

# 透析患者数減少の背景と腎代替療法の展望

太田圭洋

名古屋記念財団

key words：透析患者数，腎代替療法，高齢化，CKM，医療提供体制

## 要 旨

日本の透析患者数は 2021 年をピークに減少傾向にあり，導入患者数も 4 年連続で減少している。背景には高齢化の進行，ナトリウム/グルコース共輸送体 2（Sodium-Glucose Co-Transporter Type 2; SGLT2）阻害薬などの新薬の導入，透析非導入による保存的腎臓療法（Conservative Kidney Management; CKM）の普及，さらに新型コロナによる高止まりした粗死亡率がある。特に 2022 年以降の死亡率上昇は患者数の減少を加速させており，透析医療が転換期を迎えていることは明らかである。

今後の透析医療は，患者数減少と生産年齢人口の急減により，医療機関の経営難や地域での提供体制の再編が避けられない。透析医療は高頻度な通院を要するため，特に地方での体制維持が課題となる。しかし，診療報酬の引き上げは現実的に困難であり，効率的な体制構築と制度改革が急務である。

一方，医療・福祉分野では 2040 年に約 1,070 万人の人手が必要と推計されているものの，現実的な人手の確保想定人数を想定すると生産性の向上が不可欠とされる。社会保障制度自体が人口構造の変化に適応できておらず，医療制度の抜本的見直しが求められている。

このような環境下，透析医療を持続可能にするためには，適切な診療報酬の設定と国民・政治家への理解促進が不可欠であり，透析医療の価値を社会に広く訴えていく努力が重要である。

## はじめに

現在，日本の医療の置かれた状況は厳しい。国家財政がひっ迫している中，増え続ける社会保障関係費の増加を少しでも抑えるため，かなり厳しい医療費抑制政策が続いている。その結果，全国の多くの病院が赤字に転落し，徐々に社会問題となりつつある。そんな中，将来の医療の姿を予想することは難しい。

過去，2014 年の本セミナーにおいて，増え続ける高齢透析患者に関して講演したことがある。透析患者が長期入院できる拠り所であった特定除外制度が 2014 年改定で廃止されたことから，今後増加する通院困難となる透析患者がどうなっていくかを取り上げた。その際には，2025 年時点で，制度や施設が，急増する通院困難透析患者に対応できず社会問題化するという悲観的シナリオ，さまざまな変化が起こり，あまり大きな問題とならず 2025 年を透析現場が迎えているという二つのシナリオを提示した。

結果として，高齢者施設（特に有料老人ホームやサービス付き高齢者住宅）が多数整備されたこと，医療療養病棟での透析患者の受け入れが進んだことなどにより，あまり大きな問題とならず 2025 年を迎えている。

現在，我が国は透析患者数が減少局面に入ったと考えられる中，今後，腎代替療法の現場はどのようになっているかに関して，現在の医療の置かれた状況をまじえ考えてみたい。

## 1 透析患者数の動向と将来予測

2024年に公表された日本透析医学会の統計調査によると、日本の透析患者数は2021年末の349,700人をピークとして、2023年末で2年連続の減少となった。特に2022年末から2023年末の1年間では4,000人弱の減少と、減少幅が拡大し、透析患者数の減少が加速しているように見える。

透析導入患者数は2019年末から4年連続で減少していることも、日本の透析医療が転換期を迎えていることを示している。すでに透析患者の平均年齢は70.09歳まで高齢化が進行しており、導入平均年齢は71.59歳である。現在75歳以上の高齢患者の割合は41%となっており、日常生活動作（Activities of Daily Living; ADL）低下や認知症の患者が透析現場で多数を占め、透析医療現場の負担は相当に高くなっている。

導入患者数の減少は、新たな治療薬の導入（ナトリウム/グルコース共輸送体2（Sodium-Glucose Co-Transporter Type 2; SGLT2）阻害薬など）などの医療の進歩に加え、コロナ禍で徐々に広まったCKM（透析非導入による末期腎不全管理）の影響が大きい。

また、オミクロン株が普及した2022年以降、日本社会は新型コロナウイルスと共存するWITHコロナ時代に転換したわけであるが、その後、透析患者の粗死亡率が高止まりしているということも大きく影響している。それまで10%弱であった粗死亡率が2022年、2023年の2年間、11.0%で高止まりしている。粗死亡率の1ポイントの上昇は、1年間に患者数として3,500人多く死亡することを意味する。日本透析医会、日本透析医学会、日本腎臓学会合同で実施したレジストリデータでは、ワクチン、治療薬が実臨床で普及しオミクロン株が主流となった2022年のデータでも、健常人と比較して透析患者の致死率は格段に高いことが示されている。今後も、新型コロナウイルスの流行が続くことを考えると、透析患者の粗死亡率は今までの延長線上ではなく高止まりする可能性が高いと想定せざるを得ない。

日本透析医学会の統計調査委員会でも、今回、新たな透析患者数の将来予測を行っている。それによると2020年以降、透析患者の有病率は明らかに過去のトレンドと違い、増加が減速した（女性では減少に転じた）としている。これを詳細に分析したところ、男性

では30～49歳、65～74歳で有病率が減少に転じており、女性ではすべての年齢層で減少している。

新規導入を意味する透析罹患率に関しても2020年以降、減少に転じたと分析されている。導入患者数は罹患率とその年齢層の人口の積で計算される。人口推移（年齢層人口の増加）の影響を受け、75歳以上では導入患者数はまだ増加しているものの、それ以下の世代では導入患者数は単調減少が続くとされている。

その結果、透析患者数は、統計調査委員会の詳細な分析の結果でも減少傾向に転じたと断じている。


## 2 今後の日本の透析医療

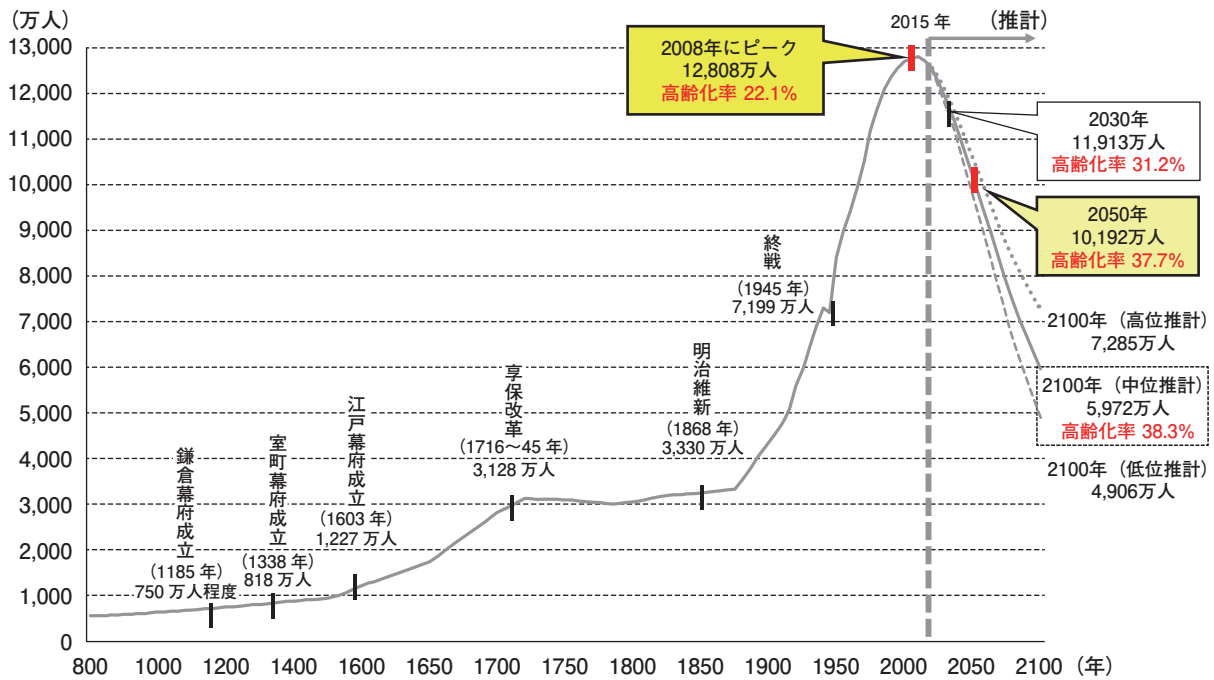
我が国では、透析患者数が減少に入ったことは間違いない状況である。大きな地域差が人口、高齢化率に認められることから、今後の患者数の減少スピードは、それぞれの地域によりインパクトは違って現れることになる。しかし一般的に透析医療は、他の一般外来と違い経費の変動費割合が低いことから、患者数の減少は、急速に透析医療機関の経営を劣化させることになる。

それと同時に、今後は生産年齢人口が急速に減少する。そのため地域の透析提供体制には大きな変化が生じる可能性が高い。透析医療機関の統合や再編、撤退が急速に進んでいくものと思われる。

透析医療は、他の医療領域と違い、特に血液透析の場合、週3回の医療機関へのアクセスが治療に必要である。地方部においてどのように透析医療提供体制を確保していくか、真剣に検討する必要がある。

ただ、患者数が減少することによる経営悪化への対応として、診療報酬点数を引き上げることは現在の医療を取り巻く環境では非常に難しいと言わざるを得ない。

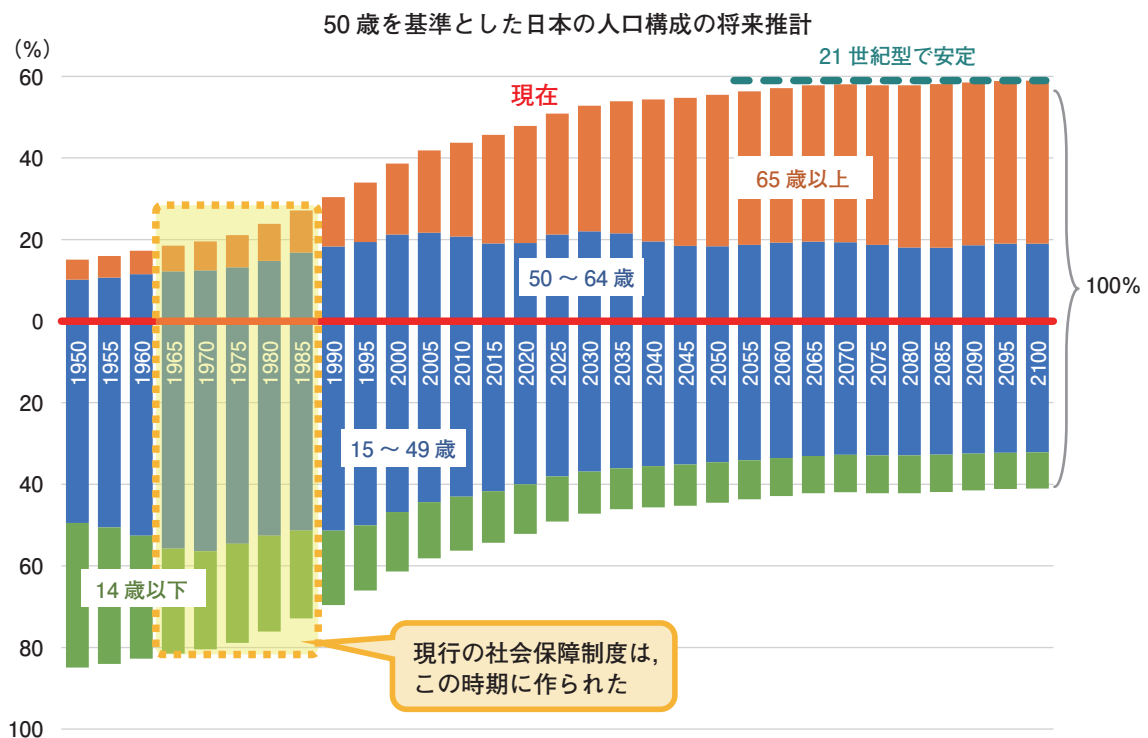
すでに、日本の人口は2008年をピークに急速な減少局面に入っており、2025年を超えたところからは高齢者の増加は止まるものの、急激に生産年齢人口が減少していくことが予想されている。 図1は日本の人口を非常に長い期間で見たものである。江戸時代に農業技術が進歩したことから3,000万人に増加した日本の人口は、明治維新を経て1億2千万人まで急激に増加し、現在は急激な減少局面に突入している。この試算の時の低位推計より出生率は低い状況にあるため、この下りは傾きがより急な状況で人口は減少している。



(出典) 1920年までは、国土庁「日本列島における人口分布の長期時系列分析」(1974年)、1920年からは総務省「国勢調査」。なお、総人口のピーク(2008年)に係る確認には、総務省「人口推計年報」及び「平成17年及び22年国勢調査結果による補間補正人口」を用いた。2020年からは国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成29年推計)」を基に作成

図1 日本人口の歴史的推移  
(国土交通省国土審議会「国土の長期展望」中間とりまとめ参考資料より)

## 参考：日本の人口構成の変化



出所：経済産業省「健康経営の推進」(2022年6月)、総務省「国勢調査」、国立社会保障・人口問題研究所「将来推計人口」より作成

図2 日本の人口構成の変化  
(2024.5.23 経済財政諮問会議 戸倉委員提出資料より)

我々は今、このジェットコースターの下りをやっていることになる。この急激な人口動態の変化は、我が国の歴史上初めてであるだけでなく、世界の歴史上、戦争や大災害を除いた平時に限ると、人類が経験する初めての社会の急激な変化と言える。この人口構造の急激な変化に、我が国が上手に対応できるかどうか、神のみぞ知る状況だと思う。

さらに次の図2は、人口の年齢構成の変化を時系列で示したものである。50歳の所に赤線で横ぐしを指しているが、1960年くらいまでは、人口ピラミッドの非常にきれいな19世紀型の安定した年齢構成割合であったが、現在、急激に変化している最中である。そして2050年以降になると、人口は急激に減少していくものの、その年齢構成割合は21世紀型で安定してくると予想されている。

