

# 病院の電気設備

(一財)建築コスト管理システム研究所・新技術調査検討会

## 1 はじめに

医療を取り巻く環境は、他国に比べGDPに対する債務残高は高い水準にあり、その上、国民の医療費、介護費が急速に増加しており、その対策が急務であると言われる現状がある。

同時に病院の建設コストも高騰し、公立病院の入札不調も珍しいことではない。

一方、病院も確実に進化しており、情報通信技術（ICT）も相まって、より快適で、より便利なものとなってきている。

病院の電気設備は、集合住宅や事務所ビルに比べても特殊な設備が含まれており、コスト構成が把握しづらい。今回のレポートは、集合住宅や事務所ビルとは異なる部分をピックアップし、その機能と最新動向、コスト比較を簡略に説明していきたい。

## 2 これからの病院設備に求められるもの

### (1) 災害に強い病院

自然災害が発生し周辺の建築物、インフラが被災しても、病院及びその設備はその機能を維持し、災害時の医療活動拠点として使用できるものが求められている。

### (2) 病院のロングライフ化

- ①スクラップアンドビルド、短期間での建替を避け病院建設コスト低減を図る。
  - ②短期的な視点における増築を避ける。
  - ③医療技術の進歩に伴う医療機器の入替が可能となるフレキシビリティ。
- が求められている。

### (3) 療養環境の良い病室

個室や多床式でもプライバシーを確保しながら快適な療養を実現した病室が求められている。

### (4) 手術室の高機能化

#### ①ハイブリッド手術室

血管造影装置やMRIなどの画像情報を表示しながら手術が行える手術室。

#### ②ロボット手術装置

代表的なロボット手術装置として「ダビンチ (da Vinci)」<sup>1</sup> (写真1) が有名であるが、2015年12月末現在日本では211台が導入されている。

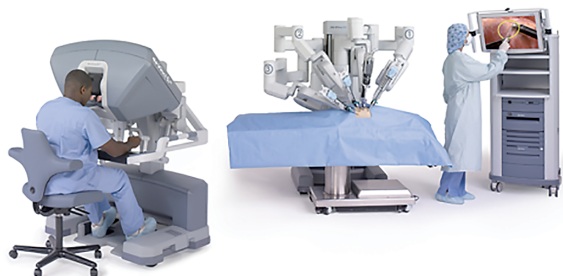


写真1 ダビンチ

#### ③地這い配管配線のない手術室

医療スタッフが躓いたり、コードを引っかけて抜いてしまわないようにするために地這い配線配管をなくした手術室が採用されている。

### (5) 感染症に強い病院

2003年のSARSコロナウイルス、2012年のMARSコロナウイルス、2014年のエボラ出血熱などの感染症は記憶に新しいが、これらの感染症が日本で起こらないとは限らない。感染症対策として、手術室やICUに洗浄度基準を設けている。また、感染隔離室を備えた病院も増加している。

1 米国インテュイティヴ・サージカル (Intuitive Surgical) 社が1999年に販売開始した内視鏡下手術用の手術用ロボット。

### (6) セキュリティに強い病院

セキュリティ区画及びセキュリティレベルを設定し、監視カメラやICカード錠を設置することにより、患者やスタッフ、見舞客の入退室までも管理するようにし、不審者の侵入を防ぐことが求められている。同様にサイバーテロなどへの防止対策として高いセキュリティの情報システムも要求されている。

### (7) 搬送装置導入による省力化

マテハン<sup>2</sup>装置を小型化したような医療用搬送機器であり、薬剤に特化することにより、誰が、いつ、何を、どれだけ、誰のために取り出したのかを管理できるようになる。人が探し、取り出し、運ぶ作業を省力化すると同時に、医療事故を防ぐ役割も果たすことができる。更に最近では院内自立搬送ロボットも出現している（写真2）。



写真2 自立搬送ロボット

## 3 病院の電気設備

### (1) 電力供給システム

病院の電力供給システムは、「医療法」や「病院電気設備の安全基準」（JIS T 1022）、「官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説」（国土交通省）、「電気設備工事設計資料の病院電気設備編」（文部科学省）の規定・基準の活用を図り、災害拠点病院（厚生労働省）、特定機能病院（医療法）、救急指定病院（各都道府県）などの指定条件を適用しつつ、医療従事者の声を取り入れ計画する必要がある。

