

ウガンダでの調査を事例 とした効率的医療機器運 営に資する一考察

伊 達 卓 二*

内 田 康 雄**

中 園 直 樹***

1. はじめに

医療施設で提供される医療にとって、医療機器の投入はひとつの重要な要素であり、医療機器は医薬品と同様、人の疾病の予防や診断・治療に用いられ、その有効性や安全性は人の健康に大きく影響を与えるものである。医療機器の取り扱いに関しては、先進国でも安全対策が充分でなく、医療機器が原因となる医療事故の報告もあるが、医療機器を安全に利用するための努力が続けられており、多くは安全に利用されている。この理由として、医療機器使用者や技術者の質・量ともに豊富なことや、医療機器運営ⁱに関わる規制を国が行っていることなどが考えられる。また先進国では、医療機器の導入は質の高い医療を提供するための投資だと考えられており、その投資に見合った利益を確保し、さらに投資を進めることが可能となる医療保険制度も整っている。すなわち、安全で質の高い医療機器運営を行うには、技術者の確保、制度としての医療機器運営、維持管理ⁱⁱのための費用、という3つの要素が不可欠である。

他方、医療機器産業が殆どない途上国では、医療機器を輸入する必要があり、政府の限られた保健医療予算にとって医療機器の購入や保守管理ⁱⁱⁱ予算の負担は重く、医療機器を継続的に維持管理して、安全に、有効利用するのは容易ではない。しかし、途上国の公的保健医療施設に対しては、途上国政府予算からだけでなく、援助機関からも多くの医療機器が供与されている。これら医療機器に関し、維持管理技術の不備や使用者である医療従事

* 神戸大学大学院国際協力研究科学生
** 神戸大学大学院国際協力研究科教授
*** 神戸大学大学院国際協力研究科教授

者の知識不足、予算不足などの原因により有効利用されていないとの援助機関の指摘もあるが、データを基に検証が行われている例はない。

本稿では、ウガンダ (Republic of Uganda) を例として医療機器の状態を示すデータを収集し、医療機器がどのような状態で使用されているのか把握し分析を行うことにより、医療機器運営に必要な投入を根拠に基づいて明確にすることで、保健医療分野の限られた公的財源を効果的に投入することが可能となり、効率的な医療機器運営に資することができるのではないかと考え、調査と分析を試みた。

1-1. 本研究の意義

途上国で使用されている医療機器の問題点について、これまで報告や指摘がなされてきた。例えば、医療機器の設置場所の温度管理や防塵対策など医療施設の設備の問題や、良質で安定した水や電源が供給されていないこと、また医療機器の消耗品の確保など予算不足の問題が指摘されている [Fuchs 1991]。また途上国では、医療機器の保守管理を行う技術者数が足りないだけでなく、技術者を養成する学校も少ないという人材不足の問題もある。この技術者不足の原因の一つは、医療機器を保守管理する技術者に対して魅力的な収入と地位が与えられないため優秀な人材が集まらず、医療機器を供与している援助機関の期待に沿った状況ではないとの指摘もある [Cheng 1995]。また、途上国内の工業産業

分野が未発達なため、代替品の製造や特殊技能者を育成する必要性も需要も低い [Bloom 1994] のに加え、たとえ途上国の民間代理店に医療機器の保守管理ができる技術者がいたとしても、保守点検や修理のための予算が確保できないとの指摘もある [国際開発ジャーナル 2004]。この医療機器保守管理費用については、購入価格の6～15% [Bloom 1994]、あるいは10% [World Bank 1993] が毎年必要との報告がある。

この費用をマクロ的視点から見ると、「途上国の技術レベルを越える機械が設置された場合、特別な訓練を受けた技術者を必要とする。高い技術を備えた人材を民間企業が引き抜くと補充が必要となり、政府の技術者に対する待遇が改善しない限り、何度補充しても民間企業に流れてしまう。従って、保守管理には多額の費用がかかり、この費用を考慮に入れて内部収益率を計算することが大切である。この費用は、政府の経常支出項目であり、途上国の技術レベルとかけ離れた機械を設置すればするほど、経常支出は多くなる。病院の場合であれば、先進国と同程度の衛生状況を維持することは費用を高めることになる。その費用をかけられない国では、2年から3年で病院の衛生水準は低下し、先進国と同じような手術は不可能となってしまふ。」との指摘がある [高木 1998]。

このように、途上国に配置されている医療機器の現状について、問題点が指摘されているが、具体的なデータを基にした報告はなく、この課題に取り組むことは重要な意義がある

と考えた。

1-2. 医療機器運営や管理に関する国際的な取り組み

途上国の医療機器運営に関し、WHOのEIP(Evidence and Information for Policy: 情報政策)事務局^hは、サブサハラアフリカ地域の国々の医療施設で、医療機器が適正に使用されていないことを認識しており、米国臨床工学士学会(American College of Clinical Engineering)とドイツ技術協力公社(GTZ)の協力を得て、1986年にアフリカ地域の医療機器運営の問題に関して会議を開催した。さらに、WHOは1994年にも同様の会議を南アフリカで開催し、96年と97年にも会議を重ね、援助機関と被援助国の医療機器に関する指針を策定した[WHO 2000]。この指針のなかでWHOは、「医療機器の80%程度をドナーからの援助に頼っている国があり、サブサハラアフリカ地域の国では、援助された医療機器が誤って使用されたり、修理技術不足、予算不足などで70%程度は使用されずに放置されている。」と問題を指摘した。この指針の策定は、WHOのアフリカ地域事務所が中心となり、サブサハラ地域からウガンダ、ケニア、ジンバブエ、セネガル、タンザニア、南アフリカ、モザンビークの保健省から医療機器運営担当責任者が出席して行われた。

