

特集 災害拠点病院として昭和大学病院の果たすべき役割

ライフライン

昭和大学大学院保健医療学研究所

上條 由美

はじめに

東日本大震災において被災地では、電気・ガス・水道が一斉に止まり、ライフラインの重要性が再認識された。特に病院においては、ライフライン途絶により医療機能の低下が懸念されるため、ライフラインの確保は重要である。各種ライフラインは、大規模災害発生時には、災害拠点病院へ優先的に供給されることになっているが、復旧までにはある程度の時間がかかることが予想される。医療機関は、どんな状況下でも可能な限り診療体制を確保し、効率的に医療提供するように努めなければならない。このためには、職員一人一人が、自分が属する組織のライフラインがどういう経路を通過して、どのような供給体制がとられているのかを知っておくことが望ましい。そこで、今回は、昭和大学病院の電気、水道、ガス、さらに通信（電話）の供給体制と課題について検証してみる。

1. 電気

<現状>

病院の電気設備は、人工呼吸器といった直接生命にかかわる医用電気機器の電源を安全かつ確実に供給する必要があるために、一般の電気設備以上に厳しい安全基準が定められている。病院や診療所などの電気設備は、病院電気設備の安全基準（JIS T 1022）で規定されている¹⁾。JIS T 1022は、法律的な強制力はないが、一般の建物より厳しい要求事項を盛り込んでおり、医療機器、医療設備への電源の供給信頼性を確保することと、患者と操作者の安全確保のための規格である。

当院の電気供給体制は、図1-1のようになっている。東京電力から供給された電力は、中央棟地下3階（特別高圧2.2万V・3回線）と東病院地下2階（高

圧6.6KV・1回線）の受変電設備より、電気を多く使用する機器等の動力系統と、一般家庭で使用するのと同様の電灯系統と、電気的信号等の弱電系統の大きく3種類に分けられ供給されている。

さらにそれぞれの系統は、上記の一般系統に加え、非常系統、UPS（無停電）系統を加えた3段階の供給体制をとっている（図1-2）。一般系統の停電時は、非常系統に切り替わり、40秒以内に非常用発電機から供給される。この切り替えの間、必要な個所にはUPS（無停電）系統が働き、停電することなく蓄電池設備からの供給に切替えられる。

UPS（無停電）系統は、常時バッテリーに充電し、停電することなく切り替わるので、高い供給信頼性が必要で、一瞬たりとも電圧の低下や停電が許されない施設（手術室、ICU、救急救命センターなど）に設置する。病院のオーダーリングシステムも、UPSによる供給体制をとっていて、大学11号館にサーバーがある。負荷により異なるが、対応できる時間は約1時間程度である。その後は非常用発電装置が稼働できれば、非常用系統が使用できる。

非常用発電装置の設置場所は、中央棟、入院棟、東病院のそれぞれに設置されている（図2、3）。様式は異なるが、運転可能時間は中央棟で64時間、入院棟で24時間、東病院で120時間である。限られた資源であるために、用途を明確に、必要な業務にのみ稼働させる機器を特定しなければならない。

電気の供給が断たれた場合、一般系統は使用できないため、空調、エレベーター、エスカレーターは使用できない。空調が停止した場合でも、入院棟は外部との接触が少ないために、気温は比較的一定に保たれるが、中央棟は外気の影響を受けやすい。冬期であった場合、外来部分の気温はかなり下がる可能性があり、院内の住環境を著しく低下させる。エレベーターが停止すると、業者による安全確認が必要

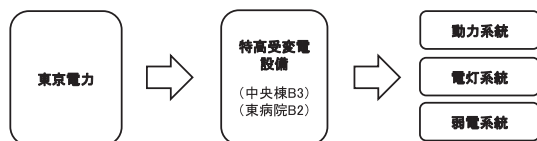


図 1-1 電力供給体制

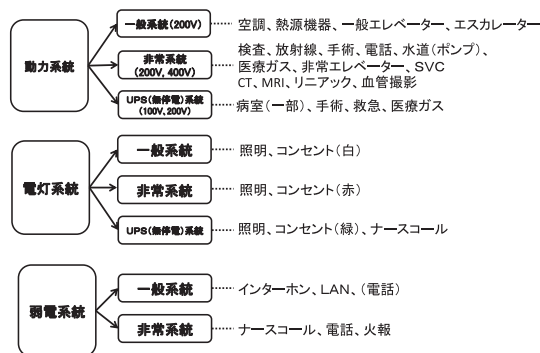


図 1-2 電力供給体制

になる。安全の確認がとれないと復旧することができない。公的建築物は、優先的に専門技術者が点検することになっているが、復旧までに最低でも約3時間程度が必要と思われる。