受変電設備としては人命を預かる病院の性質上、信頼性の高い電力を電力会社から受電する必要がある。原則として契約電力2,000kW以上の

場合、特別高圧（7,000Vを超える電圧）で受電する。信頼性の高い受電方式として、2回線受電方式、ループ受電方式、スポットネットワーク受電方式（図1）などがあるが、病院の立地によって受けられる受電方式が限られてくるため計画時に電力会社へ確認する必要がある。

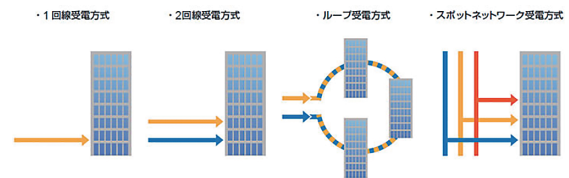


図1 受電方式

変電設備の系統は、「一般系統」、「重要系統」、「最重要系統」及び「防災系統」に分類し、「最重要系統」及び「防災系統」は停電時や年次停電点検、機器更新時などの長時間停電を回避するため、系統分離や二重化などのバックアップ対応が必要となる。

万が一停電した場合、病院の機能維持・継続を図る保安負荷として、最大需要電力の40%～60%が想定される。「災害医療等のあり方に関する検討会報告書」（平成23年10月）には、通常の6割の発電容量を備えた自家発電設備を保有し、3日程度の燃料備蓄が「災害拠点病院指定要件」として追記されている。

省エネルギーや省CO<sub>2</sub>を考慮し、太陽光発電を導入している病院が大多数であり、中には風力発電を導入している病院もある。発電した電力は電力会社へ売電、もしくは院内消費される。

### (2) 接地システム

通常の建築物と病院の電気設備の違いとして接地システムがあり、「医用接地」とも呼ばれる。

ME<sup>3</sup>機器は、X線装置、MRI装置のように大型なものから医用電子機器などの小型のものまで多種多様である。これらの機器の絶縁が劣化すると感電死する危険性があるため、接地、等電位ボンディング<sup>4</sup>が必要となってくる。落雷時にも複

2 マテハン=マテリアルハンドリング（Material handling）  
物流業務や荷役作業における省力化や省人化を図る設備のことを指す。主な例としてPC操作による自動倉庫がある。

3 ME=メディカルエンジニアリング（Medical engineering）  
（医用工学）の頭文字を取った略称。工学技術を応用して開発された医療機器。

4 等電位ボンディング（Equipotential bonding）  
建物内の各接地電位をすべて同じにすることにより、各通信機器や電気機器や電気設備を火災や破損、ノイズの防止、動作の安定のために行うもの。

数の建物に電位差が生じないように等電位ボンディングを構築する必要がある。

医用接地方式の概念として、各部屋に医用接地センター（ボックス）（写真3）を設置し、接地幹線に接続し、地中の接地極に至るものとなっている（図2）。

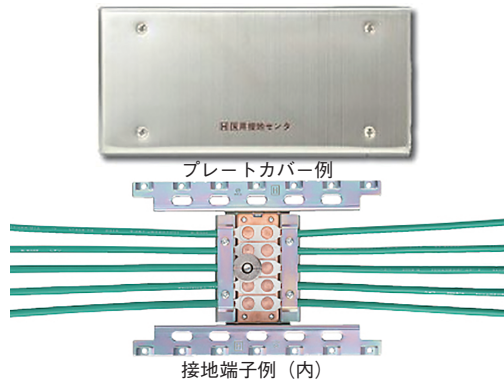


写真3 医用接地センター（ボックス）

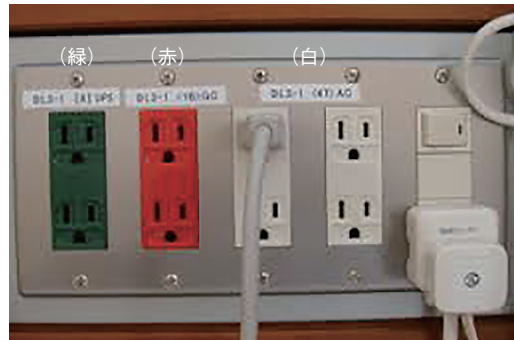


写真4 色分けされたコンセント設備

全館LED照明の病院も出現している。

JIS Z 9110：2010には照度基準が定められているが、病院の照明計画では意匠的な内容や各部屋の用途に応じて適宜照度と制御を決定している。

なお、照明制御については当機関誌『建築コスト研究』（91号／2015.10）の「新技術調査レポート」を参照されたい。

コンセント設備は、JIS T 1021医用差込接続器、JIS T 1022病院電気設備の安全基準として規定されている。病院のコンセントは「一般コンセント」「医用コンセント」に大きく分けられ、医用コンセントは更に「一般回路」「発電回路」「無停電電源回路」に分けられ、一般回路は白、発電回路は赤、無停電電源回路は緑として分かりやすいように色で区別している（写真4）。