その一方、この指針が示された3年後、WHOのEHT(Essential Health Technology: 必須医療技術)部^vの広報誌には、多くの途

上国が多額の予算を医療機器に投資しているにもかかわらず、医療機器運営が軽視されており、半数以上の医療機器が使用されず、住民に必要な医療が提供されていないと指摘した。そして医療機器運営を改善し、途上国の住民に安全で信頼のおける医療を広く提供するためには、国家医療機器政策(National Medical Equipment Policy)の策定や、国家調整機関(National Regulatory Authority)の設立が重要だと記している[WHO 2003]。このようにWHOは、医療機器運営に関して多くの途上国が直面している問題点を認識した上で、保健省の医療機器運営部門の行政機能を強化し、安全で信頼性の高い医療が途上国に普及することを期待していることが窺えるが、根拠に基づく具体的な提案はない。

1-3. 本研究の背景

途上国での医療機器運営の課題とその国際的な取り組みを踏まえ、サブサハラアフリカ地域のウガンダを例として本調査を行った背景について述べる。

まずウガンダの概要は、アフリカ大陸東部にあるビクトリア湖の北西に位置し、北部はスーダン、南部はタンザニアとルワンダ、西部はコンゴ民主共和国、そして東部をケニアの合計5カ国に囲まれた陸封(Land Locked)国であり、日本の本州とほぼ同じ面積である。ウガンダの人口は、2003年時点で約2,690万人、人口増加率は年3.3%、出生時平均余命は男女平均で46.8歳であり、人間開発指数

(Human Development Indicator) は177か国中144位である[国連開発計画 2005]。ウガンダの保健医療に関する経済的指標として、国民1人当たりのGDPは2000年には約300ドル、政府予算に占める保健医療予算は8%、1人が医療に支出する費用は年間12ドルであり、このうち3.95ドル分(約33%)がウガンダ政府で残りの約67%は自己負担である[Ministry of health 2000]。

次に、ウガンダの保健医療改革の概要について述べる。現政権が実権を掌握した1986年以降、内戦の影響で機能が損なわれた保健医療分野の改善は緊急の課題であった。貧困撲滅活動計画(Poverty Eradication Action Plan)は1997年に策定され、貧困層の生活の質向上のため、保健省は基本的な医療を提供できる地域を拡大することが求められた。そして、ウガンダ保健省と援助機関との共同作業により、セクターワイド・アプローチ(Sector Wide Approaches)を導入し、2007年7月から5カ年計画の第1次保健医療戦略(Health Sector Strategic Plan)が開始された。この第1次保健医療戦略5ヶ年計画は、現政権にとって一貫した方針に基づく最初の保健医療改革であり、2005年7月以降第2次保健医療戦略に引き継がれている。

この保健医療改革では、診療所である保健所(Health Centre)を、保健所ⅡとⅢとⅣの3種類に分類し、病院は郡病院(General Hospital)、地域中核病院(Regional Referral Hospital)、国家中核病院(National Referral Hospital)の3種類に

分類し、基準に沿った設備(医療機器を含む)と機能を備えることが求められている。しかし、医療機器運営の不備や医療従事者不足などの理由により、各医療施設で提供される医療にバラツキがあるのが現状である。

本稿の調査研究対象としてウガンダを選択した理由は、現在ウガンダ保健省が行っている保健医療改革の一環として、基本的な医療を提供できる地域を拡大するため、効率的な医療機器運営^{*)}を行うことは重要な要素であること。もうひとつは、途上国の医療機器運営の問題に関し、ウガンダはWHOが重要視しているサブサハラ地域の国であること、この2つの理由からである。

2. 目的と仮説

途上国の医療施設に配置されている医療機器は、有効に利用されていないとの指摘がある一方、途上国の医療機器運営に関する調査は少なく、特に、科学的根拠に基づいた分析の研究は少ない。本稿では、医療機器情報収集をウガンダで行い、この収集された医療機器情報と保健医療施設の関連で、また保健医療情報(特に手術等の医療技術、死亡率などの医療技量)との関連を疫学的手法(記述疫学、分析疫学)にて分析した。この分析結果から、特定の医療施設が抱える医療機器運営上の問題を把握し、必要な予算措置の優先順位が明らかとなり、効率的な医療機器運営に資するとの仮説に基づくものである。

3. 調査の内容とその方法および統計的分析について

(1) まず、ウガンダ保健省の政府刊行物である事業評価年次報告書 [Ministry of Health 2006] に記載されている保健医療データのうち、医療機器に関連する因子間の相関係数を求め、ウガンダの郡病院で提供されている医療の現状について分析を試みた。

この分析では、42ヶ所の郡病院について、2004年7月から2005年6月の1年間の合計が記載されている保健医療データから、入院患者数と外来患者数、死亡者数と手術数、各種検査数と手術数、の各因子間の相関係数を求めた。相関係数の計算には統計ソフトSPSS

(日本語Version 11.0) を使用し、ノンパラメトリック検定であるSpearmanの順位相関係数を求め、有意差は $p < 0.05$ とした。

(2) 次に、ウガンダ保健省が管轄する病院の医療機器について、保守管理技術、予算措置、人員配置などを指標として医療機器を6分類してこのデータを収集した。本稿で使った医療機器の6分類の意味と必要な対応などを表(1)に示した。実際の医療機器データ収集では、基準を統一するため2人の技術者を一組みとし、2人で基準を確認して記録することで、より正確なデータ収集ができるよう配慮した。この医療機器データ収集は、ウガンダ保健省インフラ課職員と共同し、2006

