

# 高額医療機器における購入価格評価の簡便的手法

中原 誠

キーワード：高額医療機器、購入価格、損益分岐点件数、直接原価計算、減価償却費

## 1. はじめに

疾患に対する早期発見や治療など、臨床において高度な医療を施すための関連機器は、もはや欠かすことができない。しかし、医療機器は専門的であるがゆえに高価である。日本は、1961年に国民皆保険体制が発足して全国民に医療を受ける権利が与えられ、高度経済成長期の波に乗って医療も整備されてきた。現代の日本では世界的に見ても、病院におけるCTやMRIと言ったいわゆる高額医療機器の保有率が高い<sup>1</sup>。しかし、時代はバブル最盛期の経済事情とは異なり、地域包括ケアシステム<sup>2</sup>の導入など医療界においても仕分けや合理化が加速する最中であり、高額医療機器の購入に関しても採算性を度外視すれば病院経営の継続性に影響を及ぼし兼ねない。

一方、現場で医療機器を用いる医師や医療技術者は、より高スペックで操作性に優れた最新機器を欲してその必要性を訴えるが、収支等の採算性については関心が薄い。時には病院のブランディングに高額医療機器の導入が図られる場合も見受けられる<sup>3</sup>。また、経理等を担当する事務方や、現場を離れてマネジメントを主な業務とする管理者は、機器の特性や臨床における有用性、付帯機能の詳細な取舍選択の判断が難しい。仮に施設の特性に合致しない機器が一方的に設置されれば現場に混乱を来し、使用者のモチベーションにも影響を与え兼ねない。これらの相違を解決するためにもリーダーは、現場で操作する医師や医療技術者自身が現状を踏まえて購入価格の妥当性と採算性について考察できる情報やノウハウを与え、業務効率のあり方について自らを

<sup>1</sup> 引用ホームページ[1](2011 (or nearest year)データ)によると、日本は、人口100万人あたりCT装置が101.3台、MRI装置が46.9台で他国と大差をつけている。

<sup>2</sup> 引用ホームページ[6]

<sup>3</sup> 参考文献[6]において、手術支援ロボット(da Vinci Surgical System)の導入は「技術力があり、最先端の治療ができる」という評判につながる、「病院の“格”を上げることができる」などの意図が含まれている。

振り返らせる機会を与えるべきである。

ここで、一般的に高額医療機器を購入した際の稼働目標設定に用いられるのが損益分岐点売上高の計算式(1式)である。

$$\text{BEP} = \frac{F}{1 - v} \quad \dots \quad (1)$$

BEP：損益分岐点売上高、F：固定費、v：変動費率

医療機器の購入において固定費は、減価償却費や保守契約料、借入金の金利などが含まれるが、(1)式ではその都度、残存価格や耐用年数を考慮した購入価格について損益分岐点を探る必要がある。また、損益分岐点が求められれば1件あたりの単価で割ることで単位期間あたりの目標稼働件数が算出できるが<sup>4</sup>、現場のスタッフが購入価格の妥当性を把握する上で少々分かりづらい。施設が採算性に見合った最適な機器を導入する為には、実際に医療機器を操作するスタッフがより簡便に収支の仕組みを理解して自ら購入価格の妥当性を探り、機器スペックおよび付帯機能の取捨選択や運用の戦術を考察できる手法で臨むべきである。

本稿の目的は、高額医療機器における購入価格評価のための簡便的手法(直接原価計算)について検討することである。

## 2. 方法

### 2-1. 概算式の検討

収支関係の主な要素には、購入価格(初期投資額)や借入金の金利、減価償却費、保守契約料、収益単価、件数、材料費、労務費、経費などが考えられ、収支関係は(2)式の通り表される。

$$R = S - F - V \quad \dots \quad (2)$$

R：利益、S：収益(売上高)、F：固定費、V：変動費

ここで、固定費Fを借入金の金利(定額法換算で割賦)や減価償却費、保守契約料な

ど、購入価格に一定の比率を乗じる固定費用分とその他の固定費用(主に労務費)分に分解する((3)式)。

$$R = S - P \cdot f - C - V \quad \dots \quad (3)$$

R : 利益、S : 収益(売上高)、P : 購入価格、f : 購入価格に乘じる比率、

C : その他の固定費、V : 変動費

そして(4)式は、所与の収益および費用の下で利益が 0 となる医療機器の購入価格 P\*を表す。

$$P^* = \frac{S - C - V}{f} \quad \dots \quad (4)$$

P\* : 購入(可能)価格、S : 収益(売上高)、C : その他の固定費、

V : 変動費、f : 購入価格に乘じる比率

他方、(5)式は実際の購入価格 P の下で利益が 0 となる売上高(損益分岐点売上高)を表しており、これを 1 件あたりの単価で割れば損益分岐点件数が求められる。

$$S^* = \frac{F}{1 - v} = \frac{P \cdot f + C}{1 - v} \quad \dots \quad (5)$$

S\* : 損益分岐点売上高、F : 固定費、v : 変動費、P : 実際の購入価格、

f : 購入価格に乘じる比率、C : その他の固定費

## 2-2. 概算式を用いた購入価格評価のシミュレーション

次頁表 1 に示す兵庫県立病院 11 施設における実績に基づき、(4)式および(5)式を用いた採算性シミュレーションを小節に示すモダリティについて行った<sup>5</sup>。費用は、減価償却費や保守契約料、電気代、労務費を共通項目の固定費として取り扱った。労務費(退職金無し)は地方公営企業年鑑(平成 25 年度)より引用した<sup>6</sup>。なお、借入金の金利は考

<sup>4</sup> 参考文献[10]

<sup>5</sup> モダリティとは感覚・五感の意味もあり、それらの感覚を用いて外界を知覚する手段のこと。医療では主に CT や MRI、超音波、内視鏡など間接的に体内を観察する機能を有する医療機器の総称(通称)として用いられる。