問題は、現在、我々が享受している社会保障システムは、どちらかというと年齢構成割合が19世紀型の頃に作られたということである。そのような人口の年

齢構成割合の時に成立した制度が、21世紀型の社会になった時には維持できない。そのため、さまざまな医療制度改革が現在行われていると理解しなければならない。我々は現在の日本の医療、医療提供体制、医療制度など社会保障制度を当たり前のように思っているが、これからの人口構成では維持不可能であり、社会の諸制度を作り換えなければならないという時代、社会の要請の中で我々は社会保障の一つである医療、その中の一領域である透析医療に従事しているということになる。

決して、いままでどおりの制度が、所与のものとして今後も持続していくと楽観視できる状況ではない。

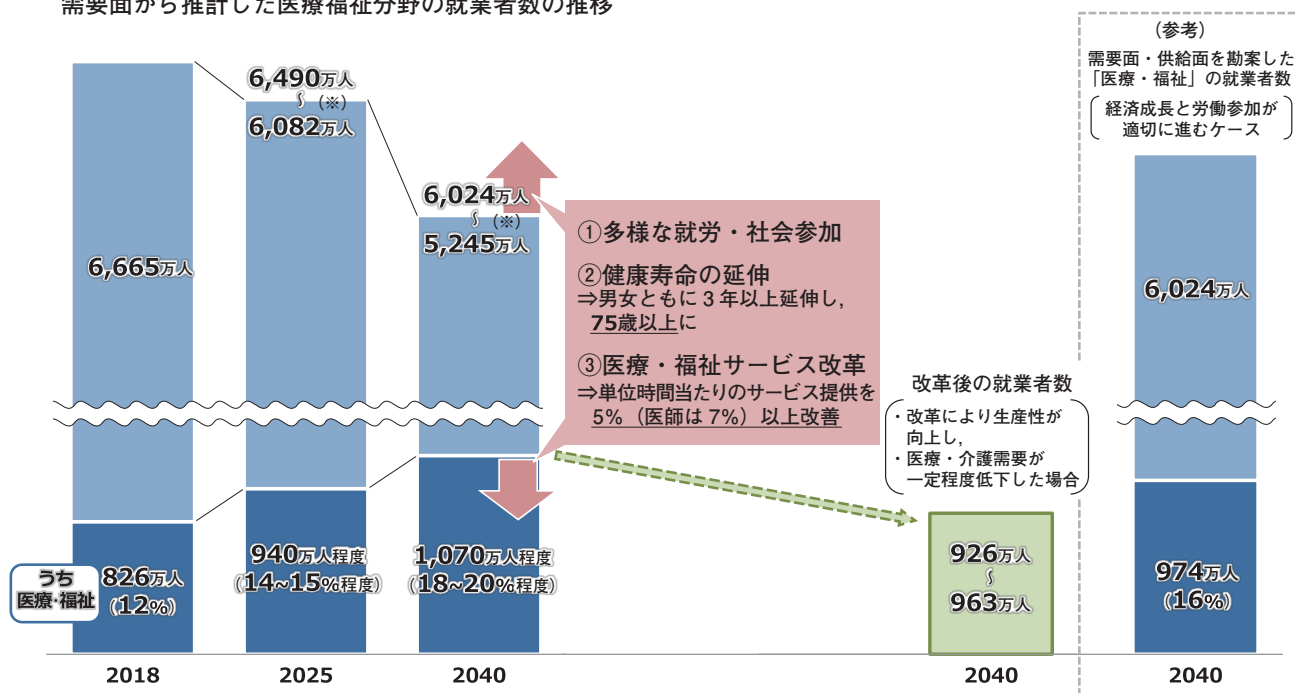
また、これから、急激に生産年齢人口は減っていくわけであるが、厚労省もさまざまな推計を行っている。新たなターゲットイヤーとして設定している2040年には、医療・福祉での人的需要は1,070万人と推計されるが、それは実現不可能であり、さまざまな改革により生産性の向上などを図らなければならないとされ

## マンパワー① 2025年以降、人材確保がますます課題となる

令和4年3月4日 第7回第8次医療計画等に関する検討会 資料1

○ 2040年には就業者数が大きく減少する中で、医療・福祉職種の人材は現在より多く必要となる。

需要面から推計した医療福祉分野の就業者数の推移



※総就業者数は独立行政法人労働政策研究・研修機構「労働力需給の推計」(2019年3月)による。

総就業者数のうち、下の数値は経済成長と労働参加が進まないケース、上の数値は進むケースを記載。

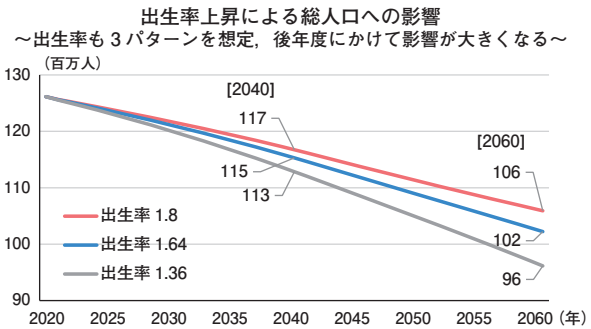
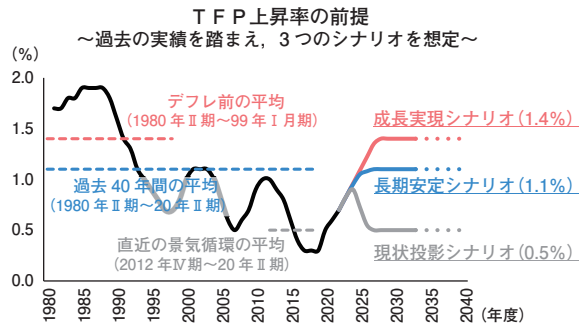
※2018年度の医療・福祉の就業者数は推計値である。

図3 需要面から推計した医療福祉分野の就業者数の将来推計  
(2022.3.4 第7回第8次医療計画等に関する検討会資料より)



## 経済の姿の前提

- 生産性、労働参加、出生率について、次の想定をおいて試算を実施。

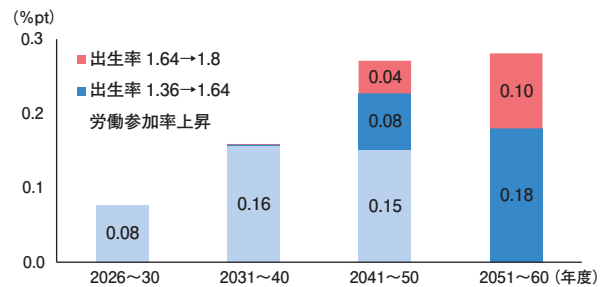


労働参加率の前提  
～高齢層の労働参加率は過去20年間で5歳分若返り（p14参照）。  
今後も20年かけて、こうした若返りが継続するケースを想定～

労働参加率	2025年度	2045年度
55～59歳	86%程度	91%程度
60～64歳	78%程度	86%程度
65～69歳	56%程度	78%程度
70～74歳	36%程度	56%程度

※2045年度以降の労働参加率（年齢階層別）は、2045年度の水準で一定と仮定。

出生率と労働参加率の上昇による潜在成長率押し上げ効果  
～中期的には労働参加率上昇が、長期的には出生率上昇が成長を支え～



(備考) これらの前提は、経済財政諮問会議（2023年2月29日）資料4を基に設定（本資料のp12以降に再掲）。右下図について、労働参加率上昇の影響は労働参加が一定程度進展するケースとの比較。出生率上昇の影響は、出生数の増加により労働力人口が増加する効果。

図4 将来の試算の前提

TFP: Total Factor Productivity

(2024.4.2 経済財政諮問会議 内閣府提出資料より)

## 社会保障（医療・介護）の給付と負担の改革

- 経済の伸びを上回って給付が増加する医療・介護については、毎年の医療の高度化等の其他要因による増加を相殺する改革効果を実現できれば、長期安定シナリオの下で、制度の長期的安定性の確保が見通せる結果。
- そのためには、DX活用等による給付の適正化・効率化、地域の実情に応じた医療・介護提供体制の構築、応能負担の徹底を通じた現役・高齢世代にわたる給付・負担構造の見直し等、様々な努力の積み重ねが必要。

改革効果 中長期試算延伸後  
(2034～60年度)

医療・介護について「其他要因」(医療の高度化等)による増加を相殺する給付と負担の改革を実施

医療・介護の給付と負担  
(対GDP比)

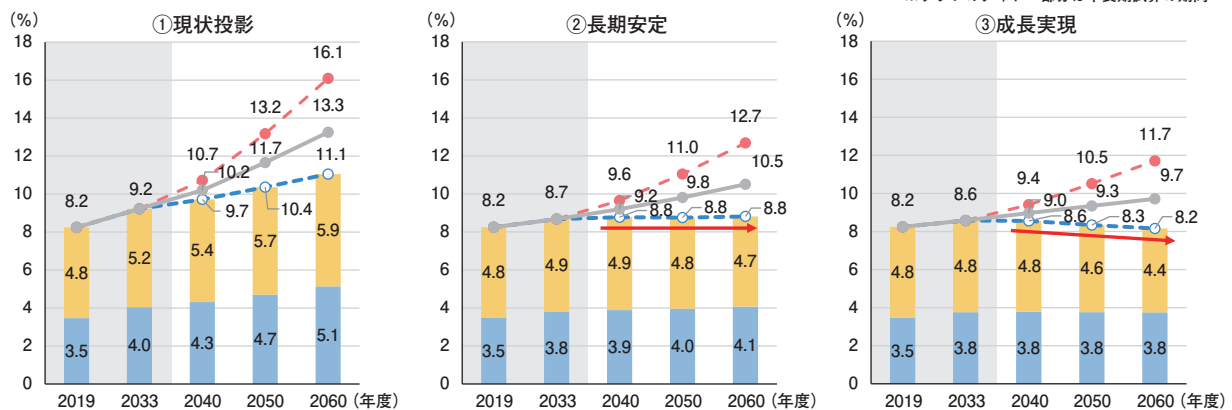
給付費 (改革効果を含めない、其他要因: 年率1%)

給付費 (改革効果を含めない、其他要因: 年率2%)

給付費 (改革効果を含む)

保険料負担 (改革効果を含むケースに対応)

公費負担 (改革効果を含むケースに対応)



(備考) この試算では、改革を給付抑制で対応すると仮定して計算。

図5 社会保障（医療・介護）の給付と負担の改革

(2024.4.2 経済財政諮問会議 内閣府提出資料より)

## 長期的な展望のまとめ

### 【経済】

- 今後、人口減少が加速する下でも、長期的に経済成長を遂げるには、生産性の向上、労働参加の拡大、出生率の上昇等による供給力の強化と、成長と分配の好循環の実現が必要。[p1, 4]
- その際、下記の財政や社会保障(医療・介護)の長期安定性を確保するには、現状のままでは長期的に 0%程度と見込まれる実質成長率を 1%以上に引き上げていくことが必要。[p4, 8, 9]
- 生産年齢人口の減少が加速する 2030 年までに、これらの条件を満たす新たな経済社会システムの構築が必要。今後 3 年程度に集中的な取組を講じ、デフレからの完全脱却・新たなステージへの移行を実現する必要。[p1]

### 【社会保障 (医療・介護)】

- 医療・介護費の伸びは、高齢化や医療の高度化等により自然体では長期的に経済の伸びを上回る見込み。[p6]
- これに対し、実質 1%超の成長の下、毎年の医療の高度化等のその他要因による増加を相殺する給付と負担の改革効果を実現できれば、制度の長期安定性の確保が見通せる結果(注)。[p8]
- (注) この試算では、改革を給付抑制で対応すると仮定して計算。その場合、医療・介護費対 GDP比は横ばいで推移する結果。
- そのためには、DX 活用等による給付の適正化・効率化、地域の実情に応じた医療・介護提供体制の構築、応能負担の徹底を通じた現役・高齢世代にわたる給付・負担構造の見直し等、様々な努力の積み重ねが必要。[p8]
- また、医療・介護の持続可能性の確保には、給付費対 GDP比の上昇基調に対する改革に取り組んでいくことが重要であり、中長期試算期間中においても、全世代型社会保障の実現など、給付・負担構造の改革を進めていく必要。[p8]

### 【財政】

- 今後の経済財政政策は、官民連携による投資拡大や EBPM によるワイズスペンディングの徹底、社会保障の給付と負担の改革等により、成長力強化を図りつつ、持続可能な財政構造を確保していくことが重要。
- 他方、高い成長の下でも、長期的には社会保障費の増加により PB の黒字幅は縮小(赤字となる可能性も)。金利>成長率の下では、PB の黒字幅が一定水準を切ると、公債等残高対 GDP比は上昇。[p7]
- これに対し、上記の改革効果を実現することができれば、実質 1%超の成長の下で、金利が一定程度成長率を上回っても、PB黒字の維持、公債等残高対 GDP比の安定的な低下につながる。[p9]

図 6 長期的な展望のまとめ

DX : Digital Transformation

GDP : Gross Domestic Product

EBPM : Evidence-Based Policy Making

PB : Primary Balance

(2024.4.2 経済財政諮問会議 内閣府提出資料より)

ている(図 3)。

また、生産年齢人口の減少は、人手の問題だけでなく、医療や介護など社会保障を支える財源を支える人数も減少するという点でもあり、今後の社会保障は厳しい圧力を受けざるを得ない。

政府は今後、我が国の財政が持続可能に推移できるかどうか、さまざまなシミュレーションを行っている。図 4、図 5、図 6 は 2024 年 4 月に経済財政諮問会議に提出された内閣府試算の資料であるが、日本経済の生産性、出生率、労働参加率などをいくつかのシナリオを仮定し、財政が持続的に維持できるかを試算している。この結果では、今後なにも改革を行わなければ、長期的に社会保障の伸びは経済の伸びを上回るため、制度の持続可能性が確保できないとされている。今後、実質 1% の経済成長を前提として、医療の高度化などのその他要因による医療費増加を相殺する改革の継