<課題>

電気の供給が絶たれてから、非常用発電装置が稼働するまでの約1分の間は、かなり限られた電力しかない。発災が夜間の時間帯であれば、非常用発電装置が稼働しても十分な明かりはない。わずかな非常照明を頼りに患者の安全確認、初期救急対応をおこなわなければならない。これらに備えて、夜間や電気を消した状態での非常訓練を行い、突然の災害に備えておく準備が必要である。

非常用発電装置が稼働してからも、発電機用の燃料供給が確保されなければ、電気の供給は絶たれてしまう。限られた資源であるので、不要なコンセントは抜き、個人の携帯電話、パソコンなどの充電や使用は控えるなどの対応を徹底させることが必要である。

広域災害では、病院は優先的にエレベーターの業者が確認にくることになっているが、被災の範囲が広がり、専門技術者の確保が難しくなることは予想される。復旧までに最低でも約3時間程度が必要とされているが、想定された時間より長くかかる可能



図 2 ガスタービン発電装置 1500KVA (中央棟)



図 3 水冷式ディーゼル発電装置 1250KVA (入院棟)

性がある。この間の人と物の移動に関して課題は残る。入院中の患者の食事や上層階からのストレッチャーや車椅子での患者の移動が必要となった場合の人員配置については、事前に配置計画を立案し、訓練、準備する必要がある。

2. 水道

<現状>

当院では、中央棟地下3階、入院棟地下3階、東病院地下2階に受水槽がある。受水槽の水は、電気(動力・非常系統)を利用して、高置水槽(屋上)、加圧ポンプ(地下)から各部門に供給される(図4)。非常用発電装置が稼働すれば、水は利用可能である。ただし、水道管が破損した場合は、使用できなくなる。水道管の破損は、病院外(水道局から病院



図4 水供給体制

までの水道管が破損した場合)した場合と、病院内の配管が破損の場合では、対応が異なる。病院外で断絶した場合には、受水槽に貯蓄してある水で補給することになる。受水槽の水は、中央棟20時間(約224 t)、入院棟38時間(約500 t)、東病院12時間(約60 t)のみ供給可能である。その後は東京都水道局の応急給水が実施されることになる。東京都水道局は、三次救急医療機関や首都中枢機関などへの供給ルートの耐震化事業を展開しており²⁾、水の供給は比較的安定していると考えられる。

しかしながら、病院内の配管が破損した場合は、院内の水が全く使用できなくなる。断水の場合をシュミレーションすると、平常時と同じ診療を継続させることは難しい。断水しても、入院患者に対しては、食事と飲料水を提供しなくてはならない。患者用調理水として、水ペットボトル(2L)が900本、飲み水としては、500 mlのペットボトルが6000本、備蓄されている。これは、大学病院・附属東病院に1000人の患者が入院していたとして、約4日分に相当し、入院棟地下2階と3階に備蓄されている。この他の水としては、水洗トイレなどに使用する雑排水がある。排水、下水処理では、病院内の排水管(汚水、雑排水、実験排水、厨房排水系統)が破損した場合、それぞれの系統で排水処理ができなくなる。また、東京都の下水設備が利用出来なくなった場合も、病院内の排水処理ができなくなる。これらの雑排水の停止は病院内の衛生環境を極端に悪化させる。

水は、全館式の空調機にも影響を及ぼす可能性がある。冷房システムは、水を利用して冷却しているために断水時は使用できなくなる可能性があり、入院中の室内温度管理も難しくなる。断水は、電気にも影響してくる可能性がある。入院棟の自家発電装置は、ディーゼルを使用した水冷式である。入院棟内の配管が破損して水が使用できなくなった場合は、入院棟の非常用発電装置も使用できなくなる可能性がある。その場合、入院棟は、水も電気も使用でき

ない状態に陥るので、交流無停電装置(UPS)で電力を供給している間に、対策をとらなければならない。

<課題>

東京都水道局の応急給水を利用する場合、病院は優先的に受けることができる。しかし、災害対策給水車は2 t (2 m³) ベースであるので、一日平均650 m³ (中央棟350 m³、入院棟300 m³)の水を使用しているとすると、給水車が毎日325台必要になる。応急給水の状況下では、大量の水を使用する透析や手術室、蒸気を必要とする消毒装置や乾燥機の使用不能、各種の臨床検査や放射線検査にも影響が出て、様々な治療行為の制限がおこる。最終的には、昭和大学内で治療を完結させることは難しく、地域または附属病院との連携が必要となる可能性がある。

