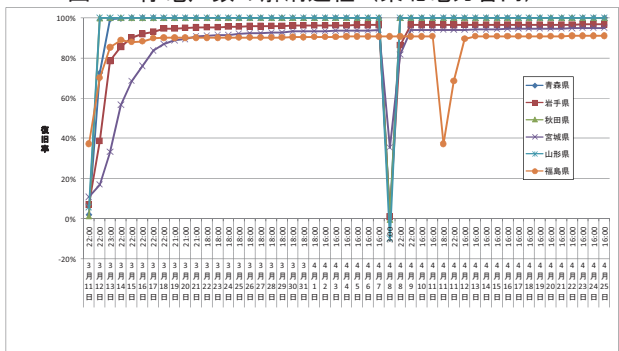


図2 電気の復旧率曲線（東北電力管内）

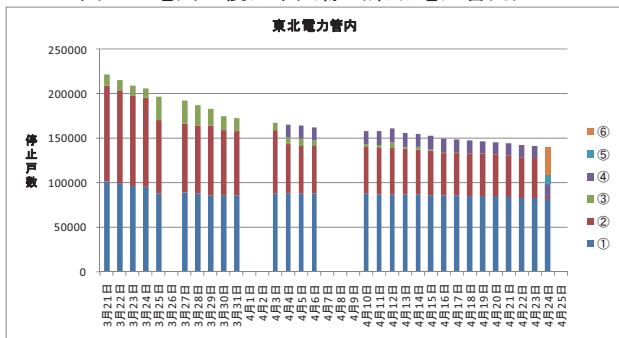


図3 停止戸数の原因別内訳（東北電力管内）

### 3. 水供給システム

厚生労働省のまとめ<sup>4)</sup>による県別の断水戸数の解消過程を図4に示す。異なる地震が原因の新潟・長野・岐阜等の断水や計画停電による断水等は含まれていない。福島第一原発周辺の6町については「一切の活動を停止」のためデータ化されていない。市町村別集計データでは「一部断水」や「全戸断水」という表記も多数ある。また第11報<sup>4)</sup>（3月13日23時30分現在）で復旧済みの断水については詳細不明である。こうした事情から延べ断水戸数を正確に求めることは困難であり、ここでは最大約191万戸としているが、実際にはこれを大きく上回り220万戸を超えると見られる。図5に示す復旧曲線は「延べ断水戸数」＝「期間最大断水戸数」としたうえで、「復旧率＝（延べ断水戸数－断水戸数）／延べ断水戸数」として求めたものである。

岩手・宮城・福島の3県で被害が特に大きい。宮城県では地震後ほとんど復旧が進んでいない期間が2週間も続いている。これは、仙南・仙塩広域水道用水供給事業の高区系幹線（仙台市ほか計3市6町へ供給）および低区系幹線（名取市ほか計4市4町へ供給）、大崎広域水道用水供給事業（10市町へ水供給）の大口径送水管に被害が生じたためである<sup>5)6)</sup>。送水管被害の復旧により各市町村の受水タンクへの送水が可能となった時点から順

次通水が再開されたため、下流側（北側）に位置する市町村ほど復旧がずれ込む結果となった。

岩手県では、地震後10日間に復旧率が50%に達したが、これは一関市など内陸部の都市や、津波被害が軽微であった沿岸部の都市（久慈市など）での復旧に限られる。その後の停滞は、沿岸部の津波被災地域で復旧作業が難航したことを表しており、この状況は福島県でもほぼ同様である。また地震発生から10日間程度は茨城でもかなり多い断水戸数となっている。この他に1週間以上の断水となったのは、青森・秋田・山形・栃木・千葉の9県である。

4月7日の余震の影響は、厚生労働省による集計時刻の都合上、第43報<sup>4)</sup>（4月9日8時現在）以降に含まれている。宮城県では仙南・仙塩広域水道用水供給事業と大崎広域水道用水供給事業で再び送水が停止した<sup>6)</sup>。それぞれ4月16日、4月12日に復旧したが、復旧率が余震前の水準に戻るのに約10日間を要するなど復旧活動を大きく阻害した。このことは復旧曲線にも明瞭に表れている。復旧後も下水処理機能への負担や余震による被害再発が懸念され、宮城県企業局では、利用者に水の汲み置きや節水協力などの呼び掛けを行っている<sup>6)</sup>。4月11日の余震は福島県に大きな影響を及ぼし、復旧に約10日間の遅れが出た。秋田県は余震による断水戸数は9,300戸と比較的少数であり、他県より影響は軽微である。