表1 6種類の医療機器情報が持つ分類上の意味と必要な対応など

6分類	分類上の意味	必要な対応など
A: 使用されており良い状態である	効果的に利用されている	特になし
B: 使用されていないが状態は良い	適正技術に沿わない医療機器 医療機器使用者の技術不足 使用者数不足 消耗品がない 過剰供給	適正技術に沿った医療機器の選定 医療機器使用者の能力向上 必要な医療従事者の配置 消耗品の購入 医療機器の適正数の確認
C: 使用されているが修理が必要	技術者の維持管理技術が未熟 部品が入手できない 部品購入など予算不足	技術者の配置あるいは技術力向上の研修 機種の変更 予算の確保
D: 使用されているが新規購入が必要	医療機器が古い 修理が困難あるいは不可能 新規購入の予算不足	医療機器廃棄手続きの確立 新規医療機器整備計画 予算の確保
E: 使用されていないが修理が可能	医療機器の必要性がない 技術者の維持管理技術が未熟 部品購入の予算不足	必要な医療機器の選定 技術者の配置あるいは技術力向上の研修 予算の確保
F: 使用されておらず新規購入が必要	医療機器が古い 医療機器の必要性がない 新規購入の予算不足	医療機器廃棄手続きの確立 必要な医療機器の選定 新規医療機器整備計画 予算の確保

出所) 筆者作成

年6月から11月の期間に行い、2007年2月末までにデータ入力を終了した。

この収集した医療機器データを用い、技術者が医療機器修理の必要性を認識しているが、修理されていない医療機器の割合について病院毎に順位付けを行った。この結果と、医療機器の維持管理を行うW/S（ワークショップ：脚注²⁴参照）に配分された医療機器維持管理費用である分担金²⁵の収集割合とを比較した。

また、前述の保健医療データと、収集した医療機器データ間の相関についても調べた。次に、医療機器のなかでも高い安全性と信頼性が求められる手術関連医療機器についてデータを抽出し、状態を分類して分析を試みた。

なお、本稿の調査対象の医療機器とは、「患者の診断・治療に必要な機器及び、この目的に必要な消耗品を保存する機器」とし、対象の医療施設は医療機器数の多い郡病院と

地域中核病院とした。

4. 結果

4-1. 医療機器および保健医療に関連する因子について

事業評価年次報告書にある保健医療データから、医療機器と関連する因子について相関係数を求め、結果を表（2）に示した。対象42ヶ所の郡病院の小手術と大手術²⁶の相関係数を求めた結果、相関係数は0.521と、小手術数が多い郡病院ほど大手術を行なう傾向があることがわかった。次に、死亡者数と小手術数の相関係数は0.521で、死亡者数と大手術数との相関係数は0.547であり、大手術数の多い郡病院の方が高い相関を示した。さらに死亡者数と、小手術数と大手術数の合計数、及び小と大手術数と帝王切開の合計数との間について相関を求めた。その結果、死亡者数と小手術数と大手術数の和は相関係数0.632

表2 保健医療データの各変数間の相関係数

独立変数	従属変数	病院数 (n)	Spearmanの 順位相関係数	有意確率 (両側)
小手術	大手術数	42	0.521	p<0.001
死亡者数	小手術数	42	0.521	p<0.001
死亡者数	大手術数	42	0.547	p<0.001
死亡者数	小手術と大手術の合計数	42	0.632	p<0.001
死亡者数	小と大手術及び帝王切開の合計数	42	0.645	p<0.001
死亡者数	入院患者数	42	0.581	p<0.001
死亡者数	外来患者数	42	-0.139	有意差無
X線検査数: 検査数0を除く	小と大手術及び帝王切開の合計数	32	0.575	p<0.001
臨床検査数	小と大手術及び帝王切開の合計数	42	0.392	p<0.01
6分類Aの%	小と大手術と帝王切開の合計数	31	0.426	p<0.05
6分類Aの%	死亡者数	31	0.397	p<0.05

出所) [Ministry of Health 2006]を基に筆者作成

で、小と大手術数と帝王切開の合計数の場合相関係数は0.645と、後者の方がより高い正の相関があることが示された。また、年間の死亡者数と外来患者数、及び入院患者数間の相関を求めた結果、外来患者数との間に相関は見られず、死亡者数と入院患者数間の相関係数は0.581と相関がみられた。これらの結果をまとめると、患者が何らかの原因で郡病院に入院し、小手術より大手術が行なわれた場合、年間の死亡者数に影響を与えていることが推測される。

次に、X線検査数と各種手術件数から、相関係数を求めて分析を試みた。

X線検査の場合、10の郡病院でX線検査数は0件と報告されており、これらの病院にはX線装置が無いが、何らかの理由で利用できないことが考えられる。そこで本稿では、X線検査数が0の郡病院を除外した32病院に関して相関係数を求めた。その結果、X線検査数を独立変数として、小と大手術数と帝王切開の合計数を従属変数とした相関係数は、0.575となった。同様に、臨床検査数を独立変数として、小と大手術数と帝王切開の合計数を従属変数とした相関係数は、0.392を示した。この結果では、臨床検査に比べてX線検査の方が、各種手術数との間に高い相関があることが示された。この原因として、臨床検査の場合は感染症など直接手術に結びつかない検査が多いことが考えられる一方、X線検査は骨折など手術に必要な検査が多いことが考えられる。

4-2. 医療機器情報収集で判明したことに関して

医療機器を6分類して収集した医療機器情報収集調査結果について述べる。

この医療機器情報収集調査対象とした病院は、2006年末時点でウガンダ全土に郡病院が87ヵ所あり、そのうち政府が42病院、キリスト教系NGOが41病院、民間が4病院を運営している。地域中核病院については、全国に11ヵ所あり全て政府が運営している。この調査では、政府が運営する42郡病院のうち37病院と、NGOが運営する41病院のうち7病院の合計44郡病院と、全ての地域中核病院の合計55病院から情報を収集した。これら病院から集められた医療機器数は、郡病院の場合平均141品目（標準偏差37.8、最多216品目、最少62品目）、地域中核病院の医療機器数の平均は311品目（標準偏差72.2、最多460品目、最少237品目）であった。医療機器品目数の結果から、郡病院と地域中核病院の機能が異なるため、医療機器数に違いがあることが明確に示された。

次に、医療機器の状態別に6分類した結果を表にまとめ、医療機器情報が持つ分類上の意味を考慮した分析を試みた。

医療機器の維持管理を担当する技術者が、修理が必要であると認識しているのはC+Eである。他方、技術者が維持管理すべき医療機器の総数は、BとFを除いたA+C+D+Eである。分類Bは「使用されていないが状態は良い」であり、分類上の意味は適正技術や、使用者数不足、消耗品不足、過剰供給などが考