<sup>6</sup> 引用ホームページ[7]

慮から除外し<sup>7</sup>。電気代は 20 円/kWh とした<sup>8</sup>。

表 1：対象病院の内訳<sup>9</sup>

病院	区分	診療実績の上位（平成25年）	病床数
A	総合	循環器、消化器、呼吸器	492
B	総合	消化器、呼吸器、女性生殖器	400
C	総合	消化器、女性生殖器、腎・尿路	400
D	総合	消化器、腎・尿路、外傷	345
E	総合	消化器、循環器、外傷	377
F	専門	精神	495
G	総合	消化器、呼吸器、循環器	303
H	専門	新生児、眼科、女性生殖器	290
I	専門	消化器、呼吸器、女性生殖器	400
J	専門	循環器、神経	350
K	専門	腎・尿路、消化器、耳鼻咽喉科	50

## 2-2-1. CT 装置の購入価格評価

診療報酬は全て単純検査で算定し、コンピューター断層診断加算の 450 点および画像電子管理加算の 120 点、画像診断管理加算 2 の 180 点を付加した。減価償却費は 15%（残存価格を取得額の 10%、法定耐用年数<sup>10</sup>を 6 年）とし、保守契約料は 10%とした。1 日の稼働時間は 7.5 時間、年間稼働日数は 260 日とした。材料費などの変動費は考慮から除外した<sup>11</sup>。

各施設の購入可能額（(4)式を用いた件数に基づく機器購入の予算限度額）は、平成 25 年度分の単年度件数（対象の平均 7,185 件、中央値 6,526 件、2,298～15,976 件）を採用して算出した<sup>12</sup>。独自調査で機器名が明確であった 3 施設は、該当するコンピューター断層撮影加算と有効電力（但し、力率は全施設 1 で算定（以下、同様）<sup>13</sup>）を代入した<sup>14</sup>。その他の施設は、今後の高スペック化を見据えてコンピューター断層撮影加算を 64 列以上の 1,000 点とし、有効電力を 125kW（上位機種）として算出した<sup>15</sup>。労

<sup>7</sup> 独立行政法人福祉医療機構の医療貸付（機械購入資金）によると、通常が 5 年以内で 1.10%、先進医療に使用する機械（病院に限る）が 5 年超 10 年以内で 0.90%（平成 27 年 8 月 12 日改定）であった。

<sup>8</sup> 関西電力の高圧（契約電力 500kW 以上および 500kW 未満）の料金単価（平成 27 年 6 月 1 日から）の程度より判断した。

<sup>9</sup> 引用ホームページ[13]および [18]より、平成 25 年の診療実績の上位と病床数を引用した。

<sup>10</sup> 医療機器の法定耐用年数は、手術機器が 5 年、レントゲンその他の電子装置を使用する機器（その他のもの）が 6 年である。但し、移動式のもの、救急医療用のもの、自動血液分析器は 4 年である。

<sup>11</sup> 一般的な CT や MRI の単純検査において、特記すべき材料費は発生しない。前処置薬剤なども薬価差益によって費用が相殺されると判断した。

<sup>12</sup> 研修用の内部機関誌「兵庫県立病院放射線技師会誌 2014」vol. 36-1 の巻末付録に平成 25（2013）年度 兵庫県立病院放射線等使用件数が掲載されている。

<sup>13</sup> 各機器の有効電力（消費する電力）は、皮相電力（供給側の電源電力）×力率で求められ、力率が 1 に近いほど両者の電力が近似するため、電気代の換算が容易である。

<sup>14</sup> 独自調査は、引用ホームページ[3]で装置名を検索した。

<sup>15</sup> 添付文書番号：219ACBZX00029000\_A\_08\_01（東芝スキャナ Aquilion ONE TSX-301A）を参考にした（引用ホームページ[2]より検索）。

務費は各施設における医療技術員の平均給与2名分で計算した。なお、機器を複数所有する施設は、1台当たりの平均値を求めた。

実際の購入価格は、機器名が明確であった3施設についてのみ調査した<sup>16</sup>。

件数に伴う購入可能額の平均値は、コンピューター断層撮影加算を64列以上の1,000点とし、有効電力を125kW(上位機種)として算出した。労務費は兵庫県立病院全体における医療技術員の平均給与2名分で計算した。

## 2-2-2. MRI 装置の購入価格評価

CT装置と同様、診療報酬は単純検査で算定し、コンピューター断層診断加算の450点および画像電子管理加算の120点、画像診断管理加算2の180点を付加した。減価償却費は15%(残存価格を取得額の10%、法定耐用年数を6年)とし、保守契約料は10%とした。1日の稼働時間は7.5時間、年間稼働日数は260日とした。材料費などの変動費は考慮から除外した。

各施設の購入可能額は、平成25年度分の単年度件数(対象の平均2,987件、中央値2,860件、1,057~4,481件)を採用して算出した。独自調査で機器名が明確であった3施設は、該当する磁気共鳴コンピューター断層撮影加算と有効電力を代入した。その他の施設は今後の高スペック化を見据えて、磁気共鳴コンピューター断層撮影加算を3テスラ以上の1,600点とし、有効電力を60kWとして算出した<sup>17</sup>。労務費は各施設における医療技術員の平均給与2名分で計算した。なお、機器を複数所有する施設は、1台当たりの平均値を求めた。

実際の購入価格は、機器名が明確であった3施設についてのみ調査した。

件数に伴う購入可能額の平均値は、磁気共鳴コンピューター断層撮影加算を3テスラ以上の1,600点とし、有効電力を60kWとして算出した。労務費は兵庫県立病院全体における医療技術員の平均給与2名分で計算した。

