

# 立位困難患者に適する SAFE-PA 撮影法に 特化対応した新たな車椅子型胸部 X 線撮影台の開発

村石昭彦

村石循環器科・内科

key words : 立位困難患者, SAFE-PA 撮影法, 胸部 X 線撮影台, 車椅子

## 要 旨

立位困難患者の胸部 X 線撮影方法に関して、立位と同じ PA 方向での撮影方法が難しく、やむをえず逆方向の AP 方向での撮影や仰臥位での撮影がなされ、一部では特殊な撮影方法で PA 方向の撮影が試みられてきたが、広く普及するには至っていない。2016 年末、普及型介護用背もたれ可倒式車椅子を用いて、PA 方向座位胸部 X 線撮影が簡便に安全に多くの患者で臨床応用できる可能性を報告した。しかし、安静が難しい理解力に乏しい認知症患者や、座位で腹部が突出して撮影困難な肥満患者など、実際には患者側の様々な要因により SAFE-PA 撮影法 (The Safe Alternative For Everyone-Posterior Anterior View 撮影法) が難しい場合が少なくなかった。これらの弱点を克服するために、SAFE-PA 撮影法に特化対応した新しい胸部 X 線撮影台の開発を行った。ADL や体格・体型による制約が非常に少なく、心不全管理に重要な心胸比の測定にも影響を与えず、患者がリラックスでき、きわめて安全に安定した撮影が可能である。新開発撮影台を利用した SAFE-PA 撮影法で、様々な原因による多くの立位困難な患者において良質な胸部 PA 撮影が簡便に行えるようになった。

## はじめに

立位困難患者に対する PA 方向胸部 X 線撮影法が待

望されてきたが、最近まで簡便かつ合理的な方法はなかった。2016 年末に初めて提唱した SAFE-PA 撮影法とは、The Safe Alternative For Everyone-Posterior Anterior View 撮影法の頭文字と主な利点である安全性とを合わせた意味を込めて命名した撮影法である<sup>1)</sup>。その基本は、座位のまま立位と同じ撮影条件で PA 方向胸部 X 線撮影を行うという点であり、当初、背もたれ上部を倒すことのできる量販型の介護用車椅子が利用された。

立位困難な要介護状態の透析患者が急増しているが<sup>2,3)</sup>、多くの透析以外の医療機関でも必要とされながらも諦められてきた高品質の PA 方向胸部 X 線撮影が、SAFE-PA 撮影法の登場により安全かつ簡便に行えるようになったことは、患者と医療関係者にとり大きな朗報であった。立位困難な要介護状態の患者で、例えば胸水の存在を観察したい、心胸比 (CTR) をできるだけ正確に測定したい、過去に立位撮影が可能であった頃と現在とを比較をしたい場合などで特に有用であるが、オリジナルの SAFE-PA 撮影法にはいくつかの限界もあった。それら限界を克服するため、SAFE-PA 撮影に特化した車椅子一体型胸部 X 線撮影台を株式会社オートシステム、および株式会社ヨシヅカシステムプロダクトと共同で新しく開発した。その過程で行った工夫で、SAFE-PA 撮影法の本来の趣旨である「できるだけ多くの人の選択肢となりえる」という目的の達成に近づいたと思われる。

## 1 目的および対象

麻痺や疼痛、骨折、けいれん、廃用症候群などにより下半身が安定せず立位困難な患者のうち、撮影をさらに困難にする下記①～④の問題点を併せ持つ患者を対象として、適切な SAFE-PA 撮影が可能となるように車椅子および撮影台の工夫改良を行った。すなわち、

- ① 検査の意義や方法が理解できずに抵抗するような態度の認知症患者、あるいは精神状態が安定せず常に勝手に動き静止ができない患者
- ② 背中や腰がすぐく曲がり傾くなど受像カセットと胸部が良好に接しない患者
- ③ 小柄で座高が低い患者
- ④ 極端な肥満体型で腹部が凄く突き出ている患者など、オリジナルの SAFE-PA 撮影法ではどうしても困難と思われる問題を抱える患者でも、立位撮影と同レベルの座位 PA 胸部撮影が可能となるような X 線撮影台の開発を目的とした。