また、回路確認、メンテナンスが容易に行えるよう、すべてのコンセントに回路番号を表示することになっており、コンセント形状は2P15A（接地極付）が基本となっている。

前述のJIS T 1022病院電気設備の安全基準で規定する「カテゴリーA」に属する手術室、ICU、心臓カテーテル室、手術灯については無停電電源回路の適用が規定されており、「カテゴリーB」に属する準集中治療室、救急処置室では、10秒起動発電機電源の適用が規定されている。

無停電電源回路の許容容量の関係上、機器の追加が困難な場合であっても、最近の機器にはバッテリーが内蔵されており、数十分の停電があったとしても支障はなく、10秒起動発電機電源で対応できるようになっている。

手術室内の医用コンセントは、非接地配線方式が規定されており、絶縁変圧器、絶縁監視装置、

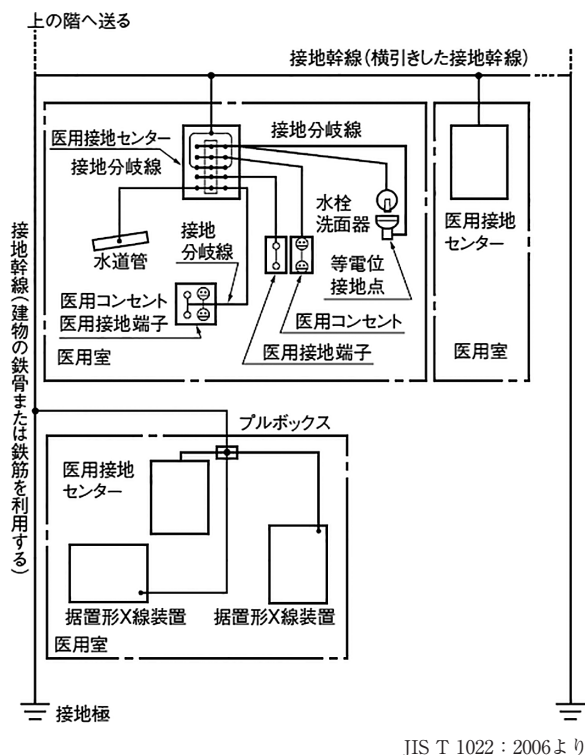


図2 接地システムの概要

### （3）照明設備及びコンセント設備

1979年に制定された省エネ法は、1997年の地球温暖化防止京都会議（COP 3）を受けて1998年に改正された。それに伴い変圧器のトッランナー化やLED照明器具への転換が促され、特にLED照明器具の価格低下や寿命の伸びによって

電流監視装置などから構成される非接地配線用分電盤を設置している（写真5）。

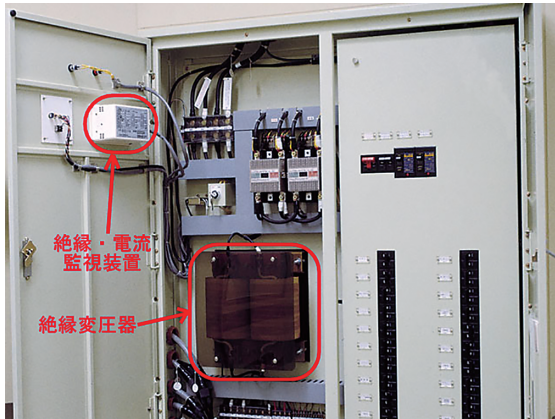


写真5 非接地配線用分電盤

#### (4) 院内ネットワークシステム

ICTの発達によって、院内ネットワークの基盤は日毎強化されている。高信頼性、高品質、拡張性、セキュリティ、そして効率性が求められている。ネットワーク技術の進歩により今後大きく様変わりすることが予想されるため、コスト削減のニーズも踏まえてシステム構築を考えていく必要がある。