えられ、維持管理を行う技術者として対応できることは少ない。同様に分類Fは、何らかの理由で廃棄物同然の医療機器であるため、もはや維持管理の必要性はない。すなわち、式(1)の分子は、医療機器を担当する技術者が修理を行わなければならない医療機器数を意味し、分母は維持管理すべき医療機器の総数である。従って、この数値が低いほど、医療機器の維持管理は良くできていると考えられる。データ収集した55病院について、式(1)から得られた数値の小さい順に表(3)に示した。

$$\text{式(1)} \frac{\text{分類C} + \text{分類E}}{\text{分類A} + \text{分類C} + \text{分類D} + \text{分類E}} \times 100$$

この表(3)から、8ヶ所のW/S間で医療機器の維持管理状態の違いを知ることができる。例えば、上位20位までの病院についてみるとKabale W/Sは、担当8病院のうち6ヶ所、Gulu W/Sは担当5病院のうち3ヶ所、Arua W/Sの担当7病院のうち4ヶ所、Soroti W/Sは担当7病院のうち3ヶ所、Central W/Sは担当11病院のうち3ヶ所、Hoima W/Sは担当5病院のうち1ヶ所である。また、Mbale W/SとFort Portal W/Sについては、上位20位の中に担当病院は入っていない。キリスト教系NGOが運営する郡病院に注目すると、7ヶ所のうち6ヶ所が上位20位に入る結果となった。

次に、医療機器維持管理の予算である分担金の収集状況を調べた。

分担金計画額に対する収入実績割合は、Kabale W/Sの場合60%、Gulu W/Sは30%、Arua W/Sは53%、Soroti W/Sは35%、Central W/Sは45%、Hoima W/Sは5%、Mbale W/Sは50%、Fort portal W/Sは10%、と報告されている[Infrastructure Division 2006]。この分担金の収入割合と上記医療機器の状態を比較すると、KabaleやArua W/Sのように、病院の医療機器維持管理ができている数が多いW/Sは、分担金の収入が高い傾向にある。その一方、病院の医療機器維持管理ができていない、Hoima W/SとFort portal W/Sのように、分担金が少ない傾向となった。さらに、Arua W/Sからの報告[Arua Regional Referral Hospital 2006]では、担当している7ヶ所の病院のうち、分担金を支払っていない2ヶ所の病院は、30位(Moyo郡病院)と40位(Yumbe郡病院)であった。

この結果から、医療機器維持管理に必要な費用をある程度確保できるのであれば、現状の技術者の能力であっても、医療機器の状態を改善できる可能性を示唆する結果が得られた。