当院の外来透析患者 65 人のうち、身体状況により立位撮影よりも SAFE-PA 撮影を行うことが好ましいと判断された 17 人（うち 12 人は普段より院内を車椅子を利用して移動）に対し、毎月の定期検査のさいに

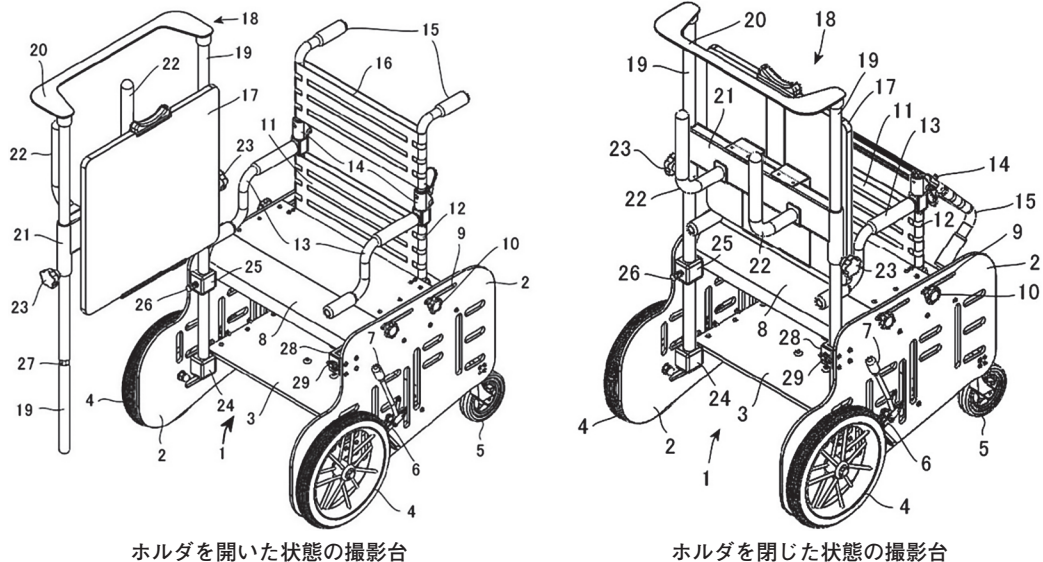
X 線撮影を行った。

## 2 方法

### 2-1 製品開発の方法

SAFE-PA 撮影法を確立するには、前述した対象①～④にみられる様々な問題点を克服できるような撮影台の改良が不可欠と思われ、撮影台メーカーおよび車椅子メーカーとの共同開発を進めた。

