

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 19 日現在

機関番号：32663
研究種目：挑戦的萌芽研究
研究期間：2012～2014
課題番号：24656342
研究課題名(和文) モバイル・ホスピタルのフィージビリティ

研究課題名(英文) Feasibility of Mobile Hospitals

研究代表者

岡本 和彦 (Okamoto, Kazuhiko)

東洋大学・理工学部・准教授

研究者番号：40361521

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：事例調査を病院船、内視鏡検査車(日本)、病院列車(インド)、移動病院、歯科診療車(米国)、コンテナ仮設病院(南ア)で行ったところ、いずれも入院機能がなかった。その他に多く共通していたのは、医師・看護師を常勤で持たない、現地にはない医療機器だけを運搬して部屋や什器、エネルギーは現地調達している点である。これによって人件費や保管スペースといった固定費用だけでなく、車輛の購入費や改造費、運搬費用も切り詰めることができる。

病院建築の持続に必要な医療機器の更新は、機器にあわせて乗りものをカスタマイズしたもののほど遅れていた。法的な手続きや制約、ボランティアや資金調達の困難といった問題点も見いだされた。

研究成果の概要(英文)：In order to discuss the feasibility of mobile hospitals in Japan, we visited and interviewed several examples of hospital ship, hospital car, hospital train, moving hospital, dental car and temporary hospital made of containers from Japan, India, US and South Africa. We found that core function of mobile hospital is to bring essential medical equipment like surgical operation unit because examining, screening and accommodation space as well as energy are available on site. Not to employ medical staff is also important to save wages and keep their skill well in their acute hospitals.

研究分野：建築計画

キーワード：病院船 病院列車 移動病院 過疎地 災害 モバイル 診療所 仮設

1. 研究開始当初の背景

東日本大震災における病院の被害は大きく、災害拠点病院をはじめとする地域の中核病院でさえ地震、津波、放射線の被害を受け、診療機能を失ったものがある。この事態に対処するため、陸上自衛隊の野外手術システム（軍用トラックで運搬する手術室コンテナ）が配置されたが実際には使用されず、中国の病院船は着岸の困難を理由に配備されなかったため、モバイル・ホスピタルが失われた病院機能を補完することはなかった。

モバイル・ホスピタルの概念は多岐にわたり、ローマ時代の病院船から、今も行われている医師の往診（在宅医療）まで含めると、古来より世界中で採用されてきたシステムだと言える。現在では主に軍の持つ野戦病院や病院船がモバイル・ホスピタルとして認識されているが、実際にはNPOやNGOの持つ船、飛行機、列車、車もモバイル・ホスピタルとして活躍している。いずれも規模が大きく、税金や寄付によって運営され、平時に使用されないことが多いため、この種のモバイル・ホスピタルのフィージビリティについては主にコスト面から常に疑問視されているが、学術的な検討はなされていない。またこれまで病院の機能分担や遠隔医療の建築学的研究は進められてきたが、モバイル・ホスピタルについての研究は建築分野のみならず医学分野でも皆無であり、他分野では病院船の派遣についての国際法上の検討にとどまる。

研究代表者はこれまで病院、特に精神病院の解体と患者の地域への回帰について考察を進めてきたが、2008-2010年に滞在した米国テキサスA&M大学におけるモバイル・ホスピタルの学生設計課題と、滞在中に遭遇したハリケーンに対する米軍の野戦病院の実態が、日本の研究や今回の東日本大震災における対応と大きく乖離していることを肌で感じ、ドラスチックな病院解体につながる本研究を本格的に開始するに至った次第である。

2. 研究の目的

日本においてモバイル・ホスピタルを実現することができるかどうかを技術、コスト、運用、制度といった様々な視点から検討する。このモバイル・ホスピタルは災害に備えて備蓄されるものだけではなく、例えば医療過疎地をめぐり既存の病院機能を補完するような平時にも運用できるものを想定しており、しばしば議論される病院船にこだわらず陸、海、空を含め、分割・組み立て可能なユニット式や遠隔医療の援用までを視野に入れた広い概念である。