続が必要とされている。これは、この 10 年実施してきた医療費増加を抑制する制度改革を今後も継続して行っていくことを意味しており、かなり厳しい試算結果と言える。

このような状況の中での我々の透析医療である。今後の改定においても、大幅な点数の増点は見通せない中、地域の透析医療を支えていくことが求められる可能性が高い。

### おわりに

以上、患者数が減少する局面に突入した環境の中で、日本の透析医療を守っていくために、どのように透析医療施設を維持していくか、真剣に検討していく必要がある。

できる限りの効率的な透析医療提供体制の模索は、今後も継続していく必要があるだろう。

ただ、すでに物価や賃金が上昇するインフレに転換した中、透析医療の提供コストも上昇が続いている。適切な透析診療報酬点数の設定が、地域の透析医療提供体制の維持には不可欠である。われわれは今後も透析医療の財源確保を強く訴えていく必要がある。そのためには、国民、政治家など関係者への透析医療の重

要性に関する情報発信を強化し、適切な透析点数が設定される環境を整えていく努力を関係者は真剣に考え、実行していかなければならない。

利益相反自己申告：申告すべきものなし

# 人口減少社会における透析医療の展望

## ——過疎地域の現状から見えてくるもの——

風間順一郎

福島県立医科大学腎臓高血圧内科学講座/福島県立医科大学病院人工透析部

key words：遠隔医療，透析難民，働き手クライシス，穿刺ロボット，シャントレス HD

### 要 旨

医師不足に伴って過疎地域の透析診療が崩壊し，地元で透析を受けられない透析難民が続出した。これに対して福島県立医大は福島県内の中小病院の透析室と仮想プライベートネットワーク（Virtual Private Network; VPN）回線で接続することによってリアルタイムで情報を共有し，透析診療を遠隔医療で支援する試みを開始した。この透析遠隔サポートは本来ならば施設に常勤すべき透析専門医の業務をある程度代行でき，開始から7年経過した2025年現在に至るまで大きなトラブルもない。危機にある地域医療の対策としてある程度有効であった。にもかかわらず透析難民問題は未だに解消されていない。看護師や臨床工学技士などのスタッフが足りていないからである。わが国の若年人口は減り続け，遠くない未来に働き手クライシスが訪れる。現在の過疎地に見られる働き手不足による医療崩壊は，近未来のわが国の姿なのである。遠隔医療や人工知能（Artificial Intelligence; AI）は医師の仕事を軽減するが，看護師や臨床工学技士の仕事は代行しない。このままではスタッフ不足によって透析医療が崩壊し，全国各地に透析難民が出現することになりかねない。穿刺ロボットやシャントレス HD などの画期的な技術革新を企図すべきである。

### はじめに

2021年に日本透析医会の研修セミナーにおいて，わが国の地域医療の危機を報告した。それから4年た

って事態はさらに悪化している。当時は COVID-19 のアウトブレイクが地域医療を脅かしているのではないかと考えたが，本当の危機はその後の医療施設の収益の悪化に伴ってやってきた。近代のわが国の医療システムの歪みが一気に顕性化したように思われるが，その是正に期待を寄せても効果が表れるまでには時間がかかる。同時に並行してまずは我々が自分でできることは何かを模索する努力が必要であろう。

### 1 過疎地域における医師不足とその対策としての遠隔医療

おさらいである。医師不足とされるわが国の人口当たり医師数は，この20年くらい右肩上がりが増え続けている。ところが，その20年の間に，我々が実感する医師不足，特に過疎地域の医師不足はますます拍車がかかっている感がある。では都市部では医師はいま余っているかといえば，必ずしもそうともいえない。医師過剰とレッテルを貼られた地域でも医師が暇を持て余しているということはない。いくら人口当たりの医師数が増えてきても，まだ足りないのである。

その背景には，専門化・細分化に進んできた近代の医療の姿がある。今日，多くの医師が狭い領域のスペシャリストになっている。学生や研修医に至ってはほとんど全員がそれを目指して研鑽している。昨今注目されている総合医/総合内科医も，学生や研修医の認識は「広く浅く診療することに長けたスペシャリスト」である。医育機関もこの傾向に迎合し，学生や研修医が自然とスペシャリストになるように誘導して



いる。社会もそれを容認している。疾患はその疾患の専門医が診るという認識だ。

ところが、疾患を専門医が診療しようとする、医師の運用は非効率的になる。特に医師の母数が少ない過疎地域ではフルセットの専門医団を形成することができないため、医療がその地域で完結できない、すなわち医療崩壊に陥ってしまう。もともと過疎地域における診療は誰が受診しても対応できる「患者を診る」ことに特化した総合医・総合内科医が適しているが、彼らに専門的な知識・技術や経験が必要な「疾患を診る」ことを期待してはならないのである。

というわけで、専門医は都市部で診療し、過疎地域では総合医・総合内科医が診療を担うのが自然な流れだが、そこで総合医・総合内科医が専門的な知識が必要な「疾患」を診るためには、都市部の専門医によるサポートが必要になる。これを遠隔医療で賄えば、過疎地域の医療をサルベージすることができるのではないかな。

## 2 遠隔透析サポート

遠隔透析サポートも上述のような地域医療支援策の一環である。わが国の維持透析患者は国民の330～340人に1人である。高齢化が進んだ過疎地域では、さらにこれよりも高い頻度だろう。かなり辺鄙な集落にも透析患者はいると想定した方がよい。その透析患者は週に3回透析施設に通わなければならない。だから施設透析は都市部に集約することができず、全国津々浦々に散在している必要がある。究極の地域医療である。

その一方、透析はそこそこ専門医療でもある。尿毒症病態、血液浄化、体外循環、アクセス管理、保健行政や法令など、血液透析に特化した知識や技術は多い。これらを十分に経験した医師が透析専門医であり、日本透析医学会は「(透析専門医は)全国の透析施設すべてに1名以上勤務することを目標(とする)」と表明している<sup>※1)</sup>。これは正論である。

しかし正論ではあるが、綺麗ごとでもある。全国津々浦々に散在する透析施設のすべてに専門医を配備することなどできるわけがない。その医師の運用は非効率的過ぎるので、どれだけ専門医がいても充足することはない。

だから過疎地域の透析は総合医・総合内科医に任せ

て、これを透析専門医が遠隔でサポートするしかないのではないかな。

そう考えて、福島県立医大は2018年から福島県内の過疎地の維持血液透析施設を遠隔デバイスを用いて支援している。具体的には福島医大人工透析室とサポートを受ける地方病院の透析室を仮想プライベートネットワーク(Virtual Private Network; VPN)回線で繋ぎ、電子カルテ、透析オペレーションシステム、通信システムをそれぞれ独立に接続する。これによって二つの施設の透析室では患者の記録、透析の進行経過をリアルタイムに共有しながら、音声、画像、文字による通信が可能になる。イメージとしては福島医大病院の透析当番医がサポートを受ける病院のバーチャル透析当番を兼務していると考えてもらえばよいだろう<sup>1)</sup>。

このシステムを立ち上げてから7年経過した。サポート病院は4施設に増えているが、今のところ遠隔診療サポートに関連したトラブルはない。ただ、現在の悩みの種は福島医大で遠隔サポートに当たる透析専門医数に限りがあり、これが律速段階となってサポート病院を増やせないことである。一方、サポートを受けたいと手を挙げてくる病院は多く、対応に頭を悩ませている。

## 3 遠隔透析サポートの限界と今後の展望

このように遠隔透析サポートは過疎地域の透析診療を救う切り札になるのではないかと期待されていた。実際に、遠隔透析サポートを開始するきっかけとなった福島県北東部相双地区の透析医不足問題は、遠隔サポートを含む対策によってかなり緩和されたように思われる。

ところが、その相双地区の透析難民問題は未だに解消されていない。不完全とはいえ透析医不足を緩和しても、それが透析医療の改善には直結しないのである。

それは、医師は増やすことができて、スタッフを増やすことはできないからである。

わが国の人口は2004年をピークとして減り続けている。その特徴は、若年人口の激減であり、その結果として労働者人口が減少する。いわゆる「働き手クライシス」である。その一方、高齢者の人口減少速度はそれほどでもない。すなわち、医療サービスを必要とする者の人口はあまり減らないのに、働き手である医療サービスを提供する者の人口はどんどん減り続ける

ので、その受給バランスが大きく乱れる。この原稿を執筆している時点の15年後に当たる2040年に、2025年と同レベルの医療サービスを2025年と同じやり方で提供するとすれば、全労働者の20%が医療に従事する必要があると試算されている。それは無理だ、非現実的だ。医療は生産性の乏しい業種である。労働者の数が減少した2040年にわが国が食べていくためには、もっと稼げる業種にこそ労働力を集中させなければならない。医療に割く人的資源は、むしろ2025年現在よりも減らすべきなのだ。

そうすると、サービスのレベルを維持するためには、少ない人数で効率的に業務を進めていくしかない。透析業界において、それは医師では可能だろう。まずは遠隔サポートで、そしてその先は人工知能(Artificial Intelligence; AI)で、医師の仕事の多くは代行が可能である。そうでなくても医師はいま絶賛大量養成中であり、2040年を待たず医師余りの時代が来るとされている。この試算にはAIによる仕事負担の軽減は考慮されていないので、おそらくもっと早く医師過剰時代がやってくるだろう。そうなっても過疎地域に勤務する医師の数が増えたりはしないだろうが、しかし遠隔医療やAIによるサポートが充実すれば、おそらく悲惨を極める2025年現在の状況よりも好転はするはずだ。

しかし、遠隔医療もAIも、頭と眼と耳の代行しかできない。だから医師の仕事のうち頭を使う部分の代行はできる。かなりの部分といっても良いだろう。ところが、頭ではなく手を使う仕事、すなわちdecision makingを伴わない作業は全く代行できない。具体的には、透析医療現場でいえば看護師と臨床工学技士の仕事の大半である。人口減少社会においては看護師や臨床工学技士の数も減る。そのとき、これらの職種の仕事を代行する手段は、いまのところ思い当たらないのである。

福島県相双地区の現状がこれを先取りしている。遠隔医療の導入で医師不足は緩和されたが、スタッフ不足が律速段階となってそれ以上先には進めず、透析難民は解消されていない。これはおそらく相双地区に特異的な現象ではなく、未来のわが国の姿だ。日本が成長していた時代、筆者などの地方在住者は東京の発展を見て憧れると共に「あれが未来の我々の姿だと」期待に胸を膨らませていた。これからは違う。若者が減

り続けていくわが国では、いま現在過疎に悩む地域が未来の姿になる。このまま対策を考えないと、いずれ相双地区のような「働き手が足りないために医療が立ち行かなくなる」状況が全国各地で見られるようになり、透析難民が続出するようになるだろう。

そういう危機的状况に陥る前に、対策を立てておかなければならない。透析診療を看護師と臨床工学技士の労働力に依存しない体質に改善するのだ。具体的には穿刺・接続と抜針・止血である。透析業務の行程を俯瞰すると、この二つのピークに集中的に人手が必要である。逆にいえば、この二つのピーク以外はそれほど人手を要さない。かといって、全体の人手を減らすとこの二つのピークで仕事が渋滞してしまい、全体の流れが遅くなる。さらに、この二つのピークは医療事故が最も起こりやすい時間帯でもあるので、人手を減らすことは医療安全の観点からも現実的でない。こう考えると、透析診療の現場では人の運用が実に非効率的であり、働き手クライシスの時代に向かい風を受けやすい業種なのである。

既に都市部においてすら看護師の人員確保は容易でなくなってきた。確保できるにせよ、人件費は各施設の経営をますます圧迫していくだろう。ならば遠くない将来に、医師も穿刺・接続、抜針・止血業務を分担しなければならなくなるかもしれない。決して絵空事ではない。筆者が駆け出しのころは「医師だけが穿刺を行う」という透析施設は珍しくもなかった。その時代に戻るだけである。それが嫌なら外国人を導入して看護師・臨床工学技士業務を任せるしかなかろう。その選択肢も好ましくないと考えるなら、スタッフが穿刺・接続、抜針・止血をしなくても良いような透析システムを模索すべきである。具体的には、穿刺ロボットの開発、あるいはもっと根源的に、シャントを用いない透析、いわゆるシャントレスHDの開発である。このような透析システムの抜本的な見直しが必要な時代がやって来る<sup>2)</sup>。

## おわりに

「穿刺ロボット」とか「シャントレスHD」とか、何を夢みたいなことと思われるかもしれない。だが残念ながら、夢みたいのことを考えずに状況を冷静に判断すると、悲惨な未来しか思い浮かばないのだ。この危機に政府が透析業界に対して手厚い財政援助をし

てくれるとも思えない。だから夢を見る時間の余裕があるうちに、夢を実現させる努力を開始しなければならない。「改善」を得意技にする日本人が最も不得意な「革命」を、いまこそ起こすべきではないか。

利益相反自己申告：申告すべきものなし

#### 文 献

- 1) 風間順一郎：遠隔医療による維持透析診療サポートプロジ

ェクト・福島モデル 現状と展望. 日本遠隔医療学会雑誌 2022; 18(2) : 147-150.

- 2) 風間順一郎：遠隔医療システムを利用した地域の透析サポート 経緯と現況, そして展望. 新医療 2025; 52(1) : 76-78.