人命を預かる病院であるため、システムのダウ

ンだけは避けなければならない。我々の記憶に新しいのは全日空のシステムがダウン<sup>5</sup>したニュースであるが、病院で類似のシステム障害が発生すると医療活動に大きな支障を来すため、細心の注意を払いながら運用しなければならない。図3に院内ネットワークシステムの一例を示す。

#### (5) ナースコールシステム

「病室のベッドに横たわっている少女に発作が起き、看護師を呼び出す押し釦を押そうとするが、そのまま絶命してしまう」という昔の映画のワンシーンを思い出してしまう、病院の病室に見舞いに行くと必ず目にするナースコールである。

初期のナースコールはインターホンに呼び出しの押し釦を取り付けただけの簡単なものであったが、現在では情報機器として医療現場には欠かせない機器となっている。

システム構成例を図4に示す。中央制御装置を中心に、ナースステーションに設置するボード形親機や卓上形親機がある。またPCと連動し、呼び出し種別や病室・ベッド番号、患者名、感染情報、救護区分など各種患者情報がポップアップで見やすく表示されるようになっており、看護師

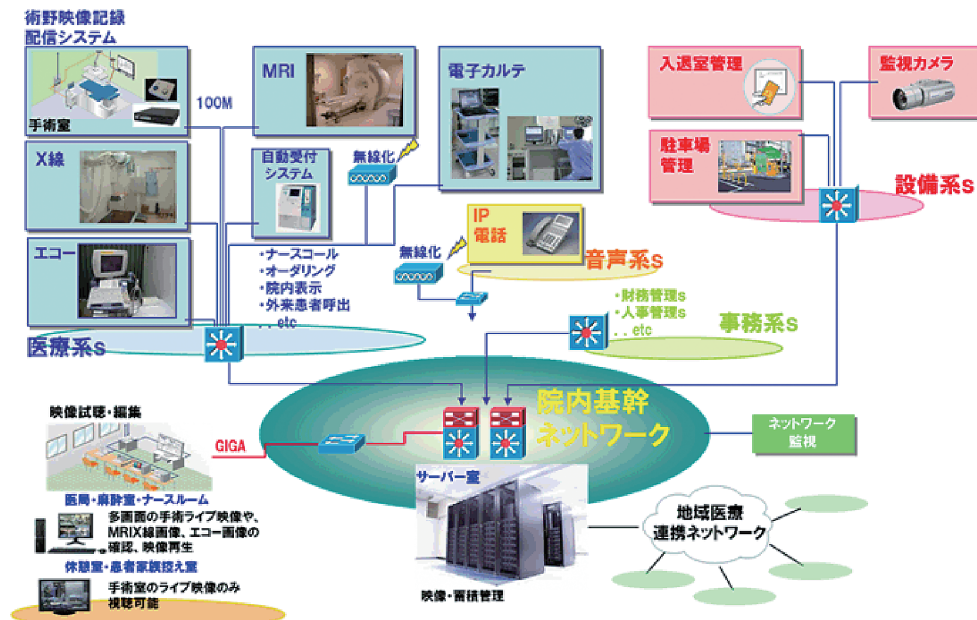


図3 院内ネットワークシステム例

5 平成28年3月22日発生、国内線の搭乗手続きができなくなり、提携会社5社合計で719便が欠航、利用客約72,100人に影響が出た。

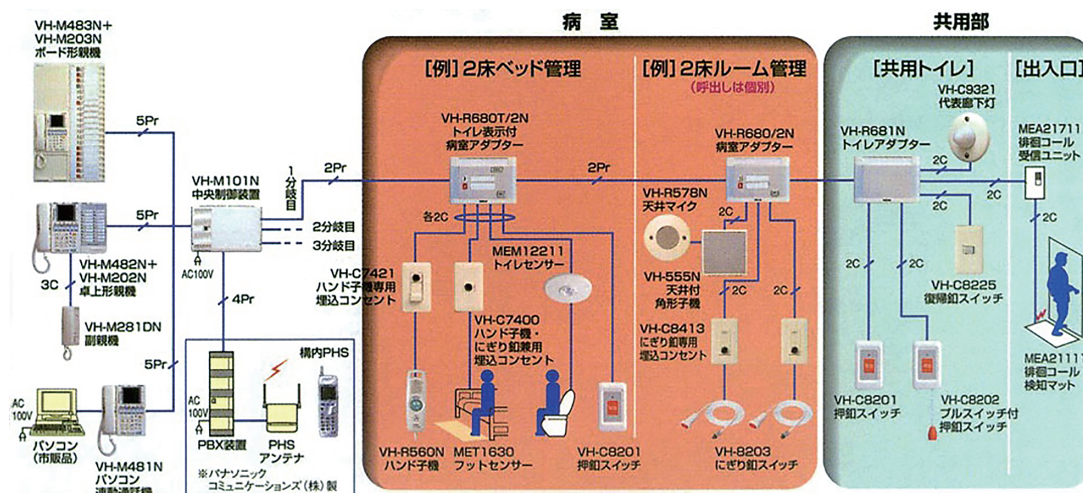


図4 ナースコールシステム構成例

は迅速・的確に対応できる。その他PC画面には患者の基本情報（氏名、住所、既往歴、病名、ベッド番号、担当医、担当看護師等）を持つ電子カルテの情報が院内ネットワークと接続されナースコールシステムに取り込まれるようになっている。

病棟側で病室での情報を追加入力することが可能であり、患者一人ひとりのきめ細やかな情報を院内で共有できるシステムとなっている。

病室側の機器は子機と呼ばれるが、その構成は子機プレートに呼出にぎり釦スイッチ或いはハンド型子機が接続されている。子機プレート自体にも呼出ボタンが付いているものもある。

病室の入り口壁には表示灯があり、患者が呼出釦を押すとその患者のいる病室入り口の表示灯が点灯する。最新の入り口表示灯には液晶画面を備えた液晶表示灯もあり、入室患者名、担当医などが表示され、この表示情報も院内ネットワークからの情報であるため手書きが不要である。