---

<sup>16</sup> 引用ホームページ[14]より平成19年1月以降に導入された高額医療機器の購入価格が確認できた。

<sup>17</sup> 添付文書番号:221ACBZX00102000\_A\_01\_01(全身用MR装置 Achieva 3.0T(シングルグラディエント))を参考にした(引用ホームページ[2]より検索)。

### 2-2-3. 対外式衝撃波結石破碎装置の購入価格評価

#### ① 定数配置によるシミュレーション

診療報酬は、体外衝撃波腎・尿管結石破碎術(一連につき、以下、ESWL<sup>18</sup>)の19,300点を付加した。減価償却費は18%(残存価格を取得額の10%、法定耐用年数を5年)とし、保守契約料は10%とした。1日の稼働時間は7.5時間、年間稼働日数は260日とした。有効電力は、代表的な装置の添付文書を参考に65kWとした<sup>19</sup>。

各施設の購入可能額は、平成25年度分の単年度件数または該当施設のホームページ(平成24年度分)<sup>20</sup>に示された件数(対象の平均127件、中央値136件、47~188件)を採用して算出した。労務費は各施設における医師および看護師、医療技術員それぞれの平均給与1名分を合計した。

実際の購入価格は、兵庫県公報<sup>16</sup>より認めた4施設のみ調査した。

件数に伴う購入可能額の平均値は、労務費を兵庫県立病院全体における医師および看護師、医療技術員それぞれの平均給与1名分を合計した値で計算した。

#### ② 定数配置0人によるシミュレーション

人員の定数配置を0人、所要時間を1件あたり2時間と仮定し、①と同様にそれぞれの値を計算した。

なお、材料費などの変動費は、①、②とも使用薬剤の薬価差益などにより相殺すると考え除外した。

### 2-2-4. 手術支援ロボット (da Vinci Surgical System)の購入価格評価

人員の定数配置を0人と仮定し、1件あたり3時間および7時間のロボット支援腹腔鏡下前立腺全摘出術(以下、RALP<sup>21</sup>)についてシミュレーションを行った。診療報酬は、前立腺悪性腫瘍手術の41,080点と内視鏡手術用支援機器加算の54,200点の合計である95,280点を付加した。減価償却費は18%(残存価格を取得額の10%、法定耐用年数を5年)とし、保守契約料は3%とした<sup>22</sup>。有効電力は3.5kWとした<sup>23</sup>。材料費は1

<sup>18</sup> Extracorporeal shock wave lithotripsyの略語で体外衝撃波結石破碎術のこと。

<sup>19</sup> 添付文書番号:21700BZY00275000\_A\_01\_01(ドルニエリソトリプターSII)を参考にした(引用ホームページ[2]より検索)。

<sup>20</sup> 引用ホームページ[15]および[16]に掲載された平成24年度分の件数を引用した。

<sup>21</sup> Robot-assisted laparoscopic(radical)prostatectomyの略語でロボット支援腹腔鏡下前立腺全摘除術のこと。RARPとも略される。

<sup>22</sup> 引用ホームページ[4]、[8]の保守契約料と今回の購入価格との比率より判断した。

<sup>23</sup> 添付文書番号:22400BZX00387000\_A\_01\_04(daVinciSi サージカルシステム)を参考にした(引用ホームページ[2]より)

件あたり 350 千円とした<sup>24</sup>。

件数に伴う購入可能額の平均値は、労務費を兵庫県立病院全体における職種別平均給与の医師 3 名、看護師 2 名、医療技術員 1 名の時間給与を求めて計算した。

## 2-2-5. 比較方法

方法 2-2-1、2、3 における比較は、横軸を 1 年間における 1 台あたりの件数、縦軸を価格としたグラフ上に、各施設における購入可能額と実際の購入価格をプロットした。件数に伴う購入可能額の平均値は、直線グラフで表した。また、購入可能額と実際の購入価格の差および単年度における損益分岐点件数の差をグラフ上に数値で記した。

方法 2-2-4 については、件数に伴う購入可能額の平均値を直線グラフで表し、実際の購入価格を傾き 0 の直線(点線および破線)で表した。

## 3. 結果

### 3-1. 概算式に基づく購入可能額の推定

(4)式より、利益が 0 となる医療機器の購入(可能)価格  $P^*$  は、単年度における収益  $S$  とその他の固定費  $C$  および変動費  $V$  の差に対する購入価格に乗ずる比率  $f$  の逆数倍である関係式が得られた。

### 3-2. CT 装置における購入価格評価のシミュレーション

CT の実施件数に基づく購入可能額は、-479 千円～1,045,430 千円(平均 431,985 千円、中央値 383,365 千円)であった。実際の購入価格は、施設 D が 94,238 千円、施設 I が 99,750 千円、施設 J が 234,150 千円であるのに対し、購入可能額と実際の購入価格の差は、施設 D が +857,451 千円、施設 I が +542,066 千円、施設 J が +147,906 千円であり、D、I、J の施設は、いずれも実際の購入価格が購入可能額を下回った。単年度における損益分岐点件数の差は、施設 D が +13,524 件、施設 I が +8,550 件、施設 J が +2,113 件であった(次頁図 1 参照)。