#### 参考 URL

- ‡ 1) 一般社団法人日本透析医学会「専門医制度について」  
<https://www.jsdt.or.jp/specialist/2113.html> (2025/9/4)

# 能登半島地震と能登半島豪雨での 透析医療の現況と対応

越野慶隆

医療法人瑞穂会みずほ病院

key words：災害医療，支援透析，地域医療，過疎，情報通信技術

## 要 旨

2024（令和 6）年 1 月に発生した能登半島地震および同年 9 月の豪雨災害は、石川県能登地方の透析医療体制に甚大な影響を及ぼした。過疎化と高齢化が進む地域において、災害時の透析医療継続は極めて困難であり、迅速かつ柔軟な支援体制が求められる。石川県透析連絡協議会では、災害時の状況把握と支援透析の調整を行い、能登半島地震では 377 人の支援透析を調整した。その過程では通信障害や医療資源の偏在、制度的課題など、多くの困難が存在した。その解決の一助として当会は、クラウドを用いた支援透析自動振り分けシステム（金沢医科大学）やインターネットウェアラブル端末を用いた透析患者の健康管理システム（金沢大学医学部）を開発中である。また、その実践にあたっては患者様の協力はもちろん臨床工学技士や看護師との多職種連携で進めている。

## はじめに

近年、地震や水害などの自然災害が全国各地で頻発しており、慢性疾患を有する患者にとっては、生命に直結する医療継続の確保が喫緊の課題となっている。とりわけ、慢性腎不全に対して維持透析を受ける患者においては、定期的な透析療法の中断が高カリウム血症や心不全、尿毒症など致命的な状態を招く可能性があるため、災害時においても安定的な透析継続体制の確保が不可欠である<sup>1)</sup>。

能登半島は、山間部と海岸部に小規模集落が点在し、

高齢化と人口減少が全国的に見ても顕著な地域である<sup>2)</sup>。医療資源に限られるなかで、日常的な透析医療の維持そのものが課題とされてきた。こうした地域特性のもと、2024（令和 6）年 1 月の能登半島地震および 9 月の豪雨災害は、地域の透析医療体制に重大な影響を及ぼすこととなった。

石川県透析連絡協議会は、県内の透析医療機関による自主的なボランティア組織として、災害時における相互支援体制の構築と訓練を継続してきた団体である。今回の能登半島地震および豪雨災害に際しては、各透析施設の被災状況の把握および患者の支援透析先の振り分け調整を行った。本稿は、協議会事務局の立場から、当時の対応の実際と、そこから得られた課題・教訓を記録し、今後の災害透析体制の構築に資することを目的として取りまとめたものである。

## 1 石川県透析連絡協議会の災害対策体制と訓練

石川県透析連絡協議会は、2007（平成 19）年に大学病院の垣根を超えた透析医療の情報共有と連携強化を目的に発足した、官民ともに参加した任意団体（初代会長 石川勲・金沢医科大名誉教授）である。本会は行政や医師会とは独立したボランティア組織でありながら、県内のほぼすべての透析施設が参加し、平時より災害対応に向けた準備と訓練を重ねてきた。

本協議会の災害対応の基本方針は、「災害により透析提供が困難となった患者について、可能な限り県内で受け入れ、透析継続を確保する」ことである。この理念に基づき、災害時には県内を「加賀」「中央」「能



登」の3地域に分け、被災地以外のエリアに臨時本部を設置し、支援透析体制を整える仕組みが構築されている。

支援透析に関する情報連絡と振り分けの実務は、事務局が中心となって行っており、被災施設からの透析困難情報の収集、ならびに受け入れ可能施設の調整を担っている。この際、使用される通信手段は、メール、電話、FAXに加え、非常時通信手段としてのMCA無線（Multi-Channel Access）も含まれる。MCA無線は、地震など大規模災害時に他の通信インフラが遮断された場合でも通信が可能であり、情報収集と連絡調整において重要な役割を果たしてきた。

このような支援透析体制の実効性を高めるため、石川県透析連絡協議会では、毎年9月の第1日曜日に「災害時支援透析訓練」を実施している。訓練は、仮想的に被災した透析施設を設定し、実際に支援透析の依頼・情報伝達・患者振り分けの一連の流れを模擬するものである。直近の訓練では、県内施設の90%以上が参加しており、極めて高い参加率と連携意識が維持されている。

しかしながら、令和6年能登半島地震においては、実際の災害対応と平時の訓練との間に少なからぬ乖離が認められた。通信の混乱や情報収集の遅れ、患者の重症度把握の難しさ、人員配置の限界など、現場が直面した課題は多岐にわたった。

## 2 令和6年能登半島地震における被害と活動記録

2024年1月1日16時10分、能登半島北部を震源とする最大震度7の地震が発生した。これにより、奥能登地域を中心とする透析医療機関に甚大な被害が生じ、通常診療の継続が困難となった（図1）。透析患者の多くは高齢者であり、定期的な医療介入が不可欠であることから、透析中断が生命に直結する状況において、迅速かつ柔軟な対応が求められた。本節では、石川県透析連絡協議会が中心となって行った対応を、一次避難と二次避難に分けて記述する。

### 2-1 一次避難対応の活動記録

地震発生直後、石川県透析連絡協議会事務局では、メール、電話、FAX、MCA無線を用いた被災状況の情報収集を開始した。エクセル表を基盤とする従来の連絡体制が基本とはなかったが、停電や通信インフラの断絶により、多くの施設からの連絡が困難となり、情報収集には遅延を伴った。特に奥能登地域では停電の影響で電子カルテが使用不能となり、患者の透析条件や基礎疾患、緊急性を把握することが困難であった。情報伝達にも大きなばらつきが生じ、現場では職員個人のスマートフォンのLine通信も重要な情報伝達手段であった。

支援透析が必要と判断されたのは、能登地域の市立輪島病院、珠洲市総合病院、公立宇出津総合病院、公立穴水総合病院、公立能登総合病院、恵寿総合病院、

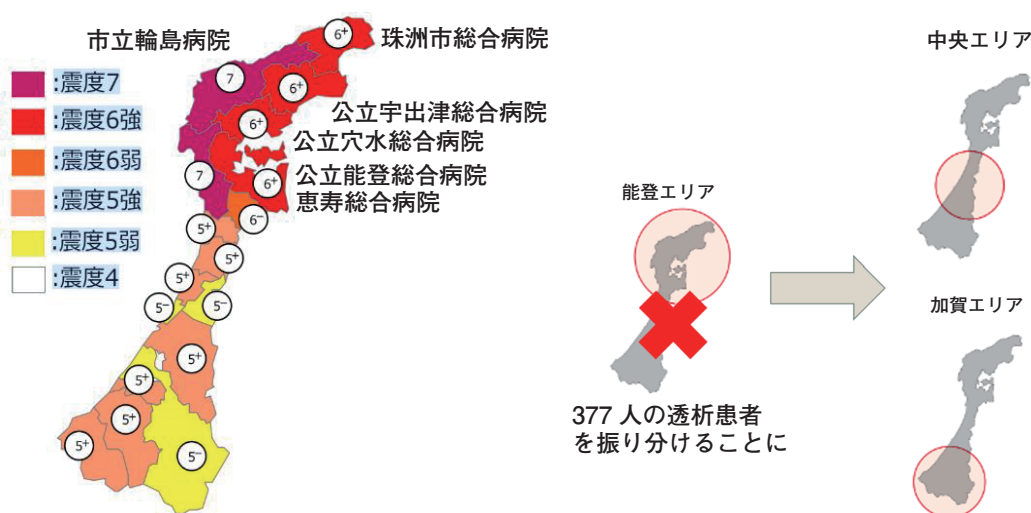


図1 能登半島地震で被害を受けた透析施設と支援透析振り分け

能登半島地震では能登半島の透析医療機関の6病院すべてが震度6以上の震災にあった。石川県透析連絡協議会はこの能登エリアで透析を受けている377人を石川中央・加賀に振り分けて透析を実施した。

（石川県透析連絡協議会 筆者作成）

立穴水総合病院、恵寿総合病院（恵寿ローレルクリニック）、公立能登総合病院であった。被災した患者は能登エリアから、中央・加賀エリアの透析施設へと振り分けられた。この区域分けは、石川県透析連絡協議会が平時より訓練で想定していた体制に基づくものであり、一定の機能を果たした。しかしながら、交通網の被災（道路の崩壊・陥没・通行止めなど）により、能登地域からの患者移送は非常に困難を極めた。特に発災直後の元日という時期もあり、人員確保や運行調整は大きな負担となった。実際の移送には、自衛隊によるヘリコプターやドクターヘリによる空路、および自衛隊車両やバス等による陸路が併用された。

能登以外の県内透析施設においては、全体として透析継続は可能であったが、一部で被害が確認された。著者の勤務する津幡町のみずほ病院では断水が発生したが、1月2日には給水車の派遣を受け透析を継続することができた。また、他施設ではエレベーターの自動停止により2階以上の透析室への移動が困難になったほか、病棟スプリンクラーの誤作動により水浸しとなり入院透析の受け入れができなかった例も報告された。また、道路の液状化や家屋被害によって職員の出勤が困難となり、人的資源の確保に苦慮した施設が多

数あった。

このような状況下においても、377人全員の血液透析患者が1月6日までに支援透析施設にたどり着き、透析を受けることができた。一方で、支援透析施設にたどり着いた際には、カリウム値8 mEq/Lを超える高カリウム血症や血清クレアチニン25 mg/dL、心不全徴候を呈していた患者が含まれており、「運良く間に合った」ケースも多かった。これは、災害下での透析中断がいかに致死的风险を有するかを物語っている。

腹膜透析患者については、7人中6人が継続可能であった。通信機能の維持や物品供給体制の確保により腹膜透析離脱は1人（非災害関連）にとどまった。ただし、避難所という通常と異なる環境でのバック交換の困難さや心理的負担も報告されており、今後の災害支援体制において環境整備も含めた多面的支援が求められる。

## 2-2 二次避難の活動記録と長期避難の実態

被災地のインフラ復旧が長引いたため、多くの患者は自宅やかかりつけ施設に戻れない状態が続き、長期の「二次避難」生活を強いられることとなった。特に

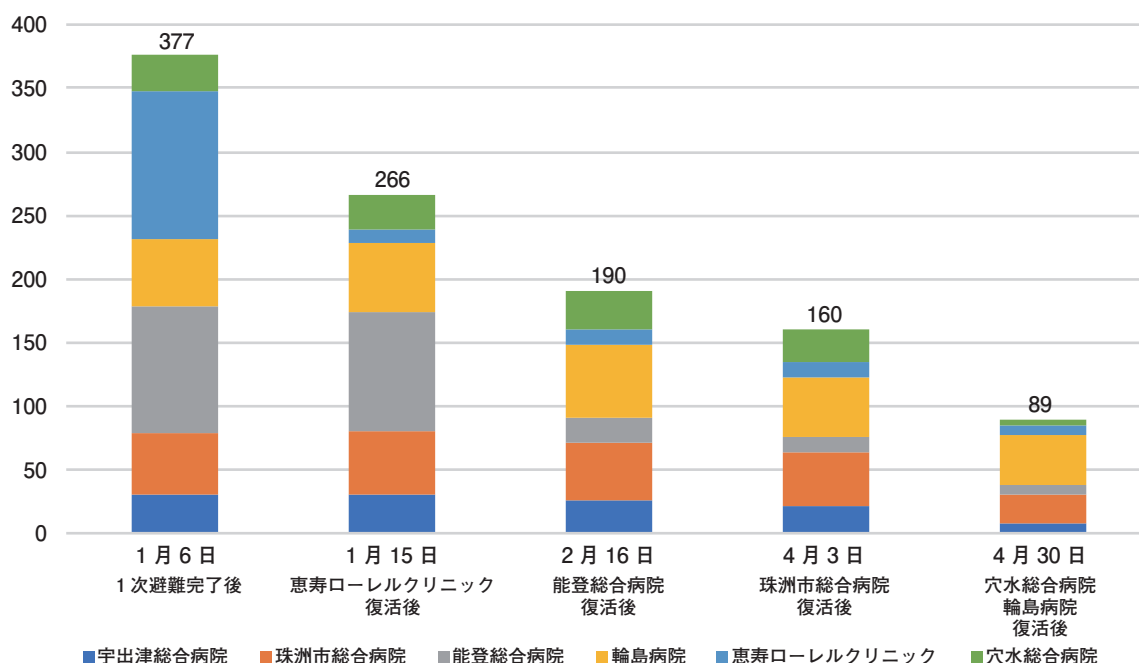


図2 石川県内の支援透析患者数の推移

能登震災による支援透析患者数の変化を示す。1月6日に377人であったが1月15日に恵寿ローレルクリニックが2月16日に能登総合が復活して支援患者数は266人と190人と減少したが奥能登4病院が復活しても生活環境などのためか4月30日になっても89人に支援透析が必要な状態であった。

（文献2より引用，一部改変）

珠洲・輪島を含む奥能登地域では、断水・交通遮断・住宅の損壊などが長期化し、帰還困難者が多数にのぼった（図2）。

透析患者の二次避難先としては、金沢市や加賀市の医療機関や宿泊施設、避難所、介護施設などが主に用いられた。県内すべての病院で入院ベッドが不足していたなかで、入院環境の確保については行政・医療機関との調整が困難なケースが多数生じた。

避難所・宿泊施設から透析施設への通院手段としての公共交通機関が不足していたため、タクシーを利用せざるを得ないケースが多く、患者に少なくない経済的な負担があった。一部の医療機関では送迎サービスを自発的に実施したが、制度的支援は遅れ、宿泊費・食費・通院費の一部が公費支援の対象とされたのは1月29日以降であった。複数回の避難所移動を求められたケースもあり、将来への不安から精神的ストレスを訴える者も多かった。一方で、避難生活のなかで患者同士の結束や相互扶助がみられたことは、支援側にとっても励みとなった。

### 3 令和6年能登半島豪雨における被害と活動記録

2024年9月21日、石川県能登地方に線状降水帯が発生し、輪島市・珠洲市・穴水町を中心とした広範囲で冠水・土砂災害・断水が発生した。この豪雨災害は、同年1月の地震で脆弱化した地盤や水系に二次被害をもたらした。透析医療機関にも再び深刻な影響を及ぼした。

豪雨発生当日、石川県透析連絡協議会は午前10時47分に県内すべての透析施設に向けて被害状況報告をメール依頼した。正午には初期報告が集まりはじめ、協議会内で災害対応の体制が再稼働された。輪島病院では断水の影響により透析困難となる可能性が報告され、県内医療機関に支援透析の調整を開始したが、夜間に断水が復旧したことにより支援透析は回避された。その他の病院では、院内設備には影響がなく自施設で透析継続が可能であった。

豪雨に対する対応を通じて、迅速な情報収集と対応判断が支援の可否を左右しうることが改めて確認された。一方で、今回の豪雨で浮かび上がった課題も多い。特に日曜日に重なったことから、多くの透析施設では通常の診療体制が稼働しておらず、緊急連絡先の把握が困難であった。代表電話は無人で、担当医師への連

絡がスムーズにいかず、支援要請・調整が遅れる事例もあった。また、患者自身の居住地域が土砂崩れや浸水の被害を受け、通院困難に陥る例も散見された。これに対し、協議会では被災患者を対象とした支援金配布を検討している。

今回の豪雨被害は、透析医療機関の物理的被災は限定的であったものの、地震との複合災害の一環として医療体制にさらなる負担を与える結果となった。今後、気候変動の影響も見据えた「連続災害」への備えが、透析災害医療の重要な視点となるであろう。