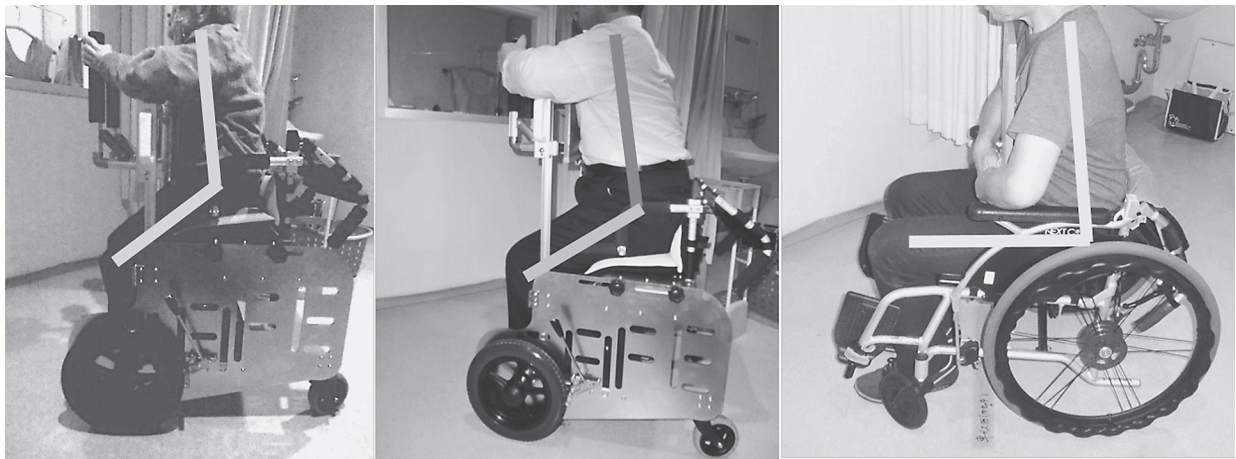
図 1 に示すように、座位撮影台のフレームは両側のサイドフレームとボトムフレームおよび座面で構成され、前方に大径の車輪、後方に小径の車輪がある。座面は前後位置が調整可能である。背板パイプから前方に向かって延びる肘掛部と把手があり、把手間には背もたれ部がある。撮影時に背もたれ部は後方へ折り曲げられ、X 線撮影の邪魔にならない。X 線受像カセットとカセットを保持するホルダは、2 本の支柱部と、それに沿って上下方向にスライド可能なカセット支持体を有し、支持体の中央部には前方へ突出する 2 本の把持部が設けてある。カセットをホルダに対して固定する時には、カセット支持体を上下にスライドさせて位置決めする。片側サイドフレーム前方の支柱ホルダは回動自在で、扉を閉じて固定すれば、ホルダを閉じ



### 【符号の説明】

- 1 フレーム 2 サイドフレーム 3 ボトムフレーム 4 大径の車輪 5 小径の車輪 6 プレーキ体 7 プレーキレバー 8 座面 9 長穴 10 ノブナット付ボルト 11 背板 12 背板パイプ 13 肘掛部 14 背折れ金具 15 把手 16 背もたれ部 17 カセット 18 ホルダ 19 支柱部 20 連結部 21 カセット支持体 22 把持部 23 ノブナット付ボルト 24 下部支柱ホルダ 25 上部支柱ホルダ 26 抜け止め用のネジ 27 小径部 28 受け側上部支柱ホルダ 29 扉

図 1 今回開発した撮影台の全体図



(A) 130 cm, 30 kg 小柄な患者

(B) 168 cm, 94 kg 肥満体型患者

(C) 介護用可倒式車椅子 (標準体型)

図2 体型の異なる患者の撮影の様子

た状態に保つことができる。

以上が撮影台の概要であり、次に各問題点に対し工夫改良した主なポイントを列挙する。

対象①の問題点は、身体の安静保持ができないことで、なにをされるのかわからぬ不安感が反抗理由と推測される。実際には座位ゆえに精神的にも楽になり、勝手な移動や動作が減るようである。手のやり場に困る患者も多く、認知症の程度によっては説明しても理解できないが、適切な位置に自然な感覚で掴む部分があれば患者の安心感につながり反抗的態度も減り、撮影時の静止状態が期待できると考え、2本の把持部を設置した。認知症患者の場合、反射的に取手を手前に引き付け、胸とカセットとの良好な位置関係ができる場合が多いようである。取手は、身長130~180 cmの人が自然に持てる部位に配置され、持つことで姿勢が安定し、背筋も伸び、中心ラインが定まり、肩甲骨が肺野から外せるなど利点が多い。脳梗塞後遺症による片麻痺で片手が完全拘縮した患者の撮影も行ったが、片手であっても取手の存在はきわめて有用で、大柄な体格を十分に支え体軸が真っ直ぐに保たれた。

対象②も対象①の場合と同じく、取手を持ち手前に引き付けてカセット部分に胸を接触させることができ、座位のほうが足を前方に出すため、背中への曲がりや下半身に影響されず、むしろ立位よりもカセットとの位置関係が良好になる。通常の高さより高い位置の座面も、図2(A)にあるように、大腿部と下腹部の位置関係を楽にしている。両手で対称性に把持部を持つことにより上半体がねじれ、斜めに傾くことも減る。下半身の不安定さが影響しないため、上半身の力みが消え