表3 医療機器情報収集結果分析

W/S名	病院名	A	A (%)	B	B (%)	C	C (%)	D	D (%)	E	E (%)	F	F (%)	C+E/A+C+D+E(%)
1	Arua Maracha (NGO)	64	58.7	19	17.4	3	2.8	11	10.1	5	4.6	7	6.4	9.6
2	Kabale Kisoro	92	71.3	4	3.1	8	6.2	0	0.0	11	8.5	14	10.9	17.1
3	Arua Nyapea (NGO)	64	65.3	0	0.0	13	13.3	13	13.3	4	4.1	4	4.1	18.1
4	Soroti Soroti RRH	153	59.1	26	10.0	17	6.6	14	5.4	26	10.0	23	8.9	20.5
5	Kabale Nyakibale (NGO)	64	53.8	4	3.4	12	10.1	19	16.0	10	8.4	10	8.4	21.0
6	Soroti Kumi (NGO)	75	49.3	13	8.6	13	8.6	21	13.8	13	8.6	17	11.2	21.3
7	Gulu Anaka	23	37.1	24	38.7	5	8.1	5	8.1	3	4.8	2	3.2	22.2
8	Kabale Kisiizi (NGO)	106	67.1	3	1.9	19	12.0	9	5.7	17	10.8	4	2.5	23.8
9	Gulu Gulu RRH	130	38.5	57	16.9	15	4.4	19	5.6	33	9.8	84	24.9	24.4
10	Central kamuli	48	30.2	86	54.1	2	1.3	3	1.9	15	9.4	5	3.1	25.0
11	Kabale Kabale RRH	122	51.3	39	16.4	17	7.1	9	3.8	27	11.3	24	10.1	25.1
12	Soroti Lwala (NGO)	27	48.2	0	0.0	4	7.1	8	14.3	8	14.3	9	16.1	25.5
13	Central Nakaseke	91	48.9	5	2.7	18	9.7	25	13.4	22	11.8	25	13.4	25.6
14	Kabale Kambuga	55	39.3	18	12.9	13	9.3	10	7.1	11	7.9	33	23.6	27.0
15	Gulu Apac	54	39.7	5	3.7	14	10.3	20	14.7	14	10.3	29	21.3	27.5
16	Central Kawolo	63	39.6	7	4.4	13	8.2	26	16.4	21	13.2	29	18.2	27.6
17	Hoima Hoima RRH	134	49.8	6	2.2	37	13.8	34	12.6	28	10.4	30	11.2	27.9
18	Arua Adjumani	106	57.0	26	14.0	10	5.4	0	0.0	33	17.7	11	5.9	28.9
19	Kabale Mbarara RRH	151	55.9	23	8.5	15	5.6	5	1.9	53	19.6	23	8.5	30.4
20	Arua Nebbi	66	36.5	15	8.3	17	9.4	15	8.3	20	11.0	48	26.5	31.4
21	Arua Arua RRH	133	40.4	44	13.4	29	8.8	22	6.7	47	14.3	54	16.4	32.9
22	Central Masaka RRH	196	51.3	45	11.8	50	13.1	16	4.2	55	14.4	20	5.2	33.1
23	Central Jinja RRH	104	27.7	55	14.6	31	8.2	56	14.9	49	13.0	81	21.5	33.3
24	Fort Portal Kilemba	71	45.2	10	6.4	31	19.7	18	11.5	15	9.6	12	7.6	34.1
25	Mbale Kapchorwa	40	38.5	4	3.8	19	18.3	15	14.4	14	13.5	12	11.5	37.5
26	Mbale Busolwe	39	26.9	33	22.8	27	18.6	14	9.7	5	3.4	27	18.6	37.6
27	Fort Portal Bundibugyo	79	42.0	25	13.3	24	12.8	6	3.2	28	14.9	26	13.8	38.0
28	Central Kalisizo	43	46.7	5	5.4	20	21.7	5	5.4	10	10.9	9	9.8	38.5
29	Central Kayunga	55	42.0	2	1.5	14	10.7	12	9.2	28	21.4	20	15.3	38.5
30	Arua Moyo	63	33.3	48	25.4	27	14.3	14	7.4	22	11.6	15	7.9	38.9
31	Mbale Pallisa	52	37.1	15	10.7	19	13.6	9	6.4	21	15.0	24	17.1	39.6
32	Fort Portal Fort Portal RRH	125	48.1	15	5.8	59	22.7	7	2.7	29	11.2	25	9.6	40.0
33	Central Mityana	20	17.2	14	12.1	12	10.3	27	23.3	20	17.2	23	19.8	40.5
34	Mbale Mbale RRH	168	36.5	21	4.6	63	13.7	47	10.2	85	18.5	76	16.5	40.8
35	Soroti Moroto	33	30.6	22	20.4	8	7.4	7	6.5	21	19.4	17	15.7	42.0
36	Mbale Tororo	62	41.3	16	10.7	24	16.0	8	5.3	27	18.0	13	8.7	42.1
37	Fort Portal Bwera	70	35.0	61	30.5	18	9.0	0	0.0	35	17.5	16	8.0	43.1
38	Hoima Kagadi	62	40.5	21	13.7	19	12.4	3	2.0	32	20.9	16	10.5	44.0
39	Gulu Lira RRH	82	34.6	14	5.9	47	19.8	27	11.4	39	16.5	28	11.8	44.1
40	Arua Yumbe	59	40.1	16	10.9	15	10.2	5	3.4	36	24.5	16	10.9	44.3
41	Central Gombe	67	44.7	3	2.0	23	15.3	4	2.7	37	24.7	16	10.7	45.8
42	Mbale Iganga	41	26.6	23	14.9	28	18.2	14	9.1	21	13.6	27	17.5	47.1
43	Kabale Kitagata	71	35.1	25	12.4	19	9.4	7	3.5	54	26.7	26	12.9	48.3
44	Mbale Bugiri	53	33.8	3	1.9	65	41.4	23	14.6	7	4.5	6	3.8	48.6
45	Kabale Itojo	74	34.3	54	25.0	14	6.5	4	1.9	60	27.8	10	4.6	48.7
46	Central Rakai	27	32.9	3	3.7	13	15.9	5	6.1	18	22.0	16	19.5	49.2
47	Central Mubende	36	27.7	38	29.2	30	23.1	6	4.6	11	8.5	9	6.9	49.4
48	Soroti Abim	14	10.9	23	18.0	11	8.6	13	10.2	21	16.4	46	35.9	54.2
49	Hoima Masindi	48	28.2	21	12.4	25	14.7	10	5.9	45	26.5	21	12.4	54.7
50	Gulu Kitugum	54	36.0	6	4.0	20	13.3	1	0.7	51	34.0	18	12.0	56.3
51	Soroti Atatur	44	32.4	10	7.4	28	20.6	6	4.4	37	27.2	11	8.1	56.5
52	Hoima Kiboga	34	21.9	14	9.0	19	12.3	15	9.7	47	30.3	26	16.8	57.4
53	Mbale Bududa	30	31.3	8	8.3	34	35.4	0	0.0	13	13.5	11	11.5	61.0
54	Soroti Ngora (NGO)	9	14.3	3	4.8	20	31.7	10	15.9	13	20.6	8	12.7	63.5
55	Hoima Kiriyaadongo	33	19.8	24	14.4	30	18.0	4	2.4	36	21.6	40	24.0	64.1

出所) 医療機器情報収集結果から筆者作成

続いて表(3)にある6分類の結果を用い、前述した事業評価年次報告書に記載されている保健医療データとの相関を求めて分析を行った¹⁸⁾。

医療機器分類のA「使用されており良い状態である」の割合(%)と、手術件数について同様に相関係数を求めた結果、医療機器のA%が高い病院ほど、小手術と大手術と帝王切開を行なう傾向があり、相関係数は0.426とかなり相関があることを示した。この結果は、状態の良い医療機器が多いほど手術件数も多くなる傾向を示している。その反面、医療機器のA%が高い病院ほど、手術件数が増えることで死亡者数との間には弱い相関(0.397)も見られたが、手術件数に比べると低い相関であった(表2 最下段)。

次に、高い安全性と信頼性が求められる手術関連医療機器に注目した医療機器情報結果について述べる。

注目した医療機器は、麻酔器、手術台、滅菌器、歯科用治療台、顕微鏡、超音波画像診

断装置、X線診断装置である。これら医療機器は、日本の薬事法では顕微鏡を除き、保守点検や修理に際し専門的な知識及び技術を要する「特定保守管理医療機器」に指定されている。これら医療機器について、6分類を行なった結果をまとめて表(4)に示した。ここに示した麻酔器(ガス)とは、笑気ガスを使う標準型の麻酔器であり、麻酔器(液体)とは、麻酔用ガスを入手しにくい途上国で多く使用されている型の麻酔器である。また、滅菌器(電気)とは電気を使った機器で、滅菌器(木炭)は、電気の供給が安定していない途上国で木炭を燃料にして使う型の滅菌器である。なお、滅菌器については、手術室で使用されていると考えられる機器数を抽出しており、病院全体の滅菌器数を示したものではない。