### 4 今後の課題と展望

能登半島地震および豪雨災害を通じて、石川県透析連絡協議会では、限られた体制のなかで支援透析の対応を行ってきたが、同時にさまざまな課題や限界も実感されることとなった。今後、地域における透析医療を持続可能なものとしていくためには、構造的課題の整理と技術的な補完、多職種・多団体との連携が不可欠であると考えられる。

#### 4-1 能登地方の透析医療継続に関する課題

震災以降、奥能登地域では透析患者の数が大きく減少している。能登北部の4病院（珠洲市総合病院、市立輪島病院、公立宇出津総合病院、公立穴水総合病院）では、震災直後の時点で157人が透析をうけていたが、豪雨発生時には128人にまで減少していた（表1）。透析患者に関わらずこれらの病院においては入院・外来患者が震災前と比べ減少していることが報告されている<sup>※1)</sup>。こうした変化は、住宅の損壊や生活基盤の崩壊、あるいは長期避難による地域離脱など複数の要因が重なった結果と考えられる。

人的資源の確保も大きな課題である。医療スタッフも多くが被災者であり、家庭の事情や保育・教育環境の不足などを背景に、被災地を離れざるを得なかった人がいた。医療スタッフの減少が、継続的な医療提供に大きな負担となっていると考えられる。

こうした状況を受け、石川県では奥能登地域の医療体制を見直す一環として、能登空港周辺に新たな中核病院の建設が検討されていると報道されている<sup>※2)</sup>。この構想では、奥能登の既存4病院をサテライト施設と位置づけ、より効率的な医療提供体制を目指している<sup>※3)</sup>。今後の地域医療のあり方については、透析患



表1 震災時と豪雨時の能登地域公立病院における透析患者数の比較

医療機関	震災時透析患者数 (令和6年1月1日)	豪雨時透析患者数 (令和6年9月20日)	減少数
市立輪島病院	52	42	10
珠洲市総合病院	47	35	12
宇出津総合病院	30	27	3
穴水総合病院	28	24	4
合計	157	128	29 (18.5%)

奥能登4病院での透析患者数を震災発生時（令和6年1月）と豪雨（令和6年9月）と比較した。それぞれの病院での透析患者数は減少している。  
（文献3より引用）

表2 石川県透析連絡協議会と県内団体との協力事業

団 体	事業内容
金沢大学大学院腎臓・リウマチ膠原病内科	透析患者の被災の影響の観察研究 ウェアラブル端末を用いた健康状態モニタリングシステム構築（研究助成）
金沢医科大学腎臓内科学	災害時透析患者の避難先透析施設振り分けの自動化と透析情報管理システムの構築に関する研究（研究助成）
石川県腎友会	透析患者の被災の影響の観察研究
石川腎不全看護研究会	透析患者の被災の影響の観察研究豪雨での施設情報
石川県臨床工学技士会	助成研究の評価

震災後に金沢大学大学院腎臓・リウマチ膠原病内科、金沢医科大学腎臓内科学に震災に対応する研究を依頼した。  
また石川県腎友会・石川腎不全看護研究会・石川県臨床工学技士会とも協力関係が構築された。  
（筆者作成）

者を含む住民の生活実態や通院環境にも配慮しつつ、慎重に議論が進められることが望まれる。

#### 4-2 技術的対応と各団体との連携

石川県が策定した「能登復興プラン」では、マイナンバーカードのさらなる利活用や、通信・放送インフラの強靱化が掲げられている<sup>※4)</sup>。これらの方針は、災害時における医療情報の共有や、迅速な安否確認、地域間連携にも資するものと考えられ、透析医療においても活用が期待される。

石川県透析連絡協議会においては、これまでの災害訓練に加えて災害透析医療の質向上を目指し各機関と連携した取り組みを行っている（表2）。まず石川県災害医療助成として、石川県内の大学病院の新規技術開発の支援を行っている。具体的には、クラウドを用いた透析条件保管管理システムの構築（金沢医科大学腎臓内科学）とウェアラブルデバイスを用いた患者モニタリングシステムの構築（金沢大学大学院腎臓・リウマチ膠原病内科学）である。また、石川県臨床工学技士会、石川腎不全看護研究会、石川県腎友会とも連携し被災患者の透析状況の追跡調査等を行っていく予定である。

#### 結 語

能登半島地震および豪雨災害は、過疎化・高齢化が進む地域における災害透析の脆弱性を改めて浮き彫りにした。石川県透析連絡協議会では、発災直後から多職種・多機関との連携のもと支援透析の受け入れ調整を行い、最終的に377人全員の透析を確保することができた。しかしその過程には、通信インフラの途絶、電子カルテの停止、医療者不足、情報の非対称性など、訓練では想定しきれなかった数多くの課題が存在した。また、今回の災害は単なる「急性期の一過性の問題」ではなく、長期避難・施設復旧の遅れ・医療従事者の離職・患者数の減少などの慢性的な課題へも波及している。能登地域における透析医療の継続性をいかに維持していくかは、今後の地域医療全体の課題とも深く関わるものである。

被災直後から現在に至るまで透析医会を含めた多くの関係団体からの支援と協力を得た。現場レベルでも、透析に関わる職種がそれぞれの立場で柔軟に対応し、被災地支援の現場を支えてもらったことは、今後の連携の礎となるものであると感じている。

災害対応は、地域性や発生時の条件によって大きく異なるため、常に同じように対応できるものではない。



しかしながら、今回の能登震災・豪雨対応の経験が、今後の全国的な災害透析計画の一助となれば幸いである。

利益相反自己申告：（講演料）協和キリン株式会社

#### 文 献

- 1) Smith RS, Zucker RJ, Frasso R : Natural Disasters in the Americas, Dialysis Patients, and Implications for Emergency Planning : A Systematic Review. Prev Chronic Dis. 2020; 17 : 190430. <https://doi.org/10.5888/pcd17.190430>
- 2) 越野慶隆, 猪坂幸司, 高橋純子 : 令和 6 年能登半島地震における石川県透析連絡協議会の支援活動報告. 日透医誌 2024; 39(2) : 249-255.
- 3) 越野慶隆, 猪坂幸司, 大豊千恵, 他 : 令和 6 年能登半島豪

雨災害における石川県透析連絡協議会の報告報告. 日透医誌 2024; 40(1) : 71-77.

#### 参考 URL

- ‡ 1) 石川県「過疎地域持続的発展方針（令和 3 年度～令和 7 年度）」<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/shinkou/kaso/documents/kasokeikaku.pdf>（2025/7/27）
- ‡ 2) NHK 金沢放送局「奥能登の救急医療など集約へ 県が能登空港周辺に新病院の考え」<https://www3.nhk.or.jp/lnews/kanazawa/20250220/3020023261.html>（2025/7/27）
- ‡ 3) 石川県健康福祉部「第 2 回奥能登公立 4 病院機能強化検討会」<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/iryou/support/documents/03r6dai2kaishiryou.pdf>（2025/7/27）
- ‡ 4) 経済産業省「奥能登版デジタルライフラインについて」[https://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/digital\\_architecture/siryou5\\_isikawakenteishutu.pdf](https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/digital_architecture/siryou5_isikawakenteishutu.pdf)（2025/7/27）

## 患者送迎の現状と問題点

矢野寛治

日本透析医会専務理事/社会医療法人財団石心会川崎クリニック

key words：患者送迎，費用負担，送迎の基準，負担の公平性，介護タクシー

### 要 旨

2023 年，日本透析医会会員施設および日本透析医学学会会員施設を対象に行った通院送迎に関する実態調査では，施設負担の患者送迎を行っている施設が 70.9%，送迎患者比率は 35.0% であった。患者 1 人あたりの送迎費用の平均値は月額 24,133 円であり，施設の経済的・人的負担は重大である。2022 年末からの透析患者数の減少，エネルギー価格・人件費の高騰，透析材料費の薬価上昇もあり，透析医療機関の経営環境は急速に悪化しており，今後，送迎サービスの存続が危ぶまれる事態を迎えている。

患者送迎の最大の問題点は，都市部での過剰な送迎と，公共交通機関の不十分な地域の送迎である。前者は既成事実化しており，この状況を変えることは極めて困難と思われる。しかし，負担の公平性，透析医療機関の経営環境の悪化，公共交通機関の不十分な地域の送迎に対する行政の扶助を考慮すると何らかの対策を講じる必要がある。

- ① 送迎の基準を定め，患者の強い希望があっても必要のない患者は送迎しない
- ② 導入病院は送迎を安易に紹介基準としない
- ③ 介護タクシーへの切り替え

——などの対策があり，当院はこれにより施設による送迎を中止した。

一方，公共交通機関の不十分な地域では人的資源も枯渇して介護タクシー，一般タクシーの利用は困難で，自院で送迎するにも人材が確保できず，問題はより深

刻である。これは厚生労働省が推進する地域包括システム構想の中で解決されるべき問題であり，行政に託すしかないと思われる。

### はじめに

通院困難透析患者の送迎を当院は介護保険制度（2000 年），医療法人の付帯業務拡大解釈発出（2005 年）前の 1994 年頃より開始した。大腿骨頸部骨折後，経済的事情もあり通院困難となり，当院の車両を用いて事務員が送迎をせざるを得なかった事例がきっかけであった。その後，患者数の増加，高齢化もあり，送迎患者数は増加し，送迎率は 5～10% を推移した。当時，送迎を行っている施設は近隣にまったくなく（全国的にもほとんどなかった），送迎が必要な患者だけ紹介してくる病院や送迎希望で当院に転院してくる患者も多く，困惑した。そこで，送迎の基準を定め，基準を満たさない患者は送迎しないことを導入病院に通告した。これにより送迎率は 10% 以下を維持していたが，10 年前より 10% を超えるようになり，付き添いや介助を要する患者も増加したことから，介護タクシーへの切り替えを進めた。その際，介護タクシー利用者では患者負担があり，必要性の低い当院送迎バス利用者は患者負担がないことに疑問を感じ，全例介護タクシーに切り替えを行い，2024 年 5 月に自院送迎バスを中止した。

2007 年 6 月，日本透析医会は全国腎臓病協議会と共同で「通院困難な患者への対応，及び長期入院透析患者の実態調査」を行った。376 施設から回答があり，

送迎の実施率は51%であった<sup>1)</sup>。2023年、日本透析医学会会員施設および日本透析医学会会員施設を対象に行った送迎サービスに関する実態調査では、822施設より回答があり、施設負担の患者送迎を行っている施設が70.9%、送迎患者比率は35.0%であった<sup>2)</sup>。送迎に関わる費用も調査したが、施設の経済的・人的負担は重く、経営を圧迫している実態が明らかとなった。近年、透析医療機関の経営環境は急速に悪化しており、今後、送迎サービスの存続が危ぶまれる事態を迎えている。

患者送迎の最大の問題点は都市部での過剰な送迎と、公共交通機関の不十分な地域の送迎である。前者は既成事実化しており、この状況を変えることは極めて困難と思われるが、都市部にある当院の長年の患者送迎の経験から、この問題に対する対策を検討した。

## 1 患者送迎の現状

日本透析医学会が5年ごとに行っている血液透析患者実態調査によれば、2021年度は通院手段として透析施設の送迎車両の利用が24.8%と、2016年度調査の17.8%から7%増加していた<sup>3)</sup>。患者4人に1人が施設送迎により通院している。そこで、透析医療の中長

期的な在り方検討委員会で、2023年、日本透析医学会会員施設および日本透析医学会会員施設を対象に送迎サービスに関する実態調査を行った。822施設（公的病院97、民間病院232施設を含む）より回答があり、施設負担の患者送迎を行っている施設が70.9%であり、送迎患者比率は35.0%であった<sup>2)</sup>。以下に本調査の要点を記載する。

- 1) 都道府県によって送迎実施率は大きな差があった。関東（群馬県除く）、愛知県、大阪府、兵庫県などの都市部で80%前後と高い傾向がみられた。一方、それ以外の地域では実施率0~100%と大きな差があった（図1）。県別回答施設数を表示したが、回答施設数の少ない県の実施率の解釈には注意が必要である。
- 2) 1施設あたりの送迎患者数は平均49.4人、中央値40.0人であり、およそ患者の半数を送迎している。
- 3) 患者1人あたりの送迎費用の平均値は月額24,133円、中央値22,111.5円であり、送迎に負担を感じている施設が多かった。
- 4) 中央値の施設（患者数85人、送迎患者数40人）の送迎コストは年間1,061万円となり、これ

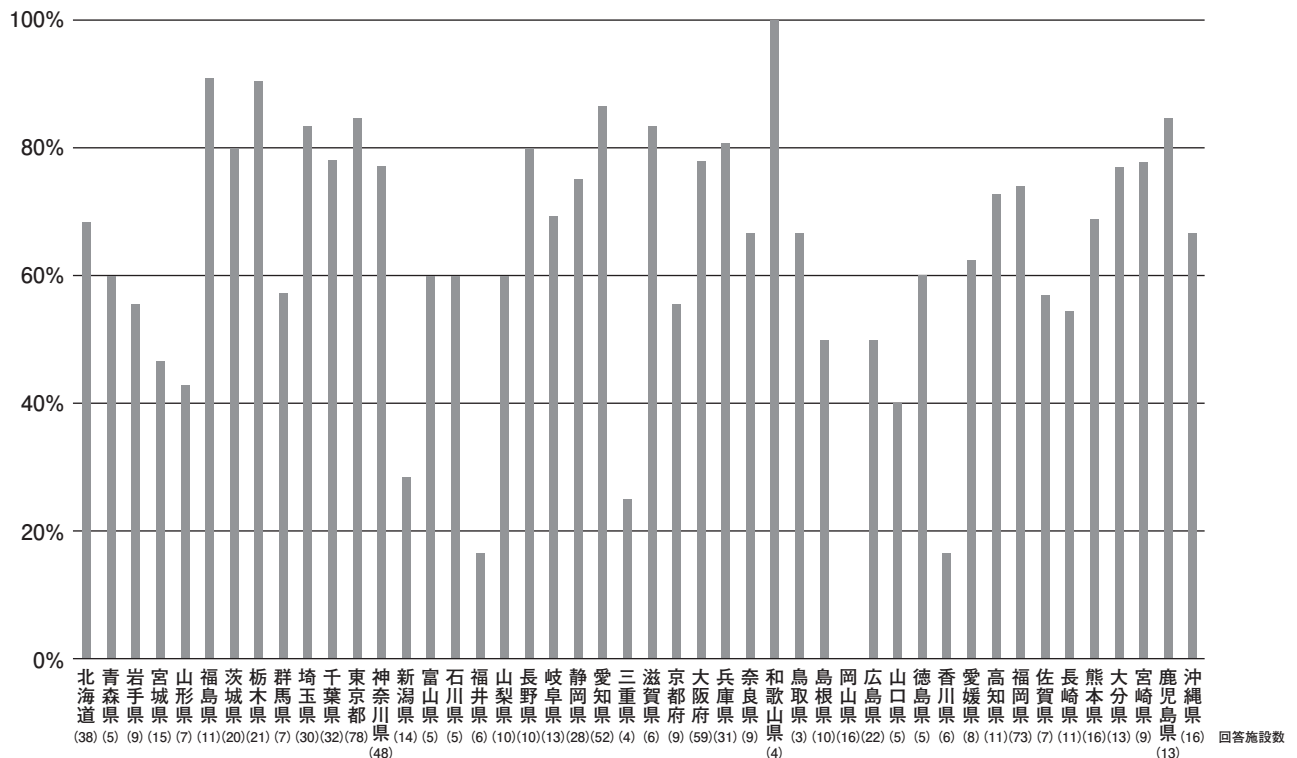


図1 都道府県別送迎比率

(文献2より引用、一部改変(回答施設数))