---

検索)。

<sup>24</sup> 施設や手法の違いによる差が想定されるが参考文献[6]の材料費(消耗品)が平均的と考え、採用した。

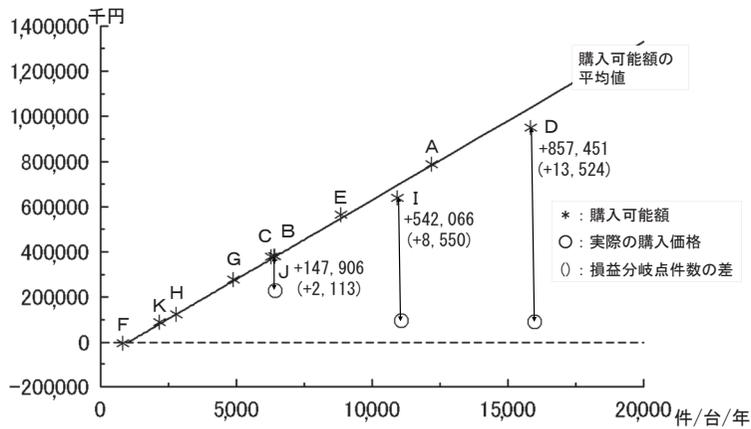


図 1： CT の年間件数と購入価格のシミュレーション

### 3-3. MRI 装置における購入価格評価のシミュレーション

MRI の実施件数に基づく購入可能額は、40,411 千円～358,464 千円(平均 219,470 千円、中央値 212,491 千円)であった。実際の購入価格は、施設 A が 225,645 千円、施設 I が 118,650 千円、施設 J が 238,350 千円であるのに対し、購入可能額と実際の購入価格の差は、施設 A が +29,836 千円、施設 I が +67,112 千円、施設 J が +8,871 千円であり、A、I、J の施設は、いずれも実際の購入価格が購入可能額を下回った。単年度における損益分岐点件数の差は、施設 A が +337 件、施設 I が +807 件、施設 J が +100 件であった(図 2 参照)。

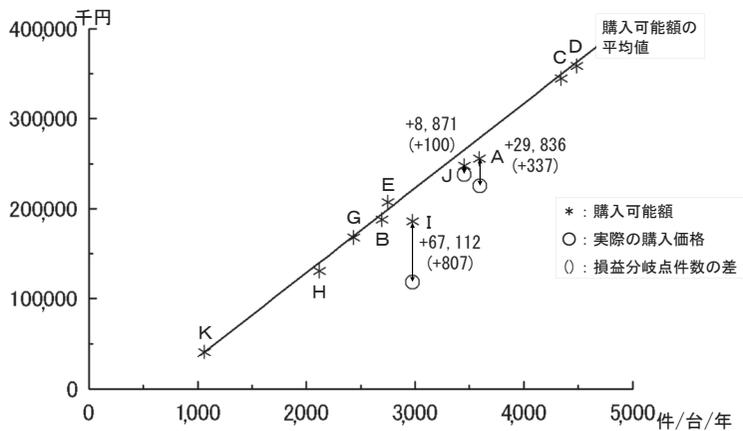


図 2： MRI の年間件数と購入価格のシミュレーション

### 3-4. 対外式衝撃波結石破碎装置における購入価格評価のシミュレーション

#### ① 定数配置におけるシミュレーション

人員を定数配置した場合における対外式衝撃波結石破碎装置の購入可能額は、  
 -80,935千円～25,580千円(平均-21,966千円、中央値-16,255千円)であった。実  
 際の購入価格は、施設Aが51,765千円、施設Cが47,019千円、施設Dが46,515千円、  
 施設Eが54,968千円であるのに対し、購入可能額と実際の購入価格の差は、施設Aが  
 -93,211千円、施設Cが-21,439千円、施設Dが-37,579千円、施設Eが-135,902  
 千円であり、A、C、D、Eの施設は、いずれも実際の購入価格が購入可能額を上回  
 った。単年度における損益分岐点件数の差は、施設Aが-135件、施設Cが-31件、  
 施設Dが-55件、施設Eが-197件であった(図3参照)。

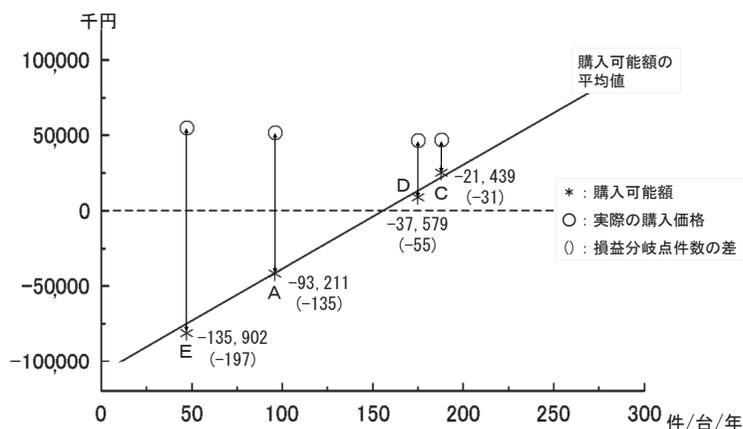


図3： ESWLの年間件数と装置購入価格のシミュレーション

#### ② 定数配置0人におけるシミュレーション

人員の定数配置を0人、所要時間を1件あたり2時間と仮定した場合における対外  
 式衝撃波結石破碎装置の購入可能額は、32,173千円～129,382千円(平均86,980千円、  
 中央値93,183千円)であった。購入可能額と実際の購入価格の差は、施設Aが+14,195  
 千円、施設Cが+82,363千円、施設Dが+73,890千円、施設Eが-22,794千円であ  
 り、Eを除くA、C、Dの施設は、実際の購入価格が購入可能額を下回った。単年度  
 における損益分岐点件数の差は、施設Aが+21件、施設Cが+119件、施設Dが+107  
 件、施設Eが-33件であった(次頁図4参照)。

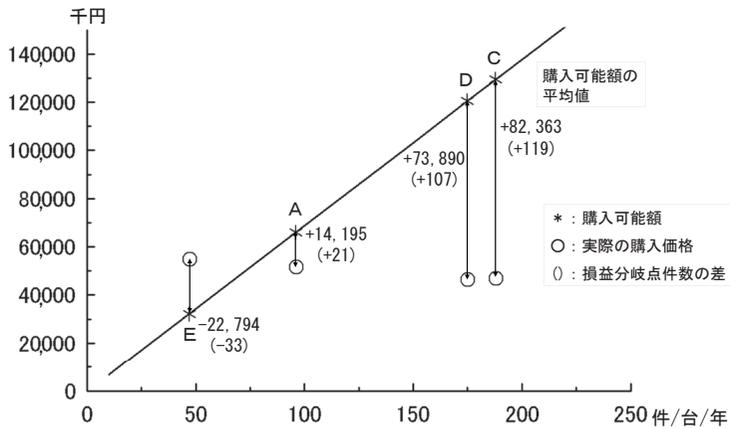


図 4： ESWL の年間件数と装置購入価格のシミュレーション  
(定数配置 0 人、1 件あたり 2 時間の労務費の場合)