この分析では、良い状態で使用されている医療機器である分類Aを、使用している医療機器であるA+C+Dの総数で割る式(2)を用いた。この式(2)の分子は、良い状態で

表4 手術関連医療機器の6分類

医療機器名	A	B	C	D	E	F	総数	A/A+C+D(%)
1) 麻酔器(ガス)	7	0	0	0	1	0	8	100
2) 麻酔器(液体)	67	27	43	6	26	5	174	57.8
3) 手術台	43	5	47	48	21	17	181	31.2
4) 滅菌器(電気)	40	26	46	13	58	54	237	40.4
5) 滅菌器(木炭)	15	25	3	1	10	4	58	78.9
6) 歯科用治療台	15	3	20	13	3	16	70	31.3
7) 顕微鏡	98	15	33	12	39	44	241	68.5
8) 超音波画像診断装置	26	1	4	0	3	10	44	86.7
9) X線画像診断装置	28	4	4	3	7	14	60	80.0

出所) 医療機器情報収集結果から筆者作成

使用されている医療機器数を意味し、分母は使用している医療機器総数である。従って、この数値が高いほど、使用されている医療機器の状態は良いと考えられる。

$$\text{式(2)} \quad \frac{\text{分類A}}{\text{分類A} + \text{分類C} + \text{分類D}} \times 100$$

まず麻酔器（ガス）の場合、近年になって設置された機器で設置数も少ないため、使用されている機器は全て良い状態である。その一方、ウガンダで一般的に普及している麻酔器（液体）の場合、医療現場で実際に使用されている麻酔器の約58%だけが良い状態で使用されていることになる。この麻酔器（液体）は、ハロタン液を気化して使用できる利便性のため、麻酔器専用の笑気ガスポンベの入手が困難な途上国において一般的に使用されている。しかしながら、この麻酔器（液体）については、バルブの保守管理不良に起因する肺内気圧の上昇により、患者の肺胞を破裂させ、結果として皮下気腫を起こす危険性が指摘されており[Nkanga 1995]、状態が悪い麻酔器を使用する手術は、より危険を増すと考えられる。

次に使用されている手術台のうち、良い状態で使用されているのは約31%となった。手術台の場合、Dに分類される古い手術台の割合が多いのが特徴的で、データからは1960年代に設置された手術台を使用している病院もある。

続いて、滅菌器（電気）の場合、修理は可能であるが何らかの理由で修理されないまま

放置されているE分類の滅菌器が多いことが特徴的である。使用されている機器のうち、良い状態で使用されているのは約40%であった。また、滅菌器（木炭）は、電気が安定して利用できない途上国での使用を目的に作られている滅菌器であるが、B分類の機器が多く、外部燃料が必要で手間もかかるため、医療現場では実際には使用されていないのではないかと推測できる。

次に歯科用治療台は、使用されている治療台のうち、良い状態のものは約31%に過ぎず、修理が必要な状態でも歯科治療が行なわれている現状を示している。

顕微鏡については、良い状態で使用されているものが約69%と高いが、修理可能でも放置されている分類Eが多いことがわかる。超音波画像診断装置と、X線画像診断装置は、ほぼ同様な傾向を示しており、良い状態で使用されている装置が共に80%を超えている。この背景には、ウガンダにも画像診断装置分野の民間代理店があり、保守管理が行われていることが考えられる。しかし、Fの状態の装置も多く、ウガンダ人技術者の修理技術は限られており、故障すると修理不可能と判断されているのかもしれない。

5. まとめと考察

まず事業評価年次報告書の保健医療データの分析結果では、郡病院に入院してX線検査を受け、その後に何らかの手術を受けた場合、死亡に至る例も多いと推測できる。もちろん、入院して手術を受ける患者は、重篤な患者で

あることが容易に考えられるため、この相関係数の結果は妥当なものであると考えることもできる。しかし、小と大手術数と帝王切開の合計数と、死亡者数との間にはかなりの正の相関(0.645)があり、医師を含めた医療従事者の手術の手技や技量、あるいは手術関連医療機器の状態や取り扱いも含めた手術自体に、何らかの問題があることが示唆される。一方、手術の結果に直接影響を与える医療機器の、麻酔器、手術台、滅菌器に関する分析では、良い状態で使用されているのは約30から60%であり、機能的にも衛生的にも劣悪な環境であると推測された。この結果から、表(2)に示した手術数と死亡者数との相関について、医療機器の維持管理状態もこの結果に影響を与えていることが考えられる。このように、根拠に基づくデータを分析することで、維持管理を優先すべき医療機器を明らかにできると考える。

次に、式(1)の結果について、政府系とNGOが運営する郡病院の順位を比較すると、NGOが運営する病院の方が、医療機器の状態が良い割合が高いことが明らかとなった。この結果から、ウガンダ政府は、NGOが行う医療機器運営の良い部分を取り入れることを検討すべきである。また、この式(1)の順位と分担金の収集割合に注目すると、病院の医療機器維持管理状態の評価が高いW/Sは、分担金が多い傾向がある。しかし、比較的負担金収入割合の高いMbale W/Sの場合、担当する病院の医療機器の維持管理状態の評価は低い。反対にGulu W/Sの場合、分担

金収入割合は低い維持管理状態は比較的高い。このように、医療機器の維持管理状態と分担金を手がかりとして比較することにより、各ワークショップの医療機器維持管理状態と必要な維持管理費用を分析できることが示唆された。

さらに、表3の分類B(%)に注目すると、職員数との間で相関は見られなかったものの、55病院のうち8病院で医療機器総数の20%以上が有効利用されておらず、原因を調査する必要がある。特に、高額であるX線撮影装置や、理学療法関連機器など、医療従事者が配属されていない病院の場合、この医療機器情報に基づき、病院や郡の保健医療事務所などに対応を促すことも可能となる。