は透析医療機関収益の2.8%程度に相当する。

- 5) 報告者(山川)の試算(透析患者35万人、送迎率35%)では、患者送迎に関わるコストは年間360億円となり、これは年間透析医療費1.6兆円の2%強を占める。

以上より、公立病院、導入病院を除き、維持透析を行っている病院、有床診療所、無床診療所の大半の施設が送迎を行い、施設の経済的・人的負担は非常に重大である実態が明らかとなった。今回の調査でも、経営を圧迫しており、診療報酬での加算、行政による補助金を要望する回答が非常に多かった。

2022年末の日本透析医学会統計調査で透析患者数が初めて減少に転じ、2023年末も3,966人減少し、今後もこの傾向が続くと推定される。診療報酬も2002年、2008年の大幅な減額以降もなお減額が続いており、現在も大幅な減額リスクが内在している。一方で、エネルギー価格・人件費の高騰、透析液、抗凝固剤の薬価上昇もあり、透析医療機関の経営環境は急速に悪化しており、今後、送迎サービスの存続が危ぶまれる事態を迎えている。

## 2 医療機関による送迎の法的根拠

### 2-1 医療機関による送迎サービス

医療法人が行う送迎は、2005(平成17)年に厚生労働省老健局振興課と国土交通省自動車交通局旅客課間で取り扱い方針が定められた(医政発第0330002号：医療法人の付帯業務拡大解釈)。患者サービスの一環としてバス等を使って無償で患者などの送迎を行うことについては医療法人の付帯業務にあたるものであり、道路運送法の適用外であると明記されている(表1)。

### 2-2 自家用旅客有償運送

2006(平成18)年道路運送法の一部改正があり、自家用旅客有償運送という制度も作られた。市町村運営有償運送、過疎地有償運送(以上は2020年交通空白地有償運送に統合された)、福祉有償運送の運送形態がある(表2)。これは市町村、NPO法人、社会福祉法人だけでなく医療法人も可能であるが、地域における関係者の協議を経て登録申請を行う必要があり、個別輸送、対価はタクシー運賃の1/2を目安とするな

表1 医療機関による送迎サービス

	有 償	無 償
ドライバーの免許	第二種運転免許が必要	普通自動車免許でよい
法律	道路運送法第3条の「旅客自動車運送事業」が適応される	諸手続きは不要 10名以下とする
許可	国土交通省の許可が必要	申請義務なし

(筆者作成)

表2 自家用旅客有償運送—2006(平成18)年道路運送法の一部改正

- 運送形態
  - ①市町村運営有償運送 } → 2020年
  - ②過疎地有償運送 } 交通空白地有償運送(地域住民、観光客)
  - ③福祉有償運送
- 運送主体：市町村、NPOのほか公益法人、社会福祉法人、農業協同組合商工会、医療法人、一般社団法人
- 登録申請
  - ✓地域公共交通会議または運営協議会で協議が調っていること
  - ✓運転車が一定の要件を備えていること(介護福祉士などの資格または一定の講習を受けている)
  - ✓運行管理の責任者、運行管理体制
  - ✓整備管理の責任者、体制
  - ✓一定の損害賠償措置を講じていること(対人8,000万円、対物200万以上)
- その他
  - ✓対価：タクシー運賃の1/2を目安とする。一部の特区では8割を目安とする(公共ライドシェア)。
  - ✓福祉有償運送は個別輸送が原則であるが、透析患者の透析のための送迎、知的障害者や精神障害者の施設送迎等、運送者が必要と認めた場合には複数の患者を運送することができる。ただし、他人の介助によらずに移動することが困難と認められ、かつ単独でタクシー等の公共交通機関を利用することが困難な者に限定されている。

(筆者作成)



どの規定もあり、ハードルは高い。後述する NPO 法人や社会福祉法人が行う福祉有償運送や訪問介護事業所による送迎サービスがこれに該当するが、医療法人が運営する例は少ない。しかし、負担の公平性（介護タクシーは患者負担、医療機関の送迎は無償）、医療機関の経済的負担を考慮すると今後検討すべき方法かもしれない。

### 3 介護タクシー

便宜上、車両を用いての送迎を介護タクシーと呼んでいるが、さまざまな事業形態がある。

- 1) 福祉タクシー：介護保険適用外、自費の介護タクシー。費用は通常メーター料金＋自費介助料で月額 9 万円程度。生活保護受給者が移送費で利用するケースが多いが、最近は生活保護課から、より安価な介護タクシーへ変更依頼が入ることもある。
- 2) 介護保険タクシー：訪問介護事業所等が行う介護タクシー。費用は通常メーター料金＋介助料（介護保険対応）で月額 33,000～65,000 円程度。要支援の場合、介助料は自費扱い（片道 1,100～3,000 円）となるが、患者支援に理解を示す事業所では要支援でも片道 350 円の介助料で送迎して

くれることになり、利用者の拡大につながった。

- 3) 障害支援を利用した送迎サービス：介護保険非該当の患者や 65 歳未満の生活保護受給者などが対象。費用は運賃 0～90 円（片道 2 km）＋介助料（所得に応じた負担額）で月額 0～2,340 円程度。
- 4) 福祉有償運送：NPO 法人や社会福祉法人が自家用車を使用した有償の移送サービス。費用はタクシー料金の半額以下の運賃＋介助料（介護保険対応）で月額 20,000～30,000 円程度、運賃部分はタクシー券利用可能。一部の事業所では、介護認定不要で身体障害者手帳所持で利用が可能である。
- 5) 訪問介護事業所による送迎サービス：利用条件、費用とも福祉有償運送と同様。一部の事業所ではボランティア送迎として運賃部分が会費制（月額 4,000 円）で介助料と合わせても月額 8,000～12,000 円で送迎してくれる。当院の患者はこれを多用している。

介護タクシーは 1) 2) のように高額で、世帯収入の少ない透析患者には負担困難であるとの意見<sup>2)</sup>もあるが、上記のように月額 1 万円前後で利用できる介護タクシーもある。また、福祉有償運送事業の登録をしても市のホームページなどに掲載せず、検索しても出てこない事業所も少なくない。訪問介護事業所や

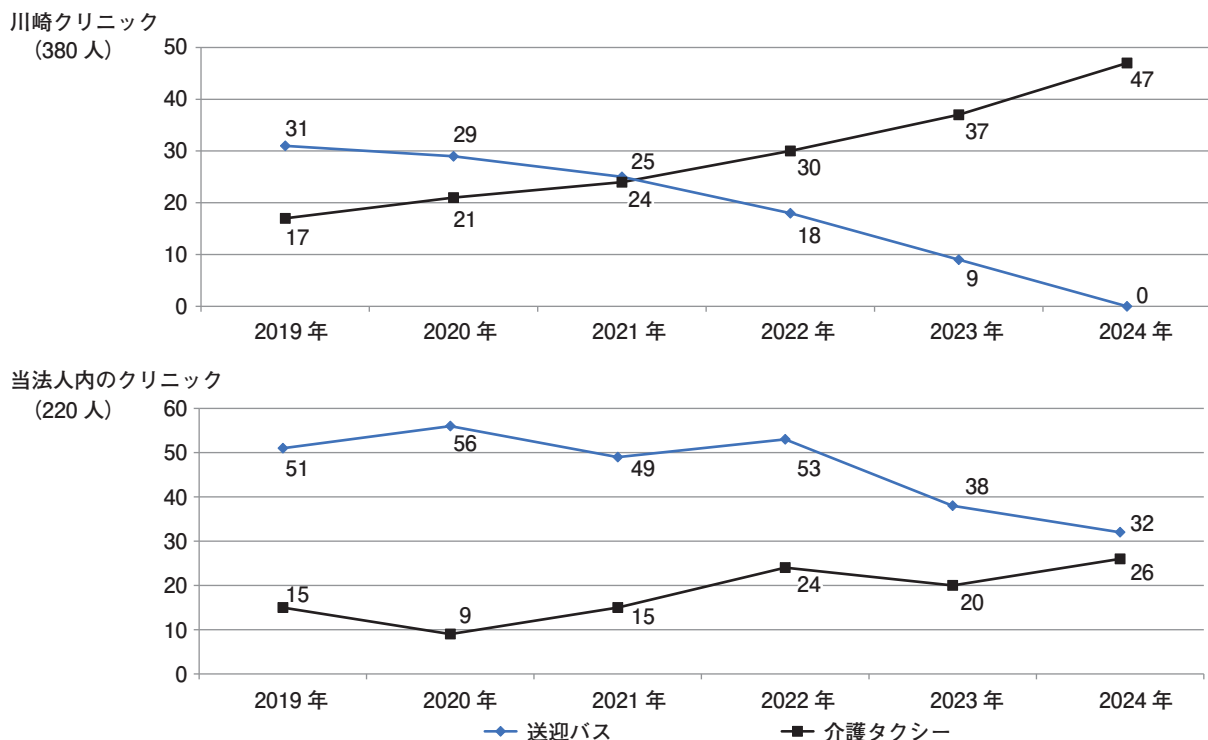


図 2 送迎バスと介護タクシー利用者の推移  
(筆者作成)

地域の関係機関と密に連携することで公開されていない事業所と連携可能である。しかし、福祉有償運送事業やボランティア送迎は地域差が大きく、十分活用できない地域もあるかもしれない。そのような地域では、行政による通院扶助、NPO 法人や医療法人による福祉有償運送を検討（いずれもハードルは高いが）する。

当院は 30 年以上前から通院困難患者の送迎を行ってきたが、送迎バスを利用していない患者との公平性の観点（送迎バス利用者は無料）から、介護タクシーの利用を促進し、2024 年 5 月に自院送迎バスを中止した（図 2）。当院は、以前より要介護患者のみを送迎していたためスムーズに移行できたが、当法人内の別のクリニックでは開院当初より 40% 程度の患者を送迎していたこともあり、十分移行できていない。また、当院では常勤のケースワーカーの努力で、介護保険や介護タクシーの利用が促進された経緯もあり、ケースワーカーの活用も一つの対策となる。

#### 4 都市部での過剰な送迎

送迎の必要性は、1) 自力での通院不可（認知症、歩行困難、視力障害等の要支援、要介護状態）、2) 交通空白地（公共交通機関が不十分）に大別される。大半の施設は必要に迫られて送迎していると思われるが、患者希望に応じた安易な送迎は、無料送迎は当然という患者側の意識を助長し、ADL の低下、医療機関の経営状況の悪化を招来する可能性がある。

送迎に関する実態調査<sup>2)</sup>では、関東（群馬県を除く）、愛知県、大阪府、兵庫県など都市部と思われる都府県で送迎比率 80% 前後と高かった（図 1）。また、2025

年神奈川県腎友会の施設向け調査（87 施設、8663 人）では透析施設による送迎が 45.6%、介護事業所による送迎が 5.2% であった<sup>4)</sup>。東京、横浜、名古屋、大阪などの都市部では患者の半数以上を送迎している施設が多数あるとも聞く。

なぜ公共交通機関が発達している都市部で送迎率が高いのか。送迎しないと患者が来ない、導入病院が送迎を条件に患者を紹介、患者・導入病院の無料送迎は当たり前という意識が背景にあり、患者数確保のため送迎をやらざるを得ない状況となっていると思われる。横浜市のある地域では、送迎していないのは導入病院と送迎しなくても集患できている極めて少数の診療所のみである。さらに、周囲の施設での過剰な送迎、患者の強い希望、「ついでに送迎」（親子、兄弟、夫婦、近所、同じ方向……）、施設の事情（効率的運営、患者数確保）も加わり、過剰な送迎となり、送迎競争となっている地域もある。このような地域では、小規模施設は効率的運用は困難であり、重い経営的負担から送迎の継続、さらには透析医療の持続も困難となる事態が予想される。すでに東京都、神奈川県では小規模施設の閉院、売却が毎年数件報告されている。

この施設負担による無料送迎は当たり前という患者・導入病院の意識、都市部での過剰な送迎は既成事実化しており、この状況を変えることは極めて困難と思われる。しかし、ここ数年透析医療機関の経営環境は急速に悪化しつつあり、今後、送迎サービスの存続が危ぶまれる事態を迎えている。何らかの対策を講じる必要がある。考えられる対策を表 3 にまとめた。5)～7) はハードルが高いが、1)～4) は実施可能と思