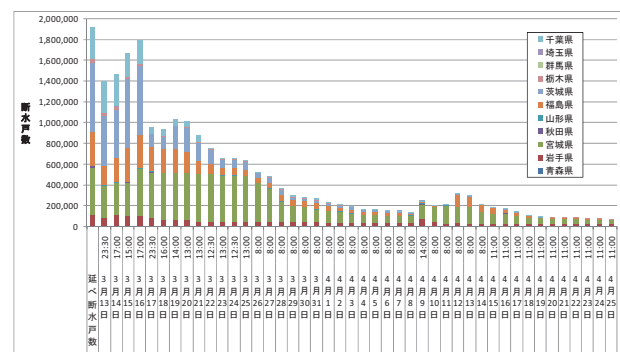


図4 断水戸数の解消過程

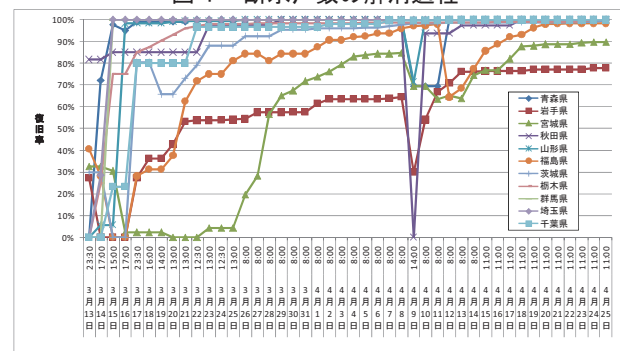


図5 水道の復旧曲線

### 4. 都市ガス供給システム

日本ガス協会のまとめ<sup>7)</sup>によると、東北・関東8県の16ガス事業者において、本震により約45.86万戸で都市ガスが停止した。図6に県別の都市ガス停止戸数の解消過程を、図7に復旧曲線を示す。埼玉・神奈川・青森・茨城の復旧は迅速であり、それぞれ3月12日、13日、16日、24日に復旧完了している。ただしこれらの停止戸数は今回の地震による都市ガス停止戸数全体の10.3%に過ぎない。千葉県浦安市（京葉ガス）では大規模な液状化のため多大な被害を受け、復旧完了は3月30日であつ

た。この他は岩手県で4月11日、福島県で4月15日に完了、宮城県では4月25日現在未完了とかなり長期間を要した。

被害が特に大きかったのは宮城県の38.5万戸であり、全体の83.9%を占める。仙台市ガス局ではLNGタンカーから受け入れた液化天然ガスを原料として都市ガスを製造する港工場が津波で被災し、供給区域(3市3町1村)全域の35.9万戸で供給停止した(全体の78.2%)。港工場では新潟～仙台間の約260kmのパイプラインを通じて気化された天然ガスを受入れており<sup>8)</sup>、この系統に切り替えることによってまず3月23日に2病院への供給を開始し、3月24日以降に一般家庭への供給も再開した(第19報<sup>7)</sup>)。石巻ガスの供給再開は4月10日の石巻赤十字病院が最初となっている<sup>9)</sup>。

結果的には停止戸数のうち約5.66万戸(宮城県5.59万戸、岩手県0.07万戸)が復旧対象外とされた。復旧対象外となった割合が最も高かったのは石巻ガスの54.3%、次いで気仙沼市ガス水道部18.6%、仙台市ガス局13.3%であった。各ガス事業者は状況改善に応じて一旦復旧対象外となった需要家を対象として復旧作業を続けている。日本ガス協会による集計では当初「残りの復旧対象戸数」＝「供給停止戸数－復旧済み戸数」とされていたが、3月24日以降は「残りの復旧対象戸数」＝「復旧対象戸数－復旧済み戸数」と算出されるようになった。ここでは「ガス停止戸数＝残りの復旧対象戸数」としたため、3月24日以降に復旧率が不連続に向上している場合がある。