### 3-5. 手術支援ロボットにおける購入価格評価のシミュレーション

RALP<sup>21</sup> の年間件数と購入可能額の関係は、3 時間および 7 時間の所要時間で両者の直線グラフが合致し、大差を認めなかった(図 5 参照)。

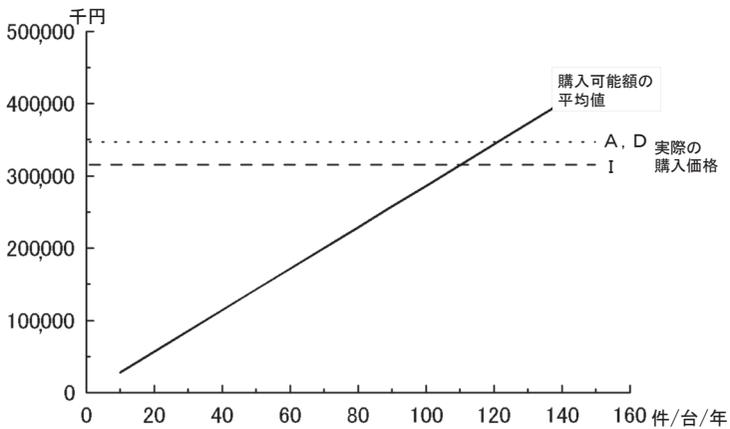


図 5： RALP の年間件数と装置購入価格のシミュレーション  
(定数配置 0 人、1 件あたり 3 時間および 7 時間の労務費の場合)

## 4. 考察

### 4-1. 概算式について

今回の概算式((4)式)は、単年度において購入価格に一定の比率を乗じる固定費用分  $P \cdot f$  以外の収支をその比率  $f$  で割ることで購入可能額が算出できる関係式である。すなわち購入可能額は、費用  $P \cdot f$  以外の収支に対する  $f$  の逆数倍である。今回のシミュレーションでCT装置およびMRI装置の  $f$  は、減価償却費を15%(残存価格が取得額の10%、法定耐用年数が6年)とし、保守契約料を10%とした合計25%(0.25)であり、費用  $P \cdot f$  以外の収支の4倍程度が購入可能額であると概算的に算出できる。さらに借入金の金利を購入価格の2%と考慮して加えれば、 $f$  は0.27であり、費用  $P \cdot f$  以外の収支の約3.7倍が購入可能額と推定できる。言わば、購入可能額  $P^*$  は、日常の機器使用によって発生する収支の  $f$  分の1倍で概算される。さらに、購入価格から採算的に必要な年間件数を求める場合は、(4)式を変形して収益  $S$  を計算し、1件あたりの単価で割れば把握が可能である。

高額医療機器の購入に際し、(4)式は自施設における現状の“身の丈”を理解し、目標価格に到達するための必要件数を把握する概算手法として簡便的と考えられる。

### 4-2. CT装置の採算性

CT装置の購入可能額は、施設Fのみが、既知の価格が最低額であった施設Dの購入価格を明らかに下回った。実施件数が最も少なかった施設Fは精神を主な診療とするため、転倒などの外的因子や脳に何らかの異常を疑った内的因子でオーダーされる場合が想定され、外科系や内科系疾患による検査オーダーが少ない可能性が示唆される。2番目に実施件数が少なかった施設Hは新生児を主な診療とするため、医療被ばくを極力なくそうとする施設の風潮が考えられる。また、3番目に実施件数が少なかった施設Kは放射線治療を専門としており病床数も少なく、総合病院に比べて低回転率と考えられる<sup>25</sup>。この件数が少なかったF、H、Kの3施設は、いずれも専門病院であるために特異性が窺われ、使用者による購入可能額の認知と必要スペックの厳格な取捨選択、リーダーのメーカー側とのより綿密な交渉、最適な人員定数(労務費)の模索が無ければ採算が難しい。

施設Dは、購入価格が購入可能額を最も大きく下回り、年間件数の半分を入院患者

---

<sup>25</sup> 引用ホームページ[19]によれば、2012年度の粒子線治療患者数は、674件(陽子線治療429件、炭素線治療245件)であった。

(DPC のマルメ)と仮定しても価格の差が+351,012 千円である。また、装置の 24 時間稼働を想定しても価格の差が+333,852 千円であり、さらに画像診断管理加算 2 を除外(加算 1 も無しに)しても+276,338 千円が見込まれる。このような施設においては、患者の待ち時間の短縮によるサービス向上を目指した CT 装置の増設や、3D ワークステーションの拡充による読影補助の充実など、次なる選択肢が広がる。同様に想定した施設 I (半分が入院患者、24 時間稼働、画像診断管理加算 2 を除外)は、+134,153 千円が見込まれる。施設 J においては同様の想定で価格の差が-138,244 千円である。これは、施設 D および I に比べて施設 J の購入価格が 2 倍以上であるにも関わらず年間件数が少ないためである。施設 J は循環器が主な診療であり、冠動脈 CT 撮影加算を得るために画像診断管理加算 2 が算定できる施設基準であれば価格の差は-115,173 千円である。但し、施設 J が施設 D と同様の購入価格であれば+24,739 千円である。その他、冠動脈 CT 撮影加算(600 点)と造影加算(500 点)の該当件数がどの程度含まれているかによって採算性が変わってくる。いずれにせよ施設 J は、稼働時間の短縮(節電)と外来件数の増加、最適な人員定数(労務費)の確認、冠動脈 CT 撮影の一連に掛かるスループットの向上などが採算性を左右する重要事項であり、より詳細な調査が必要と考えられる。