3. 研究の方法

(1) 文献調査

文献から様々なモバイル・ホスピタルの事例を採取し、歴史的な展開と現状を整理する。

(2) 国内外先進事例調査

国内外のモバイル・ホスピタルや、その実現につながる先進的な試みを行っている団体を訪問してそれらの成果や課題を聞き取り、建築、病院管理、経済、サステナビリティの各フィージビリティについて考察する。

4. 研究成果

(1) 病院船

既往研究

病院船については軍事的側面からの導入の是非や他国の事例紹介がもっぱらであり、医療建築分野にかかる建築設備や医療機器の面から論じたものは皆無である。

調査対象

社会福祉法人が所有し、岡山支部0病院が運航する診療船「S丸三世号」で、瀬戸内海に浮かぶ岡山・広島・香川・愛媛各県の小規模な島（ほとんどが無医島）を巡回している。1963年の事業開始から3代目の船体である。

調査概要

2012年1月23-24日に岡山県笠岡市高島、北木島を訪問するS丸に乗船し、運用について運航スタッフと医療スタッフへのヒアリング、医療諸室寸法と搭載医療機器の実測、ならびに医療活動内容の記録を行った。

船としての運用概況

運航に専念する船員は5名（船長、機関長、航海士、機関士、甲板員）おり、いずれも0病院の常勤職員である。年間の診療日数は約170日あり、おおむね月の中旬、下旬に1県ずつ5-8島、計67島をめぐる。今回の北木島のように複数の港を持つ比較的大きな島の場合、患者の利便性を考えて数日に分けて各港を訪問する。1港あたり年2-3回の訪問となり、毎回診療項目は異なる。医療スタッフは船に宿泊できないため各県の関連病院岡山県の島をめぐる時は岡山や笠岡といった本土の港から供出しており、広域をカバーするには大規模な病院連から出航し、島での診療が終了するとその日のうちに本土に戻る。従って島から島へと船が移動するわけではなく、本土の港をハブとして運航している。広島、香川、愛媛も同様である。船員は全員岡山に自宅があり、岡山以外の島をめぐる時は船に宿泊する。そのため、船には個室の他に厨房や風呂が設置され、阪神・淡路大震災では医療スタッフの生活拠点として機能した。

病院としての運用概況

診療船と称しているが、医療活動は検診が中心である。船に乗り込む医療スタッフは岡山県の時は0病院のスタッフが、その他の県は各県支部病院のスタッフが派遣され、船に宿泊することはない。スタッフは固定されておらず、比較的若い人が病院内のローテーションで担当する。乗船する職種と人数はその日の診療内容によって異なる。調査日に行わ

れた診療と乗船スタッフは、以下の通りである。

・1月23日：腹部超音波検査医師、放射線技師、受付兼会計の計3名

・1月24日：骨密度検査（午前）と健康教室（午後）医師、保健師（病院と笠岡市から1名ずつ）、PT兼受付兼会計の計4名

検査や診療は接岸した船の中の診察室、検査室、処置室、撮影室で行う。患者は事前に島の愛育委員が取りまとめて0病院にある連絡室に予約を入れる。船内で受付と先払いの会計（岡山県のみ500-1,500円、他県は無料）を済ませると、患者は病院から運び込まれた紙カルテを手渡され、船内の診察室前廊下のベンチに進む。診療は先着順に行われ、終了後はカルテを返却して帰宅する。一部の島では市の事業として健康教室（予約不要、無料）が行われる。会場は船ではなく島の公民館などであり、講義や体操などが行われる。

S丸から見える各フィージビリティの課題

・建築技術的フィージビリティ：現在のS丸は別の船を改造したものではないが、入口のかまちやフロア間の階段の存在、入口と廊下幅の狭さなど、バリアフリーとは言い難い。現在設計中の4世号ではエレベーターが設置される予定である。また1日の患者数は1-255人（2009年度）と変動が大きく、大人数の場合は一部公民館を利用するなど工夫しているが、何らかの拡張性が求められる。