表 3 都市部での過剰な送迎に対する対策

- 1) 送迎の基準を定め、患者の強い希望があっても必要のない患者は送迎しない。患者数確保、効率的運営を考えた「ついでに送迎」（親子、夫婦、近所、同じ方向……）をしない。
- 2) 導入時は一時的に ADL が低下している患者も多く、導入病院は送迎を安易に紹介基準としない。
- 3) 介護タクシーへの切り替え：介護認定を促進し、付き添いの必要な患者、車イス送迎の患者から移行していく。これにより、要介護の患者は自己負担があり、そうでない患者は自己負担がないという矛盾（負担の不公平性）を考えざるを得なくなる。
- 4) 最寄り駅へのシャトルバスの運行→公共交通機関利用の促進。
- 5) NPO 法人を設立、または医療法人で自家用旅客有償運送（福祉有償運送）を行う（負担の公平性）。この制度では、他人の介助によらずに移動することが困難と認められ、かつ単独でタクシーなどの公共交通機関を利用する事が困難な者に限定されている。
- 6) 地域で各施設の送迎の現状と基準を話し合い、過剰な送迎を回避する方策を策定する（自主規制）。
- 7) 日本透析医学会で自主規制案を策定し、会告として提案する。

（筆者作成）

われ、検討されたい。とくに、地域の中心的な透析施設と思われる日本透析医会会員施設が先導すべきである。当院では以前より1)~4)を推進し、2024年5月には送迎バスによる個別送迎を中止した。

## 5 過疎地における送迎の現状

最も大きな問題は、公共交通機関の不十分な地域の送迎である。このような地域では人的資源も枯渇して介護タクシー、一般タクシーの利用は困難で、自施設で送迎するにも人材が確保できず、問題はより深刻である。これは厚労省が推進する地域包括システム構想の中で解決されるべき問題であり、行政に託すしかないと思われる。

過疎地における送迎の現状については、日本透析医会が行った「北海道における通院困難地域の透析患者等に関する実態調査報告」<sup>5)</sup>があり、非常に厳しい現状が報告されている。2023年8月、札幌市を除いた北海道の全透析医療機関175施設に調査票を郵送し、110施設（血液透析6,403人、腹膜透析92人）から回答が得られた。通院困難地域（医療機関までの距離が片道30km以上または通院時間が片道1時間以上）から通う血液透析患者がいると回答した透析施設は36%で、該当患者数は総数の3.3%であった。通院手段は自家用車（46%）、病院の送迎車（22%）、自治体の送迎車（13%）、タクシー（介護タクシー含む、9%）、公共交通機関（8%）の順であった。いずれも患者、透析施設、自治体の経済的負担は重い。通院が困難なために転居した患者、腹膜透析に移行した患者も少数みられた。また、地方の透析医療機関においては透析医師および透析医療スタッフの確保が極めて困難であり、患者数の減少や送迎費用負担増大による経営困難の実態が明らかとなった。今後、このような地域では透析医療機関の存続も困難になると予想される。一部の地域で行われている通院扶助の拡大、さらに透析医療の特殊性を考慮した過疎地域の透析診療報酬の増額も検討すべきであると考ええる。

## 6 高齢者施設の透析患者受け入れと通院透析

2024年1月に日本透析医会血液透析患者実態調査検討ワーキンググループは介護保険委員会と合同で、「高齢者施設の透析患者の受け入れと透析施設の支援体制」について調査した<sup>6)</sup>。日本透析医会会員施設

481施設、介護老人福祉施設（特養）752施設、有料老人ホーム281施設、サービス付き高齢者向け住宅（サ高住）281施設から回答が得られた。透析施設での通院患者の高齢者施設への入所人数（過去1年間）は1~4人（44.3%）、0人（33.5%）、5~9人（13.9%）、10人以上（7.5%）であった。高齢者施設の種類の、有料老人ホーム44.2%、サ高住37.3%、介護医療院22.3%、特養21.3%の順に多く、透析施設への通院継続率は67.0%であった。高齢者施設への入所の容易さについて、非常に困難21.4%、まあ困難38.9%と60.3%の施設が困難と回答した。その要因として通院手段の確保56.7%が最多であった。

高齢者施設の透析患者受け入れ実績（過去1年間）は、特養12.1%、有料老人ホーム34.4%、サ高住30.7%と、特養で低かった。入居前の透析施設継続率も、特養55.2%、有料老人ホーム74.8%、サ高住65.9%と、特養で低かった。入居後に透析が必要となった事例を20~30%の施設が経験し、特養では透析の差しひかえ・施設での看取り40%、通院透析を行い入居継続40%に対し、後2者では通院透析を行い入居継続が80%であった。透析患者の受け入れ意向として、送迎費用を施設が行う場合は消極的なのは特養74.5%、後2者60%といずれも高く、送迎が介護報酬として認められた場合は積極的に受け入れるとしたのは特養31.0%、有料老人ホーム58.9%、サ高住54.1%と、特養で低かった。透析患者受け入れに伴う困難は、いずれの施設も通院手段の確保が最も多かった。以上のように、透析患者の高齢者施設への入所および高齢者施設の透析患者受け入れに際しての最大の支障は通院手段の確保と送迎費用の負担である。

## おわりに

今回、都市部での過剰な送迎、過疎地における送迎という両極端の問題点を取り上げたが、その中間に位置する施設も多いと思われる。公共交通機関はあるが不十分で、通院は非常に不便であり、送迎せざるを得ない地域も多い。それでも送迎基準の見直し、介護タクシーへの切り替え、最寄り駅へのシャトルバスの運行（公共交通機関への誘導）、NPO法人への委託、自治体の扶助など施設負担の軽減策を検討する必要がある。送迎大国日本の送迎サービスの存続が危ぶまれる事態を迎えている。

利益相反自己申告：

2021～2023 年，2025 年：申告すべきものなし

2024 年：講演料（カネカメディックス）

#### 文 献

- 1) 太田圭洋，隈 博政，山川智之，他：通院困難な透析患者への対応，及び長期入院透析患者の実態調査．日透医誌 2007；22：342-357.
- 2) 山川智之，小林真也，太田圭洋，他：外来血液透析における通院送迎に関する実態調査．日透医誌 2024；39：55-63.
- 3) 杉澤秀博，宍戸寛治，甲田 豊，他：2021 年度血液透析患者実態調査報告書．日透医誌 2022；37（別冊）：1-94.
- 4) 神奈川県腎友会：神奈川県全域における透析患者の行動分析（施設向け生活実態調査）．じんゆう 2025；216：2-9.
- 5) 小林真也，山川智之，伊藤孝史，他：北海道における通院困難地域の透析患者に関する実態調査報告．日透医誌 2024；39：283-291.
- 6) 杉澤秀博，宍戸寛治，土谷晋一郎，他：「高齢者施設の透析患者の受け入れと透析施設の支援体制」調査報告．日透医誌 2025；40：198-210.



# CKD-MBD のテーラーメイド医療

濱野高行

名古屋市立大学大学院医学研究科腎臓内科

key words : 血管石灰化, カルシミメティクス, NNE, プロトンポンプ阻害薬

## 要 旨

現在改訂中のミネラル骨代謝異常 (Mineral and Bone Disorder; MBD) ガイドライン (GL) の特徴はリン, 副甲状腺ホルモン (parathyroid hormone; PTH) 管理目標値だけでなく, その管理手段についてテーラーメイドな点である。新規 GL では血清リン目標値上限は 5.5 mg/dL に下がる予定であるが, さらにそれ以上厳しく管理することで恩恵があるのは糖尿病患者, 動脈硬化性心血管イベント既往のある患者である。栄養状態が良ければ, 後期高齢透析患者においても, これは例外でない。高齢者に対する厳格リン管理に対し異論が出やすいのは, リン管理 = 食事指導 = 低蛋白食という誤解による。食事指導は低蛋白食でなく加工食品を避けることである。またリンを下げる手段は, 食事指導以外にも十分な透析, PTH が高い場合のカルシミメティクスの優先使用と, リン低下薬の適切な選択である。患者の併用薬 (特にプロトンポンプ阻害薬 (Proton pump inhibitor; PPI) や低酸素誘導因子プロリン水酸化酵素 (Hypoxia Inducible Factor Prolyl Hydroxylase; HIF-PH) 阻害薬) や血清 Ca 濃度, 便秘気味か下痢気味かなどさまざまな要素を考慮に入れてリン低下薬を決定することが妥当である。

カルシミメティクス上市後の統計調査の解析結果から, PTH が低いほど生命予後は良好で, 大腿骨近位部骨折は少なかった。ただし, 骨折との関連は高齢者や女性や BMI が低い骨折リスクの高い患者で特に強かった。これらの結果から, 改訂中の GL では下限値

設定をすることは難しく, 240 pg/mL 未満のみ踏襲され, リスクに応じて目標値を設定することとなった。ただし, 活性型ビタミン D でのみで治療する場合は, 高 Ca 血症を避ける観点から下限値は 60 pg/mL のままとなった。血清 Ca 濃度が 8.4 から 9.5 mg/dL の目標範囲の場合, 65 歳以上の高齢者, 骨折リスクの高い患者, 高リン血症, 血管石灰化が重篤な患者や副甲状腺腫大を有する患者ではカルシミメティクスが優先となる。

## はじめに

国際的なミネラル骨代謝異常 (Mineral and Bone Disorder; MBD) ガイドラインでは検査値の目標値や目標値を実現するための手段あるいは薬剤選択は一律に記載されており, これらの設定, 選択にあたってテーラーメイドになっているものはない。しかし, 治療強度や薬剤選択に関して各患者にとって一番好ましいものを考えるところに日常臨床の面白さと難しさがあり, これに供するようなガイドラインが望まれるだろう。たとえば, リン目標値や副甲状腺ホルモン (parathyroid hormone; PTH) 目標値も患者によって変えるのが好ましいであろうし, その管理のためのリン低下薬の選択や活性型ビタミン D とカルシミメティクスの優先度合いが患者によって異なるのは当然である。ただ, これをガイドラインにまで昇華させるには, かなり多くのエビデンスが必要であり, 現時点でのエビデンスに基づいて言及できるところまで, 本稿では言及したい。

## 1 血清リン濃度目標値

血清リン値を正常範囲にコントロールすべきことを示唆する観察研究は多い。DOPPS 試験では、血清リン値が 4.5 mg/dL を超える時間と血清リンを乗じた曲線下面積 (AUC) を算出し、毎月のリン値 AUC と心血管 (CV) 死を含めたさまざまなアウトカムとの関連を検討した<sup>1)</sup>。その結果、リン AUC と 4 ポイント主要有害心血管イベント (Major Adverse Cardiac Event; MACE) およびうっ血性心不全の複合アウトカム、CV 死亡、全死亡の複合イベントとの間に用量依存的な関連が認められた。この研究では、リン

AUC は直近の単一のリン値よりも CV 死亡の予測因子として優れていたため、日本透析医学会の統計調査 (JSDT Renal Data Registry; JRDR) のデータを用いた 9 年間の前向きコホート研究において、我々は単一時点でのリン値ではなく時間平均リン値と死亡率との関連を検討した<sup>2)</sup>。ベースラインの値およびイベント直前のリン値を使う時間依存性モデルによると、血清リン値と全死因死亡率または心血管死亡率との間には J 字の関係が観察された。つまり血清リン値が低いところで、死亡率が高かったわけである。しかし、時間平均モデルでは、両者の関係は線形であることが証明され、血清リン値が低いほど死亡率が低いことが示され

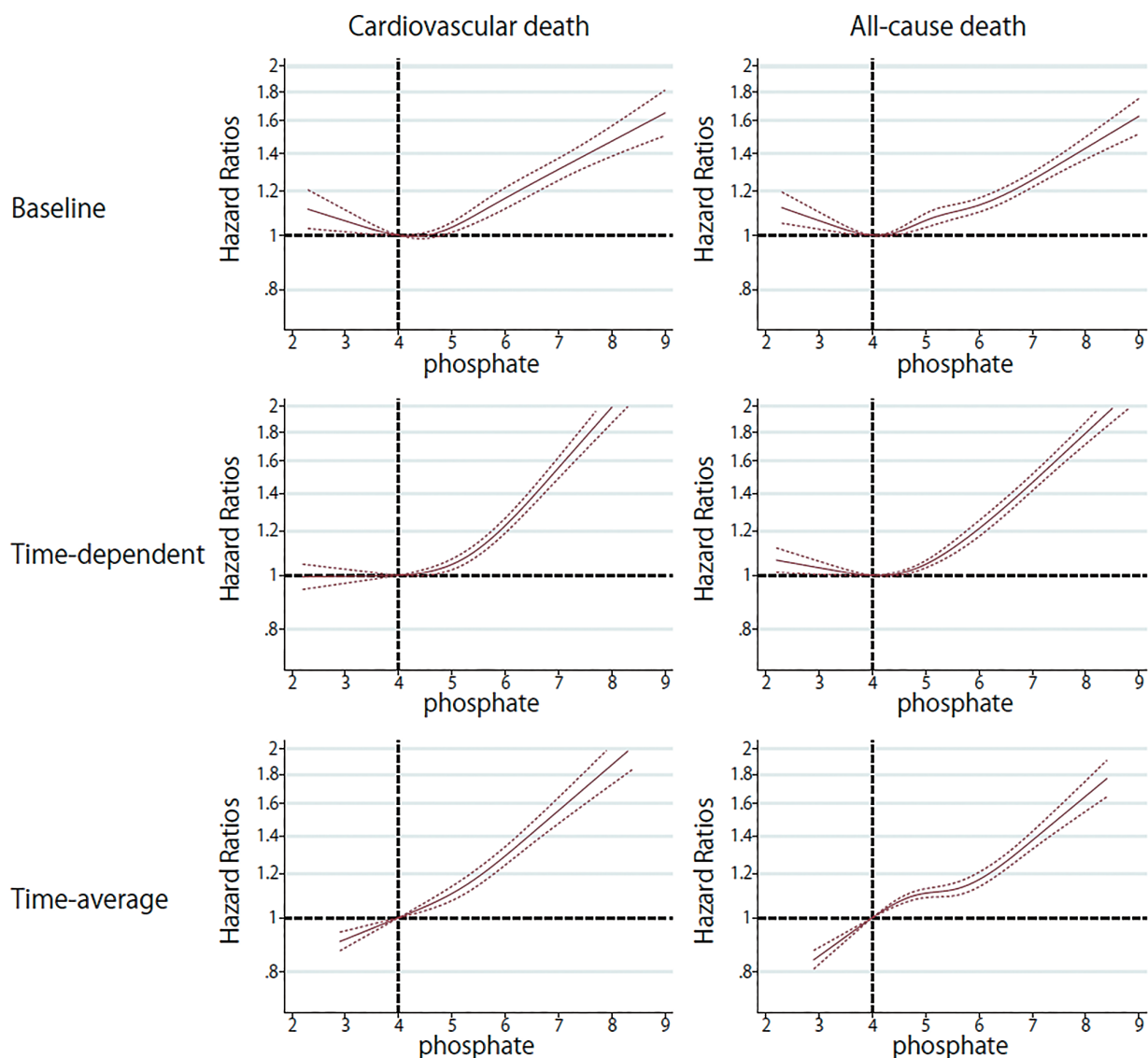


図1 日本人血液透析患者における血清リン値と心血管死亡率、全死因死亡率との関係

この9年間の前向きコホート研究には180,136人の血液透析患者が登録された。上から順にベースライン、時間依存、時間平均の三つのモデル別の、血清リン値と心血管死亡率(左)、全死亡率(右)との非線形関係を検討した。