埼玉県内における稼働実態(2012 年)調査によると、1 日あたりの CT 件数は、予約検査が 16~20 件の施設が多く、予約外検査が 10 件ほどであったと報告されている<sup>26</sup>。予約と予約外を合わせると 26~30 件であり、今回対象とした 11 施設の兵庫県立病院は、8 施設が同等かそれ以上であった。CT においては、1 日あたりの外来件数を 15 件(年間 3,500 件)以上行い、購入価格を 100,000 千円以内とすれば採算可能な関係であった。CT のスペックや機能は、地域の病院機能に合わせた“機能的分布”を成すべきとする報告がある<sup>27</sup>。これは不必要に高スペック・多機能を欲する施設に対する警告とも解釈することができる。

#### 4-3. MRI 装置の採算性

MRI 装置も CT 装置と同様、購入価格が大きく二分された。購入価格が 200,000 千円を上回った施設 A および J は、図 2 のグラフ上で僅かにプラスであるが、画像診断管理加算 2 を画像診断管理加算 1 とした場合の施設 A は+14,047 千円、施設 J は-6,300 千円の価格差である。さらに施設 A は、入院件数が全体の 5%以上を占めると価格差

<sup>26</sup> 参考文献[4]

<sup>27</sup> 参考文献[13]

がマイナスに転じる。画像診断管理加算 2 を画像診断管理加算 1 とした場合の施設 I は+54,033 千円の価格差であるが、入院件数が全体の 22%以上を占めると価格差がマイナスに転じる。その他には造影加算(250 点)の該当件数が占める割合で採算性が変わる。これらより、MRI 装置は画像診断管理加算 2 の可否が CT 装置よりも深刻な問題であることが示唆される。また、装置を操作する診療放射線技師や臨床検査技師が読影医と連携し、必要シーケンスの絞込みや時間短縮を模索するなどスループットの向上を図っていかに関転率を上げるかが重要である。今回は、購入価格が 240,000 千円程度であれば 1 台あたり年間 3,300 件程度の外来件数を要し、購入価格が 120,000 千円程度であれば 1 台あたり年間 2,200 件程度の外来件数を必要とする結果であった。

MRI 装置の撮像用コイルや付属品も決して安価ではなく、最低限どれが必要で代用可能なものがあるかなどもについても検討する必要がある。また、超伝導の装置であれば、冷却用の液体ヘリウムを使用頻度に応じて定期的に充填する必要がある、これが保守契約料に含まれていなければ別途費用を要する。MRI 装置は導入されている医療機関が増えたため、現代に至っては話題性による増患があまり期待できない。高額医療機器は自院のみのものでなく、地域全体に利用していただく、「競争」ではなく、「共創」であるべきとの主張がある<sup>28</sup>。採算性が危ぶまれる装置においては、特にその必要性と地域における役割、方向性を明確にした上で購入可否かを判断し、購入が決めればいかにして必要最低限の負担で最大限の効果が得られるかについて組織的に考え、経営継続させて行く必要がある。

#### 4-4. 対外式衝撃波結石破碎装置の採算性

対外式衝撃波結石破碎装置において、人員の定数配置は、いずれの施設も購入価格が購入可能額を上回った。シミュレーション上ではおよそ年間 156 件程度で購入可能額がプラスに転じ、230 件前後で実際の購入価格に至る関係であった。対象施設の実施件数から、施設 A、E は労務費などの費用自体が賄えず、施設 C、D は採算が困難な価格設定であったと考察される。そこで人員の定数配置を 0 人とし、検査の際のみスタッフを動員して施行した場合(1 件あたり 2 時間)について検討した。その際は、施設 E のみが購入可能な件数(約 80 件)に至らず、施設 A、C、D は黒字化した。施設 E は、1 件あたり 1 時間でさらに換算してみたが価格差が-22,629 千円で大差を得られなかった。施設 A は、施設 C、D に比べて価格差の余剰が少ないため、さらに詳細

<sup>28</sup> 参考文献[2]は、近隣の医療機関と競争ではなく、互いに補助し合い、必要であればいつでも紹介し合うことが肝心であり、高額医療機器も自院のみでなく地域全体に利用していただく「共創」という考え方を説いている。

な分析が必要と考えられる。今回の ESWL<sup>18</sup>に限らず、人員の定数配置無しで院内の医師とスタッフを動員して掛け持ちで施行される場合は、それぞれが最低の機会費用<sup>29</sup>となるように留意して施行されるべきである。

ESWL は、2013 年度の DPC 対象病院および準備病院における全国件数が 27,440 件との報告がある<sup>30</sup>。また、同じ対象病院で尿管結石全般の治療を同年度で 10 件以上の施行実績がある 843 施設で単純に割ると、1 施設あたり約 33 件であり、今回のシミュレーションにおいて装置の購入が可能となる約 80 件より少ない。腎・尿路結石に対しては、経尿道的に施行される経尿道的尿路結石除去術(レーザーによるもの 22,270 点、その他のもの 14,800 点)の手技もあり、ESWL は、術者による施行頻度の事前把握および再検討、購入可能額の認知と必要最低人員(労務費)の模索が極めて重要と考えられる。