・病院管理的フィージビリティ：病院の電子カルテとの連携は困難とのことだが、1日最大255名の受診があることを考えると周囲の診療機関を含めた連携が望ましい。以前行っていたが取りやめたものの中に胃カメラと投薬がある。胃カメラは揺れる船内での技術的困難とリスクを考慮して廃止した。投薬は全ての薬を積むには狭く、その割に量がさばけず、リスクも高いためである。いずれもリスクをカバーするだけのスタッフと設備を持ち合わせていないことがネックとなっている。医療スタッフは船に宿泊できないため各県の関連病院から供出しており、広域をカバーするには大規模な病院連携が必要であることも分かる。

・経済的フィージビリティ：S丸の運営には船舶としての運航費と診療事業費を合わせて年間1.2億円がかかっている。その半分弱を国と4県の補助金でまかなっており、経済的に厳しい状況である。住民からの要望が高くリスクの低い皮膚科や小児科を中心に診療報酬の発生する医療活動も行いたい、医師会との調整が困難だという。

・サステナビリティ的フィージビリティ：病院建築でいう「成長と変化」の視点からは、S丸にとって医療機器の更新が最も重要だと思われるが、建造から22年の間大型機器の更新はされていない。船内の階段が狭いため、搬入するには船体に穴をあける必要があるからである。

(2) 病院列車

既往研究

病院列車の研究は第1次世界大戦以後の計画や事例報告が中心だが、19世紀後半に米国の各鉄道事業者が線路敷設労働者の治療のために病院列車を運行していた。

調査対象

インドのNGO「Impact India」が所有運営する病院列車 Lifeline Express 号（以下L号）で、インド国内を巡回しながら無料で医療を提供している。1991年の運行開始から2代目の車両である。

調査概要

2013年3月11日から4月6日までインド中部 Shivpuri 駅で第142回目の診療をするL号の医療諸室寸法と搭載医療機器の実測をするとともに、運行と医療活動内容について院長とスタッフへインタビューを行った。

列車としての運用概況

NPOはムンバイに居を構えるが、L号は基地を持っておらず、活動外の時期もインド国鉄のどこかに停車している。気動車を所有していないため、移動する時は国鉄に費用を払って気動車に引いてもらう。従って運行のためのスタッフはいない。国鉄の軌道幅は数種類あるが、L号は最も多い広軌であるため、活動はインド全土をカバーしている。技術的には隣国まで行くこともできるが、国鉄との取り決めで国内のみ移動できる。国境近くでは隣国からも患者が来る。

病院としての運用概況

年に8-9か所で2-3週間ずつ医療活動を行う。L号の医療機能は手術部（手術室、回復室、滅菌室）と歯科ユニットしかなく、手術の要不要を診断するスクリーニングや手術前後の入院は、街なかの病院や施設で行うのが大きな特徴である。対象としている科は眼科（主に白内障）、形成（口唇口蓋裂）、整形（小児麻痺）、耳鼻（難聴）、歯科、心疾患であり、前4者は手術の対象となる。残りの2者とスクリーニングで手術不要とされた患者は、投薬や地元の病院への紹介がなされる。今回スクリーニングを行った場所は、寄付でできたチャリティハウスである。街なかでありながら隣に駐車可能な大きな公園があり、建物も体育館のようなつくりで大人数を収容できる。9時の診察開始前から3卓の診察机に男性2レーン、女性1レーンで患者が行列をつくっていたが、開始30分で全ての診察机が患者に取り囲まれ、收拾がつかなくなり、診察机を増設した。眼科ユニット2台は2階に設置され、必要な患者は階段でのぼらなければならない。1回の活動で平均5,000人をスクリーニングし、450-500名を手術する。手術を受ける患者は診断書に記された日にL号に出向く。回復後は救急車で地元病院か仮設の入院施設に送られる。今回は家のない高齢者のための施設に多くのベッド、仮設トイレ、屋外の天蓋（食事スペース）を設置し、宿と食事を提供した（口唇口蓋裂と小児