看護師一人ひとりにハンディナース（PHS）を携帯させ、院内のどこにいても患者の呼出に対応できるようになって久しい。スマートフォンやタブレット端末にアプリをインストールさせ、医療機器に影響を与えない微弱なWi-Fi電波を利用することによってハンディナースと同等の機能を持たせることができるシステムもある。

生体情報（心拍数、血圧、呼吸数等）モニターも院内ネットワークに接続され、異変が生じた場合ナースコールに着信する。

今後の展開としては、ナースコール、入退室管理、火災警報を融合させ全体をマネジメントするシステムが製品化されつつあり、更に様々な機器が標準インターフェースを通じて接続され、手元の端末で院内のあらゆる医療情報が把握できる時代が来ている。

#### (6) 病院内表示システム

厚生労働省が行った平成23年度の受療行動調査によると、患者の不満の第1位は「診察までの待ち時間」という結果が出ている。待ち時間の情報を提供し患者の不満を少しでも和らげることを目的の一つとして病院内表示システムも発展してきた。

最新の表示システムは、待合室の診察順番表示だけではなく、電話による有人、無人予約システム、WEB予約システム、待合室に設置された端末を利用する再来受付システム、薬局の順番表示システムと様々なシステムで構成されている。院内ネットワークにも接続され、医療スタッフが電子カルテ情報なども利用、記録できるようになっている。

順番が近づいてくると待合室にいなくても通知が来るシステムとして、患者の携帯電話に電話を掛け自動音声で知らせる自動電話呼出システムや受付時に順番確認ができるホームページのURLのQRコードと受付番号が印字された受付票が端末機器から出て来る。患者がこの受付票に印字されたQRコードをスマートフォンのカメラ機能で



写真6 様々な院内表示システム

読み取り、スマートフォンの画面に表示されたページに受付番号を入力すると自分の順番及び呼出状況が確認できるシステム、予め登録しておいたメールアドレスに順番が近づくとメールが届くサービスなどが可能となっている（写真6）。

(7) ヘリポート

「救急医療用ヘリコプターを用いた救急医療の確保に関する特別措置法」(平成19(2007)年6月27日法律第103号)が制定された後、ドクターヘリの普及がなされてきた。2015年8月現在、38の道府県に46機のドクターヘリが配備されている(表1)。

新営の大型病院には必ずと言ってよいほどヘリポートが整備され、2008年のテレビドラマシリーズ『コード・ブルー -ドクターヘリ緊急救命-』の放送も相まって、ドクターヘリの認知度と利用度は確実に上がっている。