#### 4-5. 手術支援ロボットの採算性

手術支援ロボットの購入可能額は、RALP<sup>21</sup>において 3 時間と 7 時間の所要時間の違いによる大差をグラフ上では認めなかった。そこで、x を年間件数、y を購入可能額とした両者の直線グラフの傾きと y 切片をそれぞれ連立方程式の代入法で求めたところ、3 時間が  $y = 2,870,476 x - 474,842$ 、7 時間が  $y = 2,870,476 x - 1,107,964$  の直線回帰式が得られ、両切片の差より購入可能額の差は、633 千円程度と推定された。また、実際の購入価格を示した施設 I の破線と両所要時間における回帰直線の交点である年間の必要件数は、110 件であった。施設 A、D の点線と両所要時間における回帰直線の交点である年間の必要件数は、121 件であった。これらより、RALP は所要時間よりも手術支援ロボットの使用に掛かる材料費の影響が多であることが示唆され、今回、施設 A、D と I の購入価格の差 31,500 千円は、年間の必要件数 11 件分にも及ぶことが理解できた。費用について、固定費は保守契約料が購入価格の 3~15%程度、変動費は材料費が 200 千円~700 千円程度(主にセミディスプレイであるロボットの鉗子代)の幅が文献やウェブ検索で見受けられ<sup>31</sup>、購入価格の抑制に加え、ランニングコストの抑制が手術支援ロボットの導入において特に重要と考えられる。自由診療では子

<sup>29</sup> 参考文献[1]によれば、“あるものを手にいれるために諦めなければならないもの”のこと。合理的な行動とは会計上の費用のみでなく、経済学上の費用に基づいたもの(会計上の費用+機会費用)と考えられている。ESWL に動員されることでそれぞれのスタッフが通常業務で得られる予定であった機会(利益)の損失は、最小限に抑えられるべきである。

<sup>30</sup> 引用ホームページ[12]

<sup>31</sup> 参考文献[6]、[8]、[11]、[14]、引用ホームページ[4]、[8]

宮や肺、消化器系のがん摘出術などに用いられ、私費料金が設定されているが<sup>32</sup>、施設A、D、Iにおいても該当する診療科が標榜されており、検討の余地がある。今回のシミュレーションと同様の条件下であれば、年間120件で手術料を1,000千円程度(RALP:95,280点より)に設定するなどの件数に応じた価格設定が必要である。自由診療においても、(4)式の概算式は購入可能額の把握や機器購入に向けた費用コントロールの模索に活用可能と考えられる。

da Vinci Surgical Systemは、2009年11月に薬事承認が得られ、2012年4月より前立腺手術に限って保険診療となり、現在に至っている。日本は2014年9月末時点(概数)で188台導入されているが、保険適用対象が限定的であるために1台当たりの症例数は42件程度と報告されている<sup>33</sup>。また、年間100件を超えるRALP施行施設は、2013年で8施設のみである<sup>34</sup>。施設A、D、Iの兵庫県立病院においても年間の必要件数に至らず、手術支援ロボットは、日本全体が抱える保険診療の発展途上分野に位置づけられる。一方で、海外では日本の半額以下で購入可能との報告がある。また、3分の1以下の価格のロボットを開発中とのウェブ掲載もあり、今後の展開が期待される<sup>35</sup>。

#### 4-6. 本手法の限界

(4)式に用いた各要素は、単年度の値で勘案したため、年度ごとにバラツキが生じやすい。シミュレーションを行う際は、それぞれの重要な要素について平均的な値や最悪値、期待値などを用いて現状(As Is)とあるべき姿(To Be)を模索する方が望ましい。複数年度の合計額で(4)式を用いる場合は、各要素について別途修正する必要がある。

### 5. 結論

本稿では、高額医療機器の購入価格評価を簡便的に行う手法について検討を行った。(4)式の各要素に平均的な値や最悪値、期待値などを用いれば、当該式は、機器の購入可能額や既存機器の採算性を模索する概算式として活用できる。また、この式を用いて実施件数と購入価格の関係が把握できれば、相互比較も可能となり有用である。

---

<sup>32</sup> 参考文献[11]、[12]

<sup>33</sup> 引用ホームページ[9]および[11]

<sup>34</sup> 引用ホームページ[10]

<sup>35</sup> 引用ホームページ[5]

## 謝辞

本稿の作成にあたって終始適切な助言を賜り、また丁寧に指導して下さいました、兵庫県立大学大学院経営研究科の小山秀夫教授、筒井孝子教授、鳥邊晋司教授、藤江哲也教授に感謝の意を表します。

## 参考文献(引用文献を含む)

- [1] N. Gregory Mankiw (2012, 2009) *Principles of Economics, Sixth Edition*, South-Western, Cengage Learning. (足立英之、石川城太、小川英治ほか『マンキュー経済学 I ミクロ編 第3版』東洋経済新報社、2014(第2刷))
- [2] 朝戸幹雄(2014)「CTを含む高額医療機器購入時の当院の考え方」『新医療』10月号、pp. 34-36。
- [3] 池田吉成(2005)「高額医療機器購入における意志決定モデル」『病院』64巻3号、225～228。
- [4] 小川清(2013)「埼玉県内におけるCT装置の稼動実態とその運用に関する研究」『日本診療放射線技師会誌』vol. 60 no. 730、pp. 32-37。
- [5] 荻野英俊、松浪英寿(2015)「経営戦略ツールとしてのMRIの可能性と課題」『新医療』6月号、pp. 61-64。
- [6] 桑原勝孝(2012)「ロボット手術の有益性を患者・病院視点から考察する」『新医療』6月号、pp. 162-167。
- [7] 島田栄治(2009)「コンサルタントからみた高額医療機器買い替えのコツ」『新医療』6月号、pp. 128-132。
- [8] 滝沢宏光、先山正二、梶浦耕一郎ほか(2014)「肺癌ロボット手術の私費料金設定」『四国医誌』70巻3,4号、pp. 51-56。
- [9] 土田武史(2011)「国民皆保険50年の軌跡」『季刊・社会保障研究』、第47巻3号、pp. 244～256。
- [10] 中村彰吾、渡辺明良(2010)『実践 病院原価計算』医学書院。
- [11] 橋爪誠(2012)「ロボット手術がもたらす利益とは(医療経済効果、臨床的意義を中心に)」『新医療』6月号、pp. 158-161。
- [12] 原田省、北野博也(2012)「ロボット手術導入における低侵襲外科センターの役割」『新医療』6月号、pp. 168-171。
- [13] 本多正徳(2014)「求められる病院機能から考察するCT選択—CTの機能的分布はいかにあるべきか」『新医療』10月号、pp. 24-26。