麻痺患者は病院)。付き添いも一人無料で宿泊と食事が可能である。専任スタッフは11名(院長、副院長、手術室技師2名、手術室助手、整形・装具技師、電気技師、機械技師、コック2名、ジープ運転手)いるが、医師や看護師は毎回派遣である。今回は AIIMS (全インド医科大学) から12名の医師・看護師がボランティアとして派遣された。ロジスティクス面でも地元の協力が多く、L号に発電機はあるが、駅から電気を引き、全車両冷房完備である。ミネラルウォーターと食材は配達してもらい、一般用水は給水車から電車で引き込む。洗濯は地元を外注し、医療廃棄物は地元病院や政府に渡す。L号のトイレは垂れ流しだが、活動中は近くに穴を掘ってパイプを接続する。ただし、手洗いや台所の水は垂れ流しである。電話は携帯電話を用い、テレビとネットは屋根にアンテナを設置している。活動地域への広報は活動ごとにつく大手スポンサーが担当するが、チラシなどのデザインはNPOが行う。

L号から見える各フィージビリティの課題・建築的フィージビリティ:多くの部門や機器を地元へ委ね、必要な手術部だけをモバイル化している点が効率的である。手術室入口にエアカーテンは設置されているものの、扉に隙間も多く清潔管理が困難である。活動は待避線を持つ駅に限られ250km先からも患者が来るうえ予約もないため、スクリーニング会場はかなり大きい必要がある。

・病院管理的フィージビリティ:医療スタッフは活動のたびに外部から調達するので治療の流儀や機器、薬剤の扱いにばらつきがある恐れがあるが、L号ではスタッフ向けに講義も行っているため長期的には均等になると思われる。手術室を燻蒸したり、履き替えを徹底しながら滅菌室にゴミ箱があるなど、清潔管理に混乱が見られる。文盲の患者も多いので、受付や診断に多数のスタッフが必要となる。カルテは患者に手渡し、以後の地元での治療に用いる。

・経済的フィージビリティ:NGOの全体収支は明らかではないが、1回の活動に7.5万ドルかかるとのことである。

・サステナビリティ的フィージビリティ:主な医療機器は麻酔機、眼科・耳鼻科用顕微鏡、歯科ユニットと小型なものばかりで数年で更新している。ただし、車輛より大きな機器は入れられない。手術室も2007年に1輛増設しているので、成長と変化には今のところ対応している。なお、この増設はNPOの理念である「災害時対応」を実現するためであり、災害時に1輛だけ切り離して被災地に派遣できるように、4号車は手術室、回復室、滅菌室をコンパクトに配置している。

(3)大規模移動病院

既往研究

今回の病院は医療を必要とする地域に車や飛行機で医療機器を運び、現地で展開する

点が病院船や病院列車とは異なり、野戦病院や被災地の仮設病院に近い。しかし同種の関連研究は関東大震災の仮設病院の図面や東日本大震災での仮設病院建設のレポートにとどまり、残りは軍事雑誌の軍隊医療ユニットの紹介程度である。

調査対象の活動概況

対象とする「Remote Area Medical」は米国テネシー州 Knoxville に本部を持つNPOである。1985年に設立され、平時は月2-3回の頻度で全米を車で巡り、学校や教会といった大空間を持つ公共施設に医療機器を展開して診療を行う。無保険者を対象とした歯科、眼科、一般健診が中心であるが、遠隔地で災害が起こると飛行機で国外にも赴き、救急医療や患者搬送も行う。