厚生労働省の平成16年度厚生労働科学研究「ドクターヘリの実態と評価に関する研究」によると、救急車による搬送に比べ22.2分(平成17年度データでは、27.2分)短縮され、死亡率が27%(平成18年度データでは、39%)減少しているというデータが出ている。一分一秒を争う救命救急現場では、このデータが示すとおり救命率の大きな向上が見込まれ、今後の更なる配備に期待するものである。

ヘリポートにおける電気設備として、

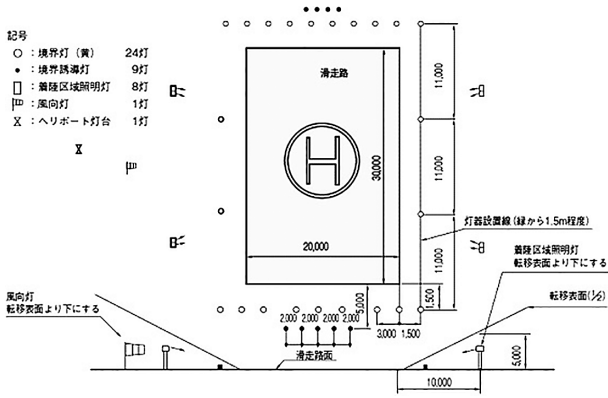
- ・地上型標識灯(境界灯、境界誘導灯・誘導路灯)
- ・埋込型標識灯(境界灯)
- ・風向灯
- ・位置表示灯(閃光式簡易灯台)

表1 ドクターヘリ配備拠点数(38道府県 46機)

2015年8月現在

| 都道府県 | 拠点病院                      | 運航開始     |
|------|---------------------------|----------|
| 北海道  | 医療法人深仁会 手稲深仁会病院           | 2005年4月  |
|      | 旭川赤十字病院                   | 2009年10月 |
|      | 市立釧路総合病院・釧路孝仁会記念病院        | 2009年10月 |
|      | 市立函館病院                    | 2015年2月  |
| 青森   | 八戸市民病院                    | 2009年3月  |
| 秋田   | 青森県立中央病院                  | 2012年10月 |
| 岩手   | 秋田赤十字病院                   | 2012年1月  |
| 山形   | 岩手医科大学附属病院                | 2012年5月  |
| 福島   | 山形県立中央病院                  | 2012年11月 |
| 新潟   | 公立大学法人 福島県立医科大学附属病院       | 2008年1月  |
| 富山   | 新潟大学医学総合病院                | 2012年10月 |
| 山梨   | 富山県立中央病院                  | 2015年8月  |
| 群馬   | 獨協医科大学病院                  | 2010年1月  |
| 茨城   | 前橋赤十字病院                   | 2009年2月  |
| 埼玉   | 水戸済生会総合病院・国立病院機構 水戸医療センター | 2010年7月  |
| 千葉   | 埼玉医科大学総合医療センター            | 2007年10月 |
| 神奈川  | 日本医科大学千葉北総病院              | 2001年10月 |
| 山梨   | 君津中央病院                    | 2009年1月  |
| 静岡   | 東海大学医学部附属病院               | 2002年7月  |
| 長野   | 山梨県立中央病院                  | 2012年4月  |
| 岐阜   | 聖隷三方原病院                   | 2001年10月 |
| 愛知   | 順天堂大学医学部附属静岡病院            | 2004年3月  |
| 滋賀   | 長野県厚生農業協同組合連合会 佐久総合病院     | 2005年7月  |
| 大阪   | 信州大学医学部附属病院               | 2011年10月 |
| 和歌山  | 岐阜大学医学部附属病院               | 2011年2月  |
| 兵庫   | 愛知医科大学病院                  | 2002年1月  |
| 鳥取   | 済生会滋賀県病院                  | 2015年4月  |
| 岡山   | 大阪 国立大学法人 大阪大学医学部附属病院     | 2008年1月  |
| 広島   | 三重大学医学部附属病院・伊勢赤十字病院       | 2012年2月  |
| 山口   | 和歌山県立医科大学附属病院             | 2003年1月  |
| 徳島   | 公立豊岡病院組合立豊岡病院             | 2010年4月  |
| 高知   | 兵庫県立加古川医療センター             | 2013年11月 |
| 福岡   | 島根県立中央病院                  | 2011年6月  |
| 大分   | 川崎医科大学附属病院                | 2001年4月  |
| 宮崎   | 広島大学病院・県立広島病院             | 2013年5月  |
| 鹿児島  | 山口大学医学部附属病院               | 2011年1月  |
| 沖縄   | 徳島県立中央病院                  | 2012年10月 |
|      | 高知県・高知市病院企業団立 高知医療センター    | 2011年3月  |
|      | 福岡 久留米大学病院                | 2002年2月  |
|      | 大分 大分大学医学部附属病院            | 2012年10月 |
|      | 佐賀 佐賀大学医学部附属病院            | 2014年1月  |
|      | 長崎 国立病院機構長崎医療センター         | 2006年6月  |
|      | 熊本 熊本赤十字病院                | 2012年1月  |
|      | 宮崎 宮崎大学医学部附属病院            | 2012年4月  |
|      | 鹿児島 鹿児島市立病院               | 2011年12月 |
|      | 沖縄 浦添総合病院                 | 2008年12月 |