て呼吸にも良い影響が見られる。

対象③はカセットサイズの問題で、身長150 cm以下で座高が低い場合、オリジナル法では15インチのカセットが大腿部とぶつかり撮影が難しかった。普及型車いすよりも座面は水平かつ高くし、体型により座面前後幅も必要最小限に短く調節可能とした。普及型車いすでは多くの人で図2(C)に示すように大腿部が膝に向かい少し前上がりとなるが、新開発撮影台では大柄な人でも図2(B)に示すように大腿部が足先に向かって少し斜めに下がっていく位置関係になり、肥満体型の人も含め下腹部から大腿部がカセットと接触する可能性を最小限にできる。ただ、大型17インチカセットを使用する場合、身長150 cm以下であれば大腿部がカセット下端に当たり制限がある。標準15インチカセットの場合は、図2(A)に示すように身長130 cmという超小柄な人でも無理なくSAFE-PA撮影が可能である。

対象④に関して、超肥満体型の人は立位撮影の場合には軽く前傾姿勢になり、カセットと胸を密着させている。これを座位で再現させるには、対象①、②同様に把持部を持ち、手前に引き付ける動作が大切で、直立固定されているカセットに対し座位のまま軽く前傾姿勢をとらせることが可能である。また、座面を高くし大腿部を斜め下にし、腹部を楽にさせ深呼吸を妨げないようにする必要がある。座面が前後に約10 cm移動調節可能となり、腹囲110 cmでも対応できる。

## 2-2 実際の撮影方法

① まず被検者の体格に合わせて座面の前後位置を

調整する。

- ② ホルダを開いた状態とし、被検者を座面に座らせる。
- ③ 支柱部を固定しホルダを閉じる。
- ④ X 線照射部とカセットの位置関係が適正となるように座位撮影台をあらかじめ定めた位置に移動させ、ブレーキで固定する。
- ⑤ 操作レバーを操作し、背もたれ部を後方へ折り曲げる。
- ⑥ カセットの上下左右位置を調整し、被検者の位置と姿勢がカセットに対して適正なポジションとなるようにし、通常の立位での PA 方向胸部 X 撮影とまったく同じ方法と撮影条件により撮影する。

### 2-3 心胸比等の比較方法

維持透析患者に対しては、全身管理を目的に毎月胸部 X 線撮影を施行し、心胸比の計測などを行っている。当院外来透析患者 65 人のうち、身体状況等により立位撮影よりも SAFE-PA 撮影を行うことが好ましいと判断された 17 人（そのうち 12 人は日常生活において

車椅子を利用して移動）に対し、その有用性や安全性などを説明し同意を得て、今回 4 月の定期検査のさいに新開発撮影台を用いて SAFE-PA 撮影を行った。前回 3 月および 2 月は立位での撮影を行っており、4 月における座位での撮影時との心胸比（CTR）の比較を行った。心胸比は循環器内科専門医が同一写真を異なる日に 2 回計測し、その平均値で比較した。また、4 月の撮影 2 日後に、従来の立位撮影と新開発撮影台を用いた SAFE-PA 撮影のいずれが好ましいと感じるか（今後どちらの方法で検査を受けたいか）に関し 17 人全員に聞き取りを行った。

### 3 結果

胸部 X 線撮影画像に関しては、管球と受像カセットの距離や射入角度および方向などの位置関係、電圧や放射時間などの撮影条件に関するすべてが同一であり、当然ながら立位撮影と同質の画像が得られる。最も懸念される立位との相違点は、深吸気後の呼吸停止時における横隔膜の位置が座位の場合に内臓等により制限され高い位置にとどまり、結果的に心胸比（CTR）が