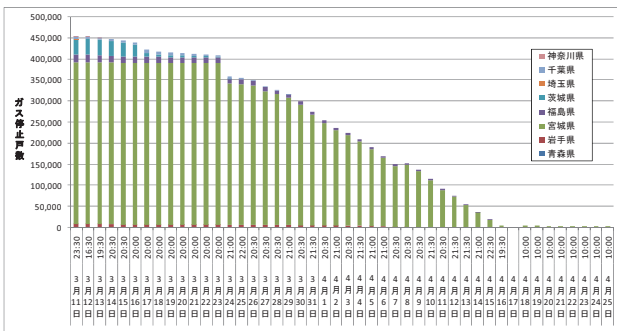


図6 都市ガス停止戸数の解消過程

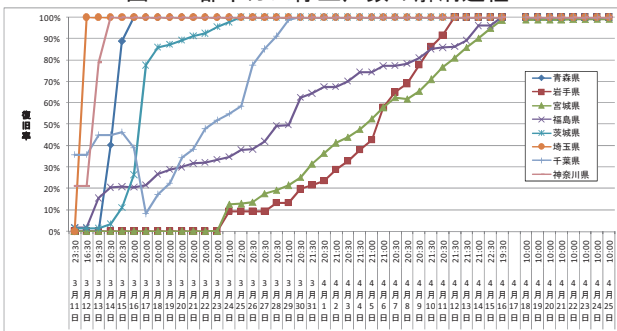


図7 都市ガスの復旧曲線

## 5. 通信システム

固定電話については、NTT 東日本の通信サービスリ障回線数の推移<sup>10)</sup>を図8に示す(利用者と通信ビル間の回線切断等による影響数は含まれていない)。3月13日13:00のピーク時で約152万回線がマヒしている<sup>11)</sup>。復旧の急激な進展と停滞が断続的に見られる。機能停止した通信ビルは、3月22日以降のデータしか得られていないが最大97ビルに及ぶ<sup>10)</sup>。余震の影響を除くと、その復旧過程は図8の傾向とほぼ相似形である。4月7日の

余震の影響が4月8日18:00に再度現われているのは、バッテリー枯渇による支障(岩手県南部の一部及び宮城県北部の一部)のためである。

携帯電話については、総務省のまとめ<sup>12)</sup>による移動体通信各社の停止中の無線局数・基地局数の推移を図9に示す。鉄塔は構造的に健全性を保ちながらも、伝送路の不具合や蓄電池設備が津波により水没・破損したものが多い。各社とも停止局数のピークが地震翌日となっているのは、商用電源断が長時間続きバッテリー枯渇の影響が出たものと考えられる。図10は「復旧率＝(最大停止局数－停止局数)／最大停止局数」とした復旧曲線であり、各社ともほぼ同様の経過を辿っている。

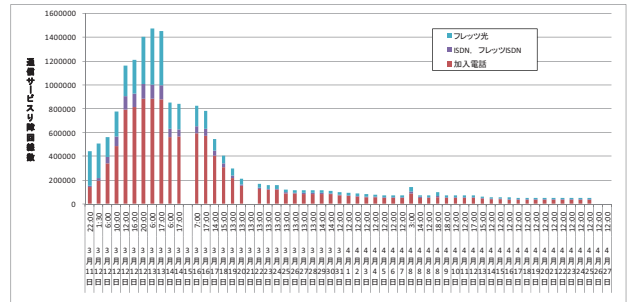


図8 通信サービスリ障回線数の推移 (NTT 東日本)