調査概要

2013年9月20-21日に本部から近いテネシー州 Clinton の教会で展開された歯科、眼科、一般健診の様子を観察した。まず19日午前にNPO本部を訪問し、全般的な活動内容をインタビューしてから教会に向かい、準備中の車と医療機器の記録をするとともに、今回の活動内容と準備方法についてスタッフへインタビューを行った。20日は診療の観察とインタビューを随時行った。

所有する飛行機、車、診療機器

飛行機は6機所有し、遠隔地での活動に利用する。普段は本部に近い空港に駐機している。車は6台所有し、平時の活動に使用する。いずれも基本的には改造をせずに医療機器や人間を運搬するために用いるが、眼鏡製作車だけはレンズカッターを使うため、集塵機などを設置して改造が施されている。所有する医療機器は歯科ドリル(電気配線と空気配管、ディーゼルコンプレッサーを含む)、デンタルチェア(折り畳み式)、オートクレーブ、医師用のバランスボール(10時間以上連続診療するため)、眼科検査ユニット、視力検査表程度であり、残りは診療に附随する清潔物品やディスク、ならびにコンピューターやプリンターである。災害時に限り、水、燃料、発電機を携行する。普通の机や椅子、外部に設置するテントは現地にあるものを利用して所有物品を減らすと同時に、物品は常に車に積んでおくことで本部の倉庫を減らしている。

今回の活動内容

会場設営は地元の大学生約150名が行った。今回会場となった教会にはバスケットボールコート1面が取れる体育館が附属しており、ここに歯科診察台を42台展開した。駐車場に24x26mの教会のテントを組み立てて受付とスクリーニングの会場とし、眼科は事務棟の裏側にある窓のないサービスエリアに4席設け、健診は事務室の机と椅子をそのまま使った。広報はネットやチラシ、ローカル放送のCMで行っている。診療当日は朝の3時から整理券が配付され、6時半の受付開始までは家に帰っても車で待ってもよい。初日は

800人、2日目は500人分の整理券が用意された。初日は豪雨だったので5時45分から受付が開始され、13時に672人分配付したところで時間的問題から打ち切った。受付は整理券順だが、前回ここで診察を受けた再診患者60人を優先し、教会が把握している精神障害者が続いた。再診患者以外は白紙のカルテを渡され、スクリーニングとして血圧測定と問診を受けた後に各科会場に向かう。無保険者を対象としているので急性期医療は行っておらず、患者の65%が歯科診療を受ける。6時半に診療が始まったが、まだ歯科医師は5-6人しか来ておらず、三々五々集まり昼頃に全席が埋まった。2日間の活動ゆえ、X線（体育倉庫でハンディ型を用いる）や型を取って歯科技工を要するような治療はほとんどできず、保険がなく虫歯を放置した患者ばかりなので、ほぼ抜歯である。治療が終わるごとに使用器具と吸引ピンを交換する。滅菌担当ボランティアは6名である。眼科も白内障などの治療はできず、検査と眼鏡製作が中心である。眼鏡製作車には処方箋の85%に対応できる8,000枚のレンズを積むことができ、診察から90分で完成する。

RAMに見る各フィージビリティの課題

・建築的フィージビリティ：必要とされるのは配管を這わせることができる歯科用の大空間と、眼科用の暗室のみである。

・病院管理的フィージビリティ：NPO職員は有給職員6名以外は退職者を中心としたボランティアであり、医師、コメディカル、準備要員は全員がボランティア（食事のみ提供）である。米国の医師免許は州が発行するが、従来は州を越えての無給診療を認める州がなかった。NPO代表の政治的活動により1997年にまずテネシー州で解禁され、現在は10州で認められるようになった。紙カルテは全て本部で保存している。

・経済的フィージビリティ：年間の運営費用は不明だが、NPO代表の信念から収入はすべて民間の寄付に頼っている。ただし本部の建物（郡所有の廃屋）を年間1ドルで借りている点は公的な寄付と言える。先に述べたように、診療機器以外の物品はほぼ現地調達して所持品を最低限にすると同時に、スタッフもほぼボランティアにして支出を減らしている。