表 1 新開発撮影台を利用した SAFE-PA 撮影法の応用患者一覧（外来透析患者 17 人）

患者番号	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	ADL 院内は 車椅子 搬送 (*)	座位撮影が好ましいと思われる理由	2月	3月	4月	3月と	撮影後、患者による比較の感想
						立位 CTR (%)	立位 CTR (%)	座位 CTR (%)	4月の CTR差 (%)	
1	82	151	53.3	*	腰痛あり、腰が曲がる	51.3	50.4	50.3	-0.1	* 慣れているから
2	63	180	61.1		フラツキが強く、立位が不安定	43.8	40.9	40.7	-0.2	* 少し時間がかかる
3	92	146	47.4		認知症が強く、立位保持ができない	57.2	60.3	60.3	0	*
4	77	156	55.1	*	認知症で理解できず、視力障害で、立位保持ができない	50.5	49.6	50.2	0.6	*
5	81	143	43.6		腰の前屈が強く、上体が直立安定しない	51.1	57.7	57.1	-0.6	*
6	71	155	40.8	*	下腿骨折で直立できず、上体が傾斜し、立位保持ができない	54.0	56.4	52.4	-4.0	*
7	64	169	48.8	*	両下肢麻痺で廃用症候群、上体もやや傾斜している	47.5	47.6	48.1	0.5	*
8	70	162	46.7	*	下肢弱く、立位保持ができない	51.3	50.5	49.5	-1.0	*
9	87	143	52.4	*	下肢弱く、腰が曲がり、歩行が不安定	56.8	56.4	57.4	1.0	*
10	89	139	42.2	*	下肢弱く、腰が曲がり、立位保持ができない	57.8	58.3	58.2	-0.1	*
11	86	166	62.6	*	下肢弱く、腰が曲がり、上体が直立安定しない	47.9	51.1	49.0	-2.1	*
12	64	147	52.1	*	腰痛が強く、立位保持ができない	50.4	54.3	54.4	0.1	*
13	79	155	47.3		上体の傾きあり、上体が直立安定しない	53.5	49.9	49.1	-0.8	*
14	85	150	40.1	*	下肢弱く、腰が軽く曲がる	57.7	58.2	57.1	-1.1	*
15	65	163	67.9		上体が傾き、精神疾患で理解ができない	55.9	57.5	57.2	-0.3	*
16	81	152	42.7	*	下肢弱く、立位が不安定	52.2	52.6	52.6	0	*
17	73	164	68.9	*	腰痛が強く、立位が不安定	57.0	55.8	56.3	0.5	*
平均 CTR (%)						52.7	53.4	52.9	-0.45	