- [14] 松浪英寿、小林健司、萩原徳康ほか(2012)「病院経営の視点から見た手術支援ロボット導入の狙いと効果」『新医療』6月号、pp.172-177。

## 引用ホームページ

- [1] OECD Health at a glance 2013 - 4.2. Medical technologies  
<http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/8113161ec033.pdf?expires=1438896104&id=id&accname=guest&checksum=45EF0A292DA6513DB19C1CDAF538187E>  
(2015年8月7日アクセス)
- [2] Pmda 独立行政法人医薬品医療機器総合機構「医療機器の添付文書情報」製品名を入力することで検索される。  
[http://www.info.pmda.go.jp/ysearch/html/menu\\_tenpu\\_base.html](http://www.info.pmda.go.jp/ysearch/html/menu_tenpu_base.html)  
(2015年6月27日アクセス)
- [3] インナービジョン「モダリティ・ナビ」導入施設一覧検索(会員制)  
<http://www.innervision.co.jp/innavi>(2015年6月27日アクセス)
- [4] 大分大学「公共調達適正化について(平成18年8月25日付財計第2017号)に基づく随意契約に係る情報の公表(物品役務等)」遠隔操作型内視鏡下手術装置保守(平成26年10月31日契約)  
<http://www.oita-u.ac.jp/000023250.pdf>(2015年8月7日アクセス)
- [5] 月刊『集中』「手術ロボット」への投資は採算に見合うか」2013年12月26日  
<http://medical-confidential.com/confidential/2013/12/post-648.html>  
(2015年8月8日アクセス)
- [6] 厚生労働省「地域包括ケアシステム」  
[http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi\\_kaigo/kaigo\\_kourei\\_sha/chiiki-houkatsu/](http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/kaigo_kourei_sha/chiiki-houkatsu/)(2015年8月7日アクセス)
- [7] 総務省「地方公営企業年鑑(平成25年度)」6-2-(7)職種別給与に関する調1  
[http://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/c-zaisei/kouei25/excel/byoin/by02010701.xls](http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/c-zaisei/kouei25/excel/byoin/by02010701.xls)(2015年6月27日アクセス)
- [8] 徳島大学「随意契約一覧表(拡大表)平成25年度」遠隔操作型内視鏡下手術装置保守(平成26年2月14日契約)  
[http://www.tokushima-u.ac.jp/about/financial/procurement/freecontract/h25\\_expansion.html](http://www.tokushima-u.ac.jp/about/financial/procurement/freecontract/h25_expansion.html)(2015年8月7日アクセス)
- [9] 日経デジタルヘルス「手術支援ロボット「ダビンチ」は、どう進化していくのか(p

- age2)」Intuitive Surgical 社の日本法人が事業説明会を開催  
<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/FEATURE/20141025/384880/?P=2>  
(2015年8月8日アクセス)
- [10] 日本経済新聞「ロボ手術・放射線…前立腺がん治療、選択肢広がる 日経実力病院調査 2013」2014/3/13 付日本経済新聞 夕刊  
[http://www.nikkei.com/news/print-article/?R\\_FLG=0&bf=0&ng=DGXDZ068201820T10C14A3NNSP01&uah=DF051120103157](http://www.nikkei.com/news/print-article/?R_FLG=0&bf=0&ng=DGXDZ068201820T10C14A3NNSP01&uah=DF051120103157)(2015年8月8日アクセス)
- [11] 日本ロボット外科学会「da Vinci について導入実績」  
<http://j-robo.or.jp/da-vinci/nounyu.html>(2015年8月8日アクセス)
- [12] 病院口コミ検索 Caloo・カルー「全国の尿管結石の治療実績・手術件数」  
<http://caloo.jp/dpc/disease/586>(2015年8月12日アクセス)
- [13] 病院情報局「病院検索」  
<http://hospia.jp/hoslist?prefectureId=28&zoneId=&hospitalName=兵庫県立>  
(2015年7月22日アクセス)
- [14] 兵庫県「兵庫県公報のご案内」  
[http://web.pref.hyogo.jp/pa13/pa13\\_000000006.html](http://web.pref.hyogo.jp/pa13/pa13_000000006.html)(2015年6月27日アクセス)
- [15] 兵庫県立尼崎総合医療センター(旧兵庫県立尼崎病院・塚口病院)「泌尿器科」診療実績  
<http://agmc.hyogo.jp/department/surgery/urology/performance>  
(2015年6月27日アクセス)
- [16] 兵庫県立加古川医療センター「泌尿器科」平成24年度の診療実績  
<http://www.kenkako.jp/hinyoukika.html>(2015年6月27日アクセス)
- [17] 兵庫県立がんセンター「泌尿器科」治療成績について  
<http://www.hyogo-cc.jp/about/dept/treatment/urology.html#anc02>  
(2015年8月8日アクセス)
- [18] 兵庫県立光風病院「病院概要」  
<http://kofu-hosp.jp/gaiyou/gaiyou.html>(2015年7月23日アクセス)
- [19] 兵庫県立粒子線医療センター「粒子線治療患者数 / 実績」  
<http://www.hibmc.shingu.hyogo.jp/achieve.html>(2015年7月23日アクセス)
- [20] 藤田保健衛生大学病院「手術支援ロボット「ダヴィンチ」」  
<http://www.fujita-hu.ac.jp/HOSPITAL1/advanced-medicine/da-Vinci/index.html>  
(2015年8月8日アクセス)