・サステナビリティ的フィージビリティ：診療機器が既製品で建物や乗り物に固定されていないため、更新が容易なうえ、乗り物自体にもほとんど改造がなく、修理や買い換えがすぐにできコストも低い。災害時に大規模な活動が必要な場合でも、同種の機器と乗り物はすぐに調達できるので、対応可能である。

・その他：今回は本部から車で30分の地だが、時間の節約を最優先してNPOの参加者全員が近所のモーターに宿泊した。近年はスタッフと患者のアメニティ向上を意識しており、医師のためにPTがマッサージを行った

り、長時間待つ患者のための食事提供（移動販売車）や、シングルマザーの子供の預かりなども行っている。

(4) その他の事例

米国の歯科診療車と、南アフリカのコンテナ仮設病院でインタビューを行った。歯科診療車は大型トラックに歯科の診察台が2台搭載されており、小学校などから電力を供給してもらいながら診療を行っていたが、地元の歯科医師会から反対運動を受けていた。最終的に反対派の意向を受けた地元議会の法改正により、無料診療ができなくなってしまった例である。

コンテナ仮設病院は結核とHIVが蔓延する貧困地区に病院が建設されるまでのつなぎとして利用するもので、病院完成後は別の地域で再利用される予定である。入院機能を持っていないので、結核患者を想定していながら陰圧室をはじめとする高度な設備は不要で、迅速な建設と再利用を優先してコンテナが選択された。エネルギーは廃倉庫から引いている。

(5) まとめ

現在実現しているモバイル・ホスピタルの特徴を見ると、まず医療スタッフを外部から調達している点大きい。これにより高い人件費を回避し、同時に医療スタッフのスキルを常に外部で磨くことができる。次に診察室や入院ベッドといったユニバーサルな空間や、エネルギーも外部調達し、真に必要とされる医療機器だけを運搬している点も機動力を高めるのに役立っている。しかし車輛を医療機器に合わせて改造するほど、後の医療機器の更新が困難になるようである。

一方、法律による診療行為の制限や治療後のアフターケア不足、ボランティアと寄付の確保、患者への健康教育の必要性といった問題も浮かび上がっており、今後のモバイル・ホスピタルの実現には建築に留まらない幅広い面からのデザインが必要であることが分かった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

Kazuhiko Okamoto (2013, September 25) Feasibility of Mobile Hospital in Japan, Proceedings of the 33rd International Union of Architects - Public Health Group (UIA/PHG) International seminar on Public Healthcare Facilities, Toronto, Canada, pp. 69-74, 査読有

〔学会発表〕(計5件)

岡本和彦「米国の移動病院 Remote Area Medical の医療活動の実態 モバイル・ホスピタルのフィージビリティ 3」日本建築学会大会 学術講演梗概集 E-1, pp.87-88, 2014.9.12, 神戸大学(兵庫県・神戸市)

Kazuhiko Okamoto (2013, October 31)
Feasibility of Mobile Hospital in Japan, 東
アジアシンポジウム, Seoul, Korea

Kazuhiko Okamoto (2013, September 25)
Feasibility of Mobile Hospital in Japan,
33rd annual meeting of the International
Union of Architects - Public Health Group
(UIA/PHG), Toronto, Canada

岡本和彦「インドの病院列車における医療
活動の実態 モバイル・ホスピタルのフィー
ジビリティ 2」日本建築学会大会学術講演梗
概集 E-1, pp.173-174, 2013.8.30, 北海道大
学(北海道・札幌市)

岡本和彦「日本の診療船における医療活動
の実態 モバイル・ホスピタルのフィージビ
リティ」日本建築学会大会学術講演梗概集
E-1, pp.383-384, 2012.9.14, 名古屋大学(愛
知県・名古屋市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡本 和彦 (OKAMOTO, Kazuhiko)

東洋大学・理工学部・准教授

研究者番号：40361521