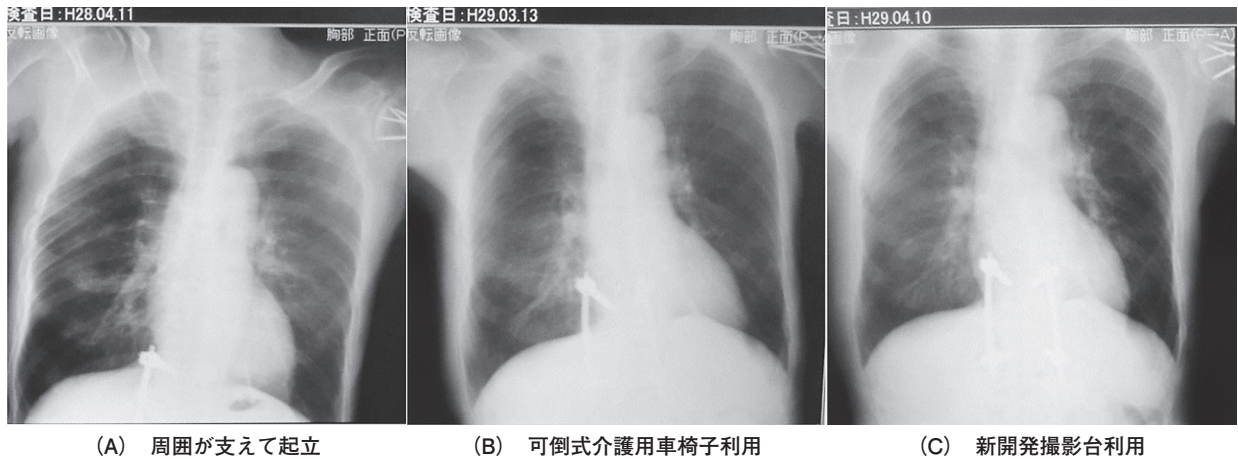


図3 撮影結果の比較

大きく計測される可能性が否定できない点である。肥満体型では受像カセットと胸部の位置関係が腹部で邪魔されてしまうことも懸念される。

外来透析患者 17 人は、胸部 X 線撮影を 4 月は SAFE-PA 撮影法にて行い、2 月および 3 月に立位で行ったさいの CTR と比較した (表 1)。様々な理由により各患者の CTR は毎月少しずつ変動し、2 月と 3 月の立位撮影どうし間でも平均 0.7% の差が認められる。3 月の立位撮影と 4 月の座位撮影との間では平均 0.45% の差があるのみで誤差範囲と考えられ、しかも懸念された拡大ではなく縮小であった。これは、新開発撮影台を利用した SAFE-PA 撮影においては、立位撮影とほぼ同様に CTR が計測可能であることが示唆され、精度的にも十分に臨床応用可能と考える。

今回、SAFE-PA 撮影を行った透析患者 17 人のうち 12 人は、普段より移動には車椅子を利用している。前回までは立位での撮影を患者もスタッフも苦労しながら施行していたが、撮影 2 日後に撮影時の心理および身体的負担などの感想を調査すると、今回行った SAFE-PA 撮影を好み次回からも希望した患者が 7 人、従来の立位撮影を好む患者が 2 人、どちらでも構わないとする患者が 6 人であった。他の 2 人は撮影したこと自体を忘れていた認知症患者であったが、特に問題なく撮影が可能であったことから、認知症患者の多くにも SAFE-PA 撮影が応用可能であると考えられた。立位撮影を好む 2 人の理由は、「なんとなく立位でないと撮影した気がしない、まだスタッフが準備に慣れていないから待たされたみたいで嫌だ」といったニュアンスで、やや短気な性格が関係していると思われた。実際には新開発撮影台を用いた SAFE-PA 撮影が不適

当な患者は当院の外来透析患者の中にはおらず、概して好評であった。また、無理に立たせたりオリジナル SAFE-PA 撮影法よりも正しい姿勢に近い良い胸部 X 線画像が得られた (図 3)。

#### 4 考 察

2016 年末に提唱したオリジナルの SAFE-PA 撮影法は、介護用普及型の背もたれ可倒式車椅子に患者を座らせ、あらかじめ決めた撮影位置に移動し、放射線管球を上下左右に位置調整し、立位の場合とまったく同じ条件で PA 方向へ撮影する方法であった。CR の場合、受像カセットおよびグリッド板を前胸部に適切に接するよう患者自身の両腕で抱きかかえて垂直かつ水平に位置させる必要があった。認知症がなく、上体の傾きもない標準体型である患者の多くは良好な撮影が可能であるが、体型や姿勢、さらには検査への理解度や受容態度により画質が左右され、撮影が難しい場合も少なからずみられる懸念があり、発表時より工夫改良を計画していた<sup>1)</sup>。

SAFE-PA 撮影法に対応特化した新開発 X 線撮影台の利用により、座位ができて身体も安定が保ちにくい患者、撮影を不安がり抵抗するような態度で落ち着かない認知症患者、背中や腰が曲がり傾きカセットと胸が接しにくい患者、極端な肥満体型で腹が突き出ている患者など、多くの患者で従来の立位撮影およびオリジナルの SAFE-PA 撮影法よりも高品質な画像がきわめて安全に撮影可能になった。

胸部 X 線撮影では標準 15 インチの他に大型 17 インチの CR、およびリモート DR 用カセットが使用されることがある。オリジナルの SAFE-PA 撮影では大腿