完全断水した場合は、入院患者4日分の飲料水は確保している。しかし、エレベーターが停止していた場合、約7000本のペットボトルを、地上階または、各病棟まで運搬していく人手を確保することが課題となる。断水により、衛生状態が悪化し、食中毒の発生およびノロウイルスなどの感染性胃腸炎の流行が懸念される。また、気温も一定に保つことができなくなり、風邪やインフルエンザなどの感染が拡大する可能性が高くなる。これらのことより、断水は、最も病院機能を低下させる原因となる。災害時に対応できる貯水機能、配管と水の供給体制については、もっとも大きな課題である。

3. ガス

一般の都市ガスは、地下の厨房の他に、一部の熱源機器や臨床検査部や薬剤部、歯科外来に供給されている。院内の蒸気を作る熱源機器は、都市ガスを使用しているため、供給が停止されると、院内の加湿、蒸気を利用する滅菌装置が使用できなくなる。配管の復旧は東京ガスによる工事が必要なので、時間を要することが予想される。医療ガスについては、別項で述べる。

4. 通信(電話)

<現状>

電話やインターネットなどの通信設備は、電気・水道・ガスなどの公共公益設備とならび重要なライフラインの一つである。NTT東日本からの電話回

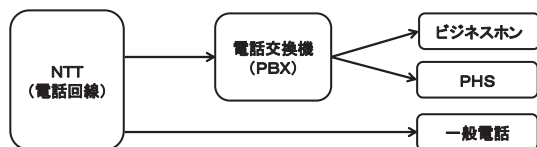


図5 電話回線

線は、中央棟地下3階の構内電話交換機（PBX: private branch exchange）を通じて、大学キャンパス、中央棟、入院棟、東病院のすべてのビジネスホン、一般電話、PHSなどの電話回線網を形成している（図5）。電話交換機は独自のUPSを搭載しているために、電気が断絶しても、NTT側のメインシステムがダウンしなければ、約2時間程度は使用可能である。2011年3月11日の東日本大震災の際は、外線に関しては、回線が混雑して使用できなかったが、ビジネスホン、PHSの内線使用は可能だった。これは、ビジネスホン、PHSは院内で回線が完結しているためで、発災時は、有効活用できる可能性がある。

回線が混雑した場合でも、災害優先電話（電話交換機を経由しない電話回線）は、大学病院に11回線、と東病院に1回線存在するので、発信は優先的に使用できる。

<課題>

インターネット回線は、一般の電話回線より災害に強く構築されているので、これらの回線を利用して、情報を得ることは重要と思われる。しかし、電話設備と同様、NTT側のメインシステムがダウンした場合は、インターネット回線も利用できなくなる。

まとめ

医療機関としての機能は、ライフラインの被害状況によりかなり影響を受ける。災害が発生した時に、病院の本体に被害が生じなくてもライフラインの機能低下により被害が及ぶ可能性がいくつか示さ

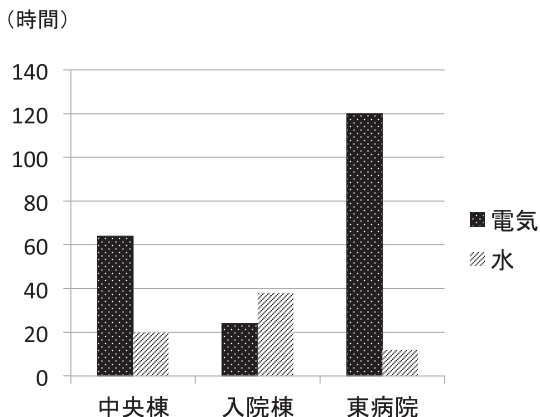


図6 非常用設備供給可能時間

れた。また、非常用の設備があっても一定時間だけ維持できているライフラインは、各施設によっても異なっている（図6）。電気に関しては、東病院は供給時間に比較的余裕があるが、入院棟では限りがある。水に関しては、東病院は受水槽が小さいために、供給可能時間が短いため、限られた資源の中でも特に水の使用には注意しなければならない。施設によって異なる非常用設備供給時間に注意し、常に、今後発生し得る機能被害を想定しなければならない。これらのことより、早期に医療機能の被災度を、総合的に判定する機能が重要であると思われる。各ライフラインの被災状況に関する情報を災害対策本部で集中管理し、医療現場の状況変化に合わせて、効率的に配分する機能が必要である。また、医療施設において生活機能、医療機能の両面に対して断水被害の影響が大きいと想定できる。今後、医療施設での貯水機能、配管の整備、また断水した際の早期の給水活動を強化することが最も重要であると思われる。

参考資料

- 1) 日本工業標準調査会, <http://www.jisc.go.jp/index.html>, (参照 2012-2-20).
- 2) 東京都水道局: 東京都水道局震災応急対策計画, <http://www.waterworks.metro.tokyo.jp/press/h18/press060825.pdf>, (参照 2012-2-20).