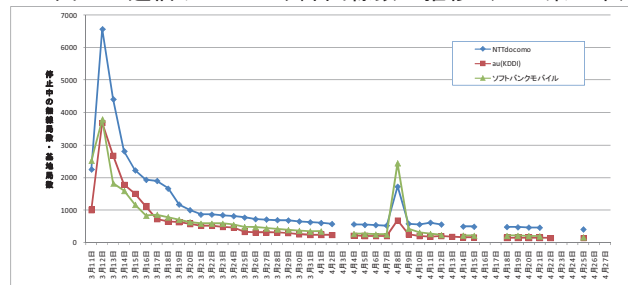


図9 停止中の無線局数・基地局数の推移

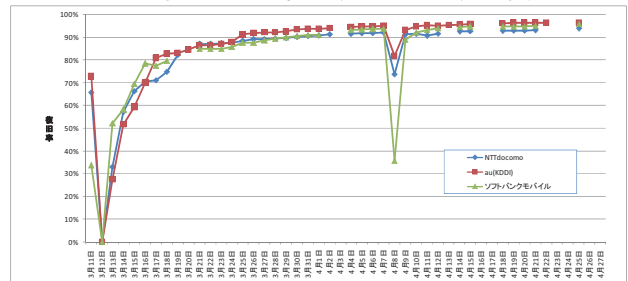


図10 無線局数・基地局の復旧曲線

## 6. 東日本大震災と阪神・淡路大震災との比較

電気・水道・都市ガスの停止戸数の解消過程および復旧率について、東日本大震災と阪神・淡路大震災<sup>14)</sup>との比較を行った結果を図11と図12に示す。東日本大震災の電力については東北電力管内のみを対象とし、阪神・淡路大震災における水道被害は兵庫県内のみを対象としている。電気・水道・都市ガスの順に停止戸数が多いことは共通しており、被災規模で両大震災を比較(東日本/阪神・淡路)すると、停電は1.9倍(486万戸/260万戸)、断水は1.7倍(220万戸(暫定)/126万戸)と大きく上回っているのに対して、東北地方では都市ガス普及率が低いため、ガス停止については0.54倍(45.8万戸/85万戸)と下回っている。

電気・水道・都市ガスの順に復旧が早いことも共通しているが、細部にかかなり違いがみられる。今回の電気の

復旧のペースは初期段階からやや遅れをとっている（東京電力管内も含めても同様）。さらに津波被災地域で多くの未復旧戸数が残されている。余震の影響は長期化していない。水道の復旧に関しては、阪神・淡路大震災よりやや早いペースであったが、余震の影響でかなり後れが生じた。都市ガスについては、今回の方が早いペースとなっている。SI 値の基準に従って供給遮断されたものの、PE 管が普及した低圧導管の被害が少なかったことが一因と推察されるが、今後の検証が必要である。

## 7. おわりに

今回の地震では、沿岸部においては津波による設備破損・流出、漂流物の衝突による設備損壊、海水の浸水による設備損傷など、津波災害としての側面が支配的であった。一方、内陸部では、宮城県で大口送水管の破損が広域的・長期的な断水と復旧遅延をもたらしたことや、余震による新たな被害発生など、地震災害として教訓とすべき点も多い。また津波により液状化の痕跡が残されていない場合でも、液状化が隠れた被害要因となっている可能性がある。超広域災害となった今回の震災のデータ量は膨大になるが、克明な記録を残して徹底的な検証を行うとともに、来たるべき次の巨大災害に備える必要がある。また、津波被害が甚大であった地域は当面の復旧対象から除外されており、復旧作業はさらに長期化する見込みである。今後の復旧計画は、仮設住宅の建設計画やまちの復興計画との連携が重要となる。

## 参考文献

- 1) 東北電力(株)：ホームページ「緊急情報」の「地震発生による停電等の影響について」（別紙）H23 東北地方太平洋沖地震の復旧見通しについて(PDF)」、2011.3.11～4.25。  
<http://www.tohoku-epco.co.jp/emergency/9/index.html>
- 2) 国土交通省都市・地域整備局：「東北地方太平洋沖地震によ

る市街地の津波被災状況について（航空写真に基づく暫定値）」平成 23 年 4 月 1 日。

- 3) 東京電力(株)：プレスリリース「東北地方太平洋沖地震における当社設備への影響について」、「東北地方太平洋沖地震における影響について」、2011.3.11～4.25。  
<http://www.tepco.co.jp/index-j.html>
- 4) 厚生労働省：ホームページ「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震の被害状況及び対応について」（別紙）水道における被害情報」2011.3.13（第 11 報）～4.25（第 59 報）  
<http://www.mhlw.go.jp/>
- 5) 宮城県企業局仙南・仙塩広域水道事務所：ホームページ。  
<http://www.pref.miyagi.jp/ss-kousui/>
- 6) 宮城県企業局公営事業課・水道経営管理室：東日本大震災における水道用水供給事業・工業用水事業の被害および災害対応状況について、<http://www.pref.miyagi.jp/kigyoo/>
- 7) (社)日本ガス協会：「東北地方太平洋沖地震による都市ガス供給の停止状況について」2011.3.11（第 2 報）～4.25（第 51 報）
- 8) 仙台市ガス局：ホームページ「仙台市ガス事業の概要 2010」  
[http://www.gas.city.sendai.jp/gas\\_gaiyo/index.html](http://www.gas.city.sendai.jp/gas_gaiyo/index.html)
- 9) 石巻ガス(株)：ホームページ「災害情報」  
<http://www.ishinomaki-gas.co.jp/saigai.htm>
- 10) 東日本電信電話(株)：ホームページ「東北地方太平洋沖地震による通信サービスへの影響等について」2011.3.11（第 5 報）～4.25（第 63 報）。  
<http://www.ntt-east.co.jp/important/touhoku.html>
- 11) 東日本電信電話(株)：報道発表資料(PDF)「東北地方太平洋沖地震による被害・復旧状況及び今後の見通しについて」、2011 年 3 月 30 日。
- 12) 総務省：ホームページ「重要なお知らせ」、2011.3.11～4.25。  
[http://www.soumu.go.jp/menu\\_kyotsuu/important/index.html](http://www.soumu.go.jp/menu_kyotsuu/important/index.html)
- 13) KDDI：ホームページ「重要なお知らせ」、2011.3.11～4.25。  
<http://www.kddi.com/index.html>
- 14) 能島暢呂：阪神・淡路大震災におけるライフライン被害と災害連鎖、第 2 回地震防災シンポジウム「阪神・淡路大震災が問いかける地震防災システムのあり方—時空間連鎖構造の立場から—、日本建築学会、1995.10、pp.1-10。