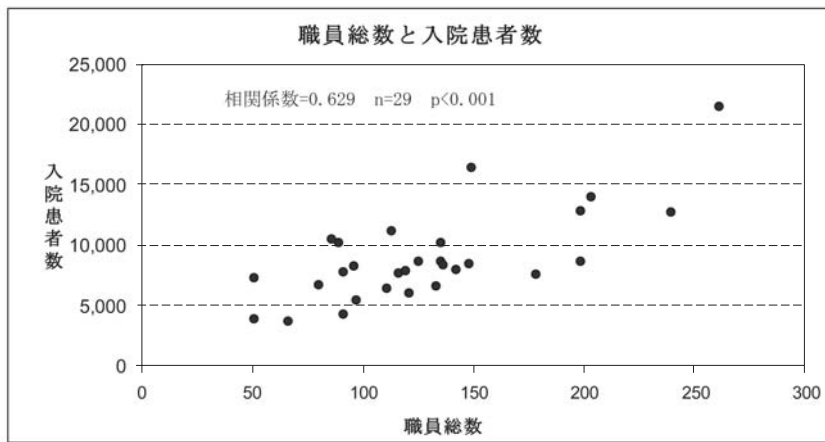
このように、途上国に配置されている医療機器の現状について、医療機器情報を利用することにより、医療機器運営上の問題点を抽出し、効率的な医療機器運営に資する根拠となりうることが示された。

しかし、本研究での調査にはさらに考慮すべき点もある。例えば、優先して医療機器の修理を行わなければならない医療機器が明確になっても、必要な技術内容が明確でなければ、直ちに医療機器の状態を改善して医療の質向上にはつながらない。また医療機器の維持管理を持続的に行うために必要な予算額について、根拠をもって充分には明らかにできていない。このような課題について、さらに研究を深めることで、より途上国で適用可能性の高い効率的医療機器運営に資することができると思う。また、今回の調査で集めた

医療機器情報は、持続的に更新して収集する体制について検討が必要である。

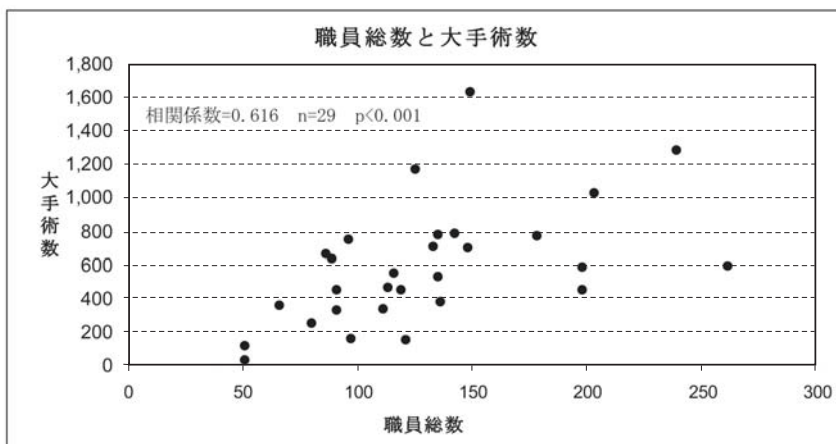
さらに、提供される医療の質向上のためには、医療機器運営だけでなく、医療従事者の配置や技術研修など医療施設全体としての組織運営が必要である。ウガンダの例で、医療従事者数と入院患者数及び大手術についてSpearmanの順位相関係数を求め、図（1）

図（2）に示した。この2つの図から、職員数が多い病院ほど入院患者をより多く受け入れ、大手術数も増えている傾向が示された。医療従事者の適正な配置なくして医療提供はできず、医療機器の整備計画もありえない。安全で信頼性の高い医療を途上国でも提供するため、医療従事者の配置とともに、医療機器運営にも注意が払われるべきである。



出所) [Ministry of Health 2005] 及び[Ministry of Health 2006]から筆者作成

図1 郡病院の職員総数と入院患者数の相関関係図



出所) [Ministry of Health 2005] および[Ministry of Health 2006]から筆者作成

図2 郡病院の職員総数と大手術数の相関関係図

謝辞

今回の調査を行うに際し、このような機会を与えていただいたJICA人間開発部の関係者の皆様に感謝すると共に、データの取りまとめに際し、ウガンダ保健省インフラ課の職員の皆様に深謝致します。

注

- i 本論文で述べる医療機器運営とは、医療機器のライフサイクルである4過程「計画」「導入」「使用」「廃棄」の全てを含めたもの、と定義する。
- ii 本論文で述べる医療機器の維持管理とは、医療機器運営の2過程である「導入」と「使用」、と定義する。医療機器の「導入」過程には、機器の受け入れ試験や使用者の取り扱いに必要な教育も含まれる。
- iii 本論文で述べる医療機器の保守管理とは、医療機器運営の1過程である医療機器を「使用」する際、必要な保守点検と修理、と定義する。
- iv このWHOのEIP事務局は、医療機器などの政策を担当し、後述するWHOのEHT部が必須医療技術(Essential Health Technology)など技術部門を担当している。
- v このEHT部は、WHOの血液の安全と医療技術部(Department of Blood Safety and Clinical Technology)が、2004年に組織改変されてきた部署で、医療技術に関し、より広範囲の課題に取り組むことを目的としており、WHOが当分野を重要視していることがわかる。
- vi ウガンダ保健省の場合、医療機器をはじめ、医療施設の建物とその設備、職員宿舎とその設備、通信設備、救急車などを含めた全ての保健医療インフラに関し、整備計画から維持管理を包括的に担当しているのはインフラ課(Health infrastructure division)である。インフラ課は、ウガンダ全土を8ヶ所の地域に分け、医療