との位置関係から 17 インチでは身長 165 cm 以下では使用が難しかったが、新開発撮影台では 150 cm 以上で 17 インチ DR カセットの使用が可能となった。15 インチでは 130 cm 程度の非常に小柄な人にも使用が可能であり、加齢で脊椎圧迫骨折を繰り返し身長が縮んだ場合でも、多くの場合に SAFE-PA 撮影が可能となる。肥満体型に関しては、腹囲 100 cm、体重 100 kg 程度までは新開発撮影台での撮影が問題なく可能なことは、透析を受けていない外来患者を撮影して確認しているが、つかまり立ちもできず下半身が完全に麻痺している 100 kg の患者を撮影台に座らせること自体がスタッフにとっては大変かもしれない。

非常に小柄な患者や肥満体型の患者で撮影が可能になったのは、方法の部分で記述した工夫改良が理由であろうが、取り扱い自体も非常に簡易で、撮影のための作業時間が長くならず、その点も患者には好評であった。この撮影台に対する患者の感想は非常によく、非常に楽だという感想が多かった。今回は当院全透析患者の約 25% で SAFE-PA 撮影法の適応と判断されたが、超高齢化が進む一般外来には非常に不安定で途中で立位姿勢が維持できない患者も多い。また強い腰痛により上半身が前や横に傾く患者も多い。様々な患者に新開発撮影台を利用した時点で判明した思わぬ副産物であるが、なんとか立てるが不安定な場合には、高めの座面での座位にすることで上半身のリラックスが得られ、腕で支柱にしがみつこうとする緊張もなくなり、撮影時の呼吸停止動作にも非常にいい影響が得られた。

手順に慣れれば撮影時間は立位に比べまったく長くはならず、安全性は格段に向上している。現実には毎月行う X 線撮影を苦に思う透析患者が少なからずいて、この撮影台を利用した SAFE-PA 撮影法により初めて嫌ではなくなったと喜ばれていた。透析管理のように、毎月心胸比を比較する場合などは条件が一定しやすい利点があり正確性も期待できる。

## おわりに

事実上諦められていた立位困難な患者に対する PA

方向胸部 X 線撮影は、2016 年末に提唱した背もたれ可倒式車椅子利用による SAFE-PA 撮影法により可能になる道が開けたが、今回開発した撮影台により、撮影の質が格段に向上し、立位撮影と遜色ないものになったと思われる。急速に進む高齢化社会、身体的に困難な患者にも適正な X 線検査を行い診断と治療につなげていくための創意工夫が生み出した成果だと思われる。

The Safe Alternative For Everyone-Posterior Anterior View 撮影法と命名したこの撮影方法は、立位困難な多くの人に安全な alternative として応用可能であるが、for everyone と謳いつつ、座位すらも不可能な寝たきり患者をはじめ、まだまだ疾患や精神状態によっては難しい場合もあり、患者の病状にも注意して適応を選んで利用していただきたい。胸部 X 線撮影は医療における基本的な検査法で、世界中の医療施設、リハビリテーション医療現場、介護医療分野、高齢者検診機関などなど、様々な患者への応用が広がると思われる。今後も使用経験を重ね、さらに良き製品へと改良していきたい。

## 謝 辞

今回の開発に多大な協力をいただいた株式会社オートシステムの原昭夫、稲見遼介様、ならびに株式会社ヨシヅカシステムプロダクトの小野哲大、浦部盾様に深謝します。

## 文 献

- 1) 村石昭彦：立位困難な要介護透析患者における新しい胸部レントゲン撮影法。—SAFE-PA 撮影法：The Safe Alternative For Everyone-PA Method—。日透医誌 2016；31：612-616。
- 2) 村石昭彦，隈 博政，菰田哲夫，他：福岡県における高齢透析患者の介護関連実態調査報告—2014 年 2 月現在—。日透医誌 2015；30：108-121。
- 3) 村石昭彦，下池英明，隈 博政，他：福岡県における高齢透析患者の介護関連実態調査報告（第 2 報）—短期予後に関する調査（2015 年 2 月現在）—。日透医誌，2016；31：109-122。