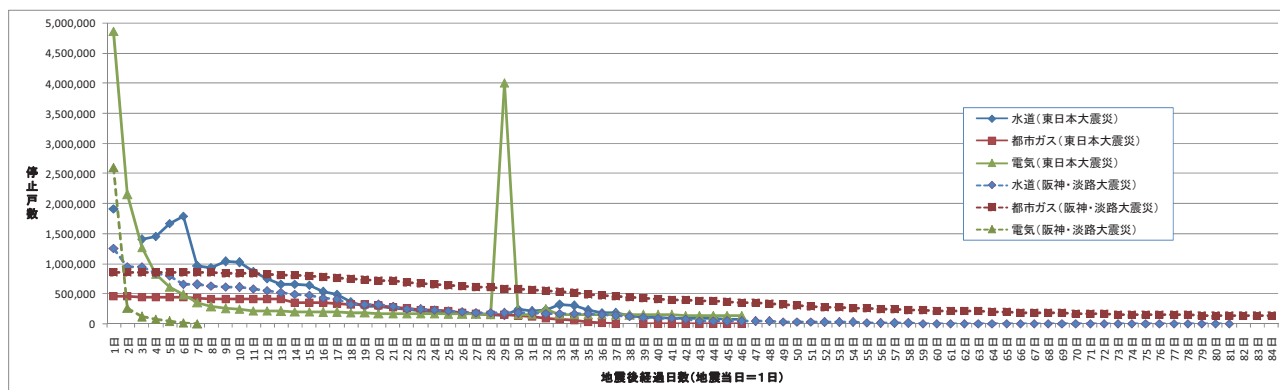


図 1 1 電気・水道・都市ガスの停止戸数の解消過程の比較（東日本大震災と阪神・淡路大震災）

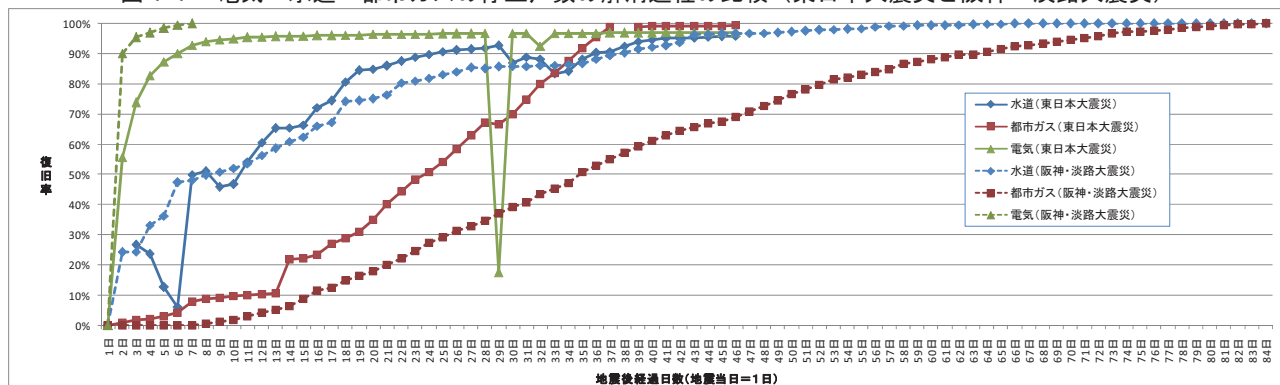


図 1 2 電気・水道・都市ガスの「復旧率 = (延べ停止戸数 - 停止戸数) / 延べ停止戸数」の推移の比較