機器の維持管理を行なう施設であるW/S(ワークショップ)を配置し、その業務を管轄している。ウガンダの政府系医療施設の医療機器維持管理を、8ヶ所のW/Sで行なうとした基本計画の策定は、ウガンダ保健省とデンマーク国際開発庁(Danish International Development Agency)の共同作業で1993年ごろから始まり、各W/Sは1994年~2000年にかけて設立された。首都カンパラにCentral W/Sを配し、他にArua、Fort Portal、Gulu、Hoima、Kabale、Mbale、Sorotiの7市の合計8ヶ所ある。

- vii ウガンダの場合、医療機器維持管理のための保健省予算は、全国8ヶ所のW/Sに直接支出される体制ではない。郡病院と保健所には、郡の保健事務所を通じて予算が配分され、地域中核病院には直接配分される。保健省から各医療施設に配分された予算の中には、医療機器維持管理のための予算も含まれており、その地域を担当するW/Sに対して決められた額の予算を支出することが期待されている。しかし、実際にW/Sに支出される金額は、各医療施設の裁量に任されており、医療機器の維持管理に必要な予算が集まらない場合が多い。この予算のことを分担金(Contribution)と呼んでいる。この分担金の額は、各医療施設に配置される医療機器の種類と数に応じ、W/S技術者の技術料金、使用者のための研修費、出張旅費、修理用部品代金、車両燃料費、などの使用目的として一定の金額が決められている。
- viii ウガンダ保健省の定義である小手術とは、抜歯術、ヘルニア縫合術、創傷清拭、創傷部・植皮部の治療、切開術・排膿術、形成術、眼科の手術、耳鼻咽喉科の手術、その他軽微な手術、などをいう。また大手術の定義は、帝王切開を含め、開腹術、気管開口形成術、開胸術、その他、より複雑な手術のことである。
- ix この相関係数を求めた病院数は、医療機器情報収集した55ヶ所の病院のうち、事業評価年次報告書とデータが重なっている病院31ヶ所につ

いて行った分析である。

引用文献

Arua Regional Referral Hospital, "Contribution towards the maintenance of medical equipment", *Inter-Office Memo*, Arua Regional Hospital, 30 November 2006, pp. 1-2

Bloom, Genald and Caroline Temple-Bird, "Medical Equipment Management", in Lankinen S. Kari, et al., ed., *Health and Disease in developing Countries*, The Macmillan Press Limited, 1994, pp. 513-522

Cheng, Michael, "An International Strategy in Medical Equipment Maintenance", *J. of Clinical Engineering*, Vol.20, No.1 (January/February 1995), pp. 66-69

Fuchs, A. Walter, "Radiology in Developing Countries", *Invest Radiology*, vol. 26, No.10 (1991), pp. 906-909

Infrastructure Division, "Medical Equipment Maintenance in Uganda", *Inter-Office Memo*, Infrastructure Division, Ministry of Health, (05 June 2006), pp. 1-9

Ministry of Health, *Health Sector Strategic Plan 2000/01-2004/05*, Ministry of Health, Republic of Uganda, 2000, p.9

_____, *Annual Health Sector Performance Report Financial Year 2004/2005*, Ministry of Health, Republic of Uganda, October 2005, pp. 134-137

_____, *Annual Health Sector Performance Report Financial Year 2005/2006*, Ministry of Health, Republic of Uganda, October 2006, pp. 142-146

Nkanga, Shadrack, et al., "A Hazard of an Anesthesia Delivery System in a Developing Country: Intraoperative Subcutaneous Emphysema, Pneumomediastinum, and Cardiac Arrest", *Aneath Analog*, Vol.80

(1994), pp. 424-426

WHO, *Guidelines for Health Care Equipment Donations*, WHO, WHO/ARA/97. 3, March 2000, pp. 1-22

WHO, *Medical Devices and Equipment*, Department of Essential Health Technology WHO Advocacy folder, 2003, [http://www.who.int/eht/en/] Accessed September 2005

World Bank, *Investing in Health: World Development Report 1993*, Oxford University Press, 1993, pp. 137-138, pp. 210-211

国際開発ジャーナル「供与された医療機材をより効果的に機能させるために」, 国際開発ジャーナル、第577号（2004年12月）、34～37ページ。

国連開発計画『人間開発報告書2005: 岐路に立つ国際協力』, 国際協力出版会, 2005年, 282～300ページ。

高木保興, 1998. 「マクロ的視点からみた援助事業の再評価」, 今岡日出紀編『援助の評価と効果的实施』アジア経済研究所, 1998年5月, 37～72ページ。

A Study on the Efficient Management of Medical Equipment : Based on the Research in Uganda

DATE Takuji*
UCHIDA Yasuo**
NAKAZONO Naoki***

Abstract

In many developing countries, medical equipment in public health facilities is often procured through a country's government budget as well as supplied by aid organizations. Health ministries and aid organizations are now more actively involved in the management of medical equipment, which decisively influences the quality of health care. On this issue, there are already several statements made by aid organizations, saying that most medical equipment is not appropriately utilized because of serious problems such as budgetary constraints, insufficient maintenance and management systems, lack of technical knowledge or skills among health workers. Nevertheless, there has been little evidence-based research published on these problems. The aim of this study is to clarify the conditions surrounding medical equipment in evidenced-based approaches in Uganda, and examine a possible method for efficient management of medical equipment there.

Data relating to medical equipment in 55 public hospitals in Uganda was collected and the equipment was categorized. Analysis of medical equipment in this study identified that there is some correlation between the condition of the equipment and the budget allocation to maintenance workshops. As for the condition of medical equipment in use for surgical operations, such as anesthesia apparatus, surgical beds and sterilizers, 30-60% is not properly maintained. Analysis correlating numbers of deaths and surgical operations using equipment

* Graduate Student, Graduate School of International Cooperation Studies, Kobe University.

** Professor, Graduate School of International Cooperation Studies, Kobe University.

*** Professor, Graduate School of International Cooperation Studies, Kobe University.

in suboptimal condition showed a high number of fatalities in major operations. Thus, analysis of the condition of medical equipment indicates that well-prioritized budget allocation is conducive to better maintenance of medical equipment in low-income developing countries.