- ・ヘリポート用飛行場灯台
  - ・着陸区域照明灯
  - ・ヘリポート灯火管制器
- が挙げられる(図5)。



ヘリポートの設置は、航空法を始めとしてクリアしなければならない項目が多いため、関係省庁と綿密に打ち合わせしながら進めていかなければならないのは勿論である。



写真7 福岡ヤフオク！ドームとドクターヘリ

#### 4 コストの検証

ここでは、病院と事務所ビルとを比較することによって分かりやすく説明していきたい。

図6は、電気設備工事費に占める各種工事費割合である。見て分かる通り、事務所ビルと比べて発電設備、動力幹線設備、院内ネットワークシステムやナースコールを含むその他弱電設備の割合が多い。

図7は、受変電容量が同規模の場合の、受変電工事費を“1”とした場合の内訳比較である。

これを見るとやはり発電設備やその他弱電設備の比率が高いことが目に付く。また事務所ビルに比べ病院の電気設備のコストの方が約1.1倍多いことが分かる。

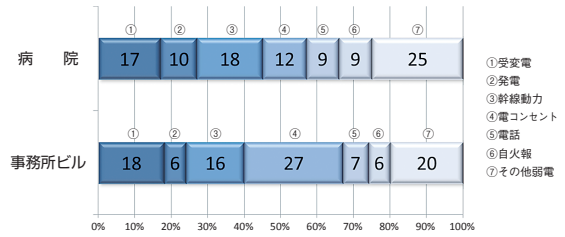


図6 電気設備工事費に占める各種工事費の割合

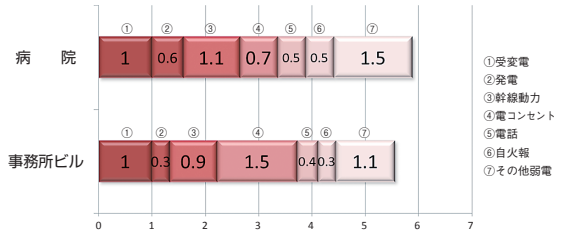


図7 病院と事務所ビル（同規模容量）の電気設工事費内訳比較（受変電容量を“1”とした場合）

#### 5 おわりに

医療技術は日々高度化しており、斬新かつ効果的な医療技術が開発されつつある。

本レポートで紹介した電気設備の他にも防災システムや電磁遮蔽など病院の運営に欠かせない設備があるが、ここでは割愛させていただいた。

医療状況を取り巻く環境を見ると、地球温暖化対策や、環境対策、医療保険制度を含む持続可能な医療活動を目指すとなるとまだまだ発展途上であることを痛感させられる。

医療環境を更に発展させるためには、今まであまり手を付けていなかった、医学、心理学、生理学、哲学などを連携させていく手法を模索していく必要もあるだろう。

また今まではとりわけ患者の満足度を中心として研究が続けられてきたが、これからは病院で働くスタッフの作業環境も併せて考える必要があるのではないかと。

電気設備の発展がこれらの研究の一助となり、より良い医療に貢献することを期待したい。

（参考文献）

- 『電気設備工事費の積算指針(2015年版)』（一社）日本電設工業協会
- 『電設技術者のための病院の電気設備』（一社）日本電設工業協会
- パナソニック(株)ホームページ
- 東芝ライテック(株)ホームページ