(JRDR データ, Oxford University Press の許可を得て文献2より転載)

た (図 1)。時間平均モデルはリン酸塩過剰の累積効果を長期にわたって反映するが、ベースラインおよび時間依存モデルによる J 字型の関係は、これらのモデルでは血清リン値の一時的な減少を捉えることができるため、おそらく死亡直前にしばしば観察される経口摂取量の低下に起因するリン値の低下と死亡との関連を示したものであろう。時間平均モデルの結果は、血清リン値が高ければ高いほど、身体への負担はより有害になるという考え方に合致するものである。しかし、では血清リン値が低ければ低いほど良いかという点、極度の低リン血症は骨軟化症を招くことが長時間頻回透析では報告されているので、正常範囲未満で血清リンを管理するのは、もちろん問題があろう。

また従来血液透析患者にスタチンを投与しても心血管イベントを減らさないことが 4D 試験をはじめ報告されていたが、血液透析患者を対象とした AURORA 試験の post hoc 解析を使い、MACE および全死亡に対するロスバスタチンの予防効果は、時間依存的な血清リン値が 5.0 mg/dL 未満の患者においてのみ有意であり、5.0 mg/dL 以上ではスタチンによる治療効果は認められなかったことを Massy ZA らは明らかにした<sup>3)</sup>。この結果は、尿毒症動物におけるリン酸誘導性 HMG-CoA 還元酵素活性化を示した基礎研究<sup>4)</sup>に矛盾しない。これらの観察研究はすべて、正常範囲を目指して血清リン値をコントロールすることの有効性を示唆している。

多くの研究で、非カルシウム (Ca) 含有リン吸着薬は、酢酸 Ca や炭酸 Ca などの Ca 含有リン吸着薬と比較して、血管石灰化の進行を抑制することが示されている。血清リン値をそのまま維持したプラセボ群とリン吸着薬を比較した研究はほとんどないため、ながらくリン酸塩の除去とカルシウム摂取の回避のどちらが動脈石灰化の進行を減少させるかは不明であった。我々は介入研究によって、リン吸着薬の炭酸ランタンあるいはスクロオキシ水酸化鉄 (PA-21) による 1 年間の厳格リンコントロールの血管石灰化進行に対する有効性が示された。この EPISODE (The Evaluate the New Phosphate Iron-Based Binder Sucroferic Oxyhydroxide in Dialysis Patients with the Goal of Advancing the Practice of EBM) 試験<sup>5)</sup>において、ベースラインの CACS が 30 を超える血液透析患者において、厳格リン管理群 (3.5~4.5 mg/dL) と標準的リン管理群

(5.0~6.0 mg/dL) との 2 群間で冠動脈石灰化スコア (coronary artery calcification score; CACS) の変化率を比較した。12 カ月後の血清リン値は、厳格群  $4.68 \pm 1.26$  mg/dL、標準群  $5.54 \pm 1.18$  mg/dL であった。主要評価項目の CACS の変化率に関してはリン吸着薬の違いによる差は認められなかったが、厳格管理群の CACS 変化率は標準管理群よりも有意に低かった。この効果は若年者 (20~64 歳) に比して高齢者 (65~74 歳) でより顕著であった (交互作用の  $P=0.003$ )。ことは特記すべきことである。おそらく高齢者では、フェチュイン A や血清 Mg 濃度が低く、血管石灰化阻害因子が少ないためかもしれない。さらに、治療から 12 カ月後に CACS の減少を示した患者 (Regressors) の割合は、標準群では 14.0%、厳格群では 27.6% であった。この研究は、ヒトにおける血清リン管理方針と血管石灰化との間に因果関係があるという直接的証拠を示した世界で最初の研究である。維持透析患者において CACS の進行は、全死亡および全死亡と非致死性 CV イベントの複合イベントのリスク上昇と関連することが報告されているので<sup>6)</sup>、厳格なリン管理は、少なくとも血管石灰化が存在する患者においては、臨床転帰の改善につながるはずである。現在進行中の Pragmatic Randomized Trial of High Or Standard PHosphate Targets in End-stage Kidney Disease (PHOSPHATE) のような二つのリン目標範囲 (厳格目標と従来目標) 比較する pragmatic デザインの無作為化研究が、この問題に直接答えることになるであろう。

## 2 どの患者でよりリンを厳しく管理するべきか

日本透析医学会の統計調査の 9 年の前向きデータのサブグループ解析の結果、時間平均モデルでリンが低ければ低いほど死亡率が低いという結果になるのは、実は原疾患が糖尿病性腎症の患者と動脈硬化性心血管イベントの既往のある患者だけであり、これらの疾患を有さない場合にはリンと生命予後との関連のハザード比は、血清リン値が 5.0 mg/dL 未満ではさらなる死亡率の低下は認められずプラトーになる<sup>7)</sup>。つまり、血管石灰化が高頻度に見られる糖尿病性腎症と動脈硬化性疾患の既往患者では、さらなる厳しいリン管理が好ましい結果を与える可能性がある。しかし、これらのデータはあくまでハザード比 (HR) という相対的



指標に過ぎず、たとえば糖尿病性腎症を有する患者と有さない患者ではそもそも死亡率が違っているので、リンを厳しく管理した場合と甘く管理した場合の、絶対リスクである死亡率の差を研究対象とするべきである。一般に無作為化研究においては、1人のイベントを減らすために何人に介入すればよいかという指標がNumber needed to treat (NNT) である。たとえば、100人

で20人がイベント発症する非常にイベント発症率が高い集団で、HRが0.8の介入をした場合は16人の発症になり、100人に介入することで4人が助かり、NNTは25になる。ところが100人中5人しかイベント発症しないリスクの低い集団に同じHRの介入をすると、4人にしか減らず、100人に介入してたった1人しか助からないことになり、NNTは100にも昇る。

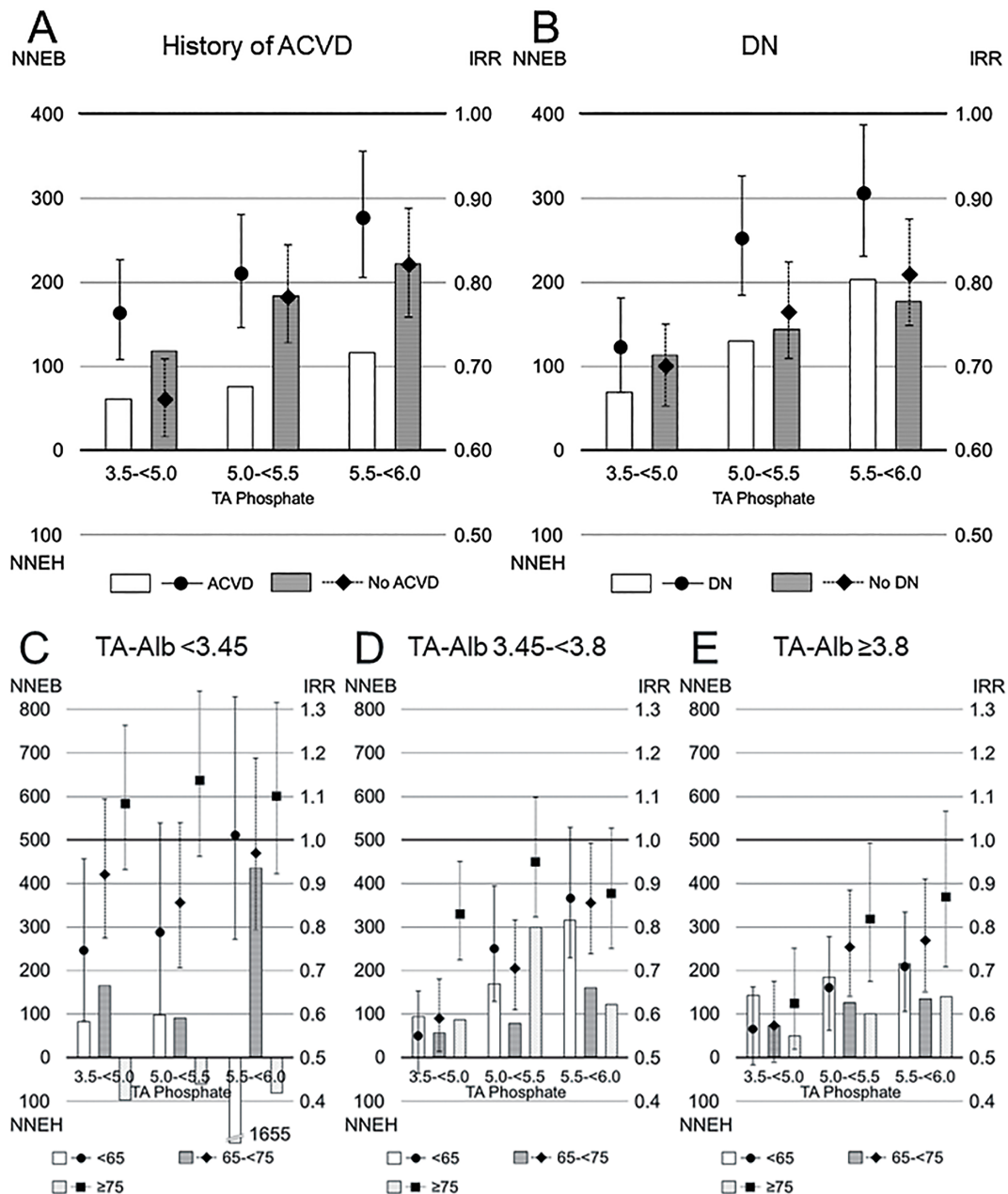


図2 ベースラインの血清リン値が6.0 mg/dL以上の日本人透析患者におけるリン低下と心血管死亡に関するNNEの関連

横軸は、最終的に下がった時間平均血清リン値の範囲。NNEBはNNE for benefit, NNEHはNNE for harmであり、前者は1人の心血管死亡を減らすためにそのリンの値までリンが低下しないとといけない人数、後者は1人の心血管死亡を増やすのにリンが低下しないとけない人数を示す。A 動脈硬化性心血管イベントの既往の有無別、B 原疾患が糖尿病性腎症の有無別、C~Eは血清アルブミン値と年齢別の解析である。

(JRDR データ, Oxford University Press の許可を得て文献7より転載)



つまり、ベースラインリスクが違えば同じ HR が 0.8 の介入であっても臨床的価値が異なることになる。比を扱う相対リスクではなく、このような絶対リスク差を検証するために我々は Number needed to be exposed (NNE) という概念を持ち出して検討することにした。NNE は NNT に対応する観察研究で使われる概念である。つまり何人にその暴露があれば 1 人の患者が助かるかという指標である。ここでの暴露はリンが下がることであり、ベースラインの血清リン値が 6.0 mg/dL 以上の患者を対象として解析を行った (図 2)。その結果、原疾患が糖尿病性腎症の患者や動脈硬化性 CVD イベントの既往のある患者ではそうでない患者に比して明らかに NNE が低かった<sup>7)</sup>。つまりリンを下げることの価値が大きいことが科学的に評価できたわけである。また血清アルブミン濃度が高い患者では低い患者に比して NNE は低くなった。また高齢になると血清 Alb 濃度が下がるので、年齢と血清アルブミン濃度の 3 分位を組みあわせて NNE を各グループで検討すると、時間平均 Alb が 3.8 g/dL 以上では、年齢が高いほど NNE が低かった<sup>7)</sup>。しかし、時間平均 Alb が 3.45 g/dL 未満であれば高齢患者を含めて集団によっては、NNE はマイナスとなった。つまりリンを下げることの恩恵が全くなかったことになる。つまり一概に高齢だから血清リン値を積極的に下げなくてよいと判断するのではなく、栄養状態が良ければ高齢であっても、いやむしろ高齢なほど、血清リン値を下げる臨床的価値があることになる。これは先の EPISODE 研究において、高齢なほど積極的リン管理による血管石灰化進行抑制効果が大きかったことと符合する。以上、NNE の解析からわかることをまとめると、原疾患が糖尿病性腎症か動脈硬化性心血管イベントの既往のある患者、栄養状態の良い患者が積極的リン管理から恩恵を受けやすい患者であり、これは高齢患者も全くもって例外ではない。

### 3 リン管理＝食事指導＝低蛋白食という誤解

高齢者に厳しい管理をするとは何ごとだ、と立腹する読者がいるかもしれない。そんなことをすれば、低栄養になってサルコペニアやフレイルが悪化するではないか！ と。しかし、この意見はおそらく二つの誤解に基づいている。

一つは「リン管理＝食事指導」なる誤解である。実

はリン管理は多岐にわたり食事指導はあくまでその一つに過ぎない。リン管理の方策には、それ以外に①透析量の増加、②リン低下薬の調節、③骨吸収の抑制がある。①については、4 時間透析より 5 時間透析の方がもちろん透析によるリンの除去量は増えるし、これによってサルコペニアが進行するわけではないのは火を見るよりも明かだ。また②のリン低下薬の調節は何もリン低下薬を増量することだけではない。特定の患者に、多々あるリン低下薬から何を選んで処方するかが非常に重要であり、後述する。③に関しては、二次性副甲状腺機能亢進症を有する患者に対して活性型ビタミン D よりもカルシミメティクスを優先することである。Nakai K らによるカルシミメティクスのメタ解析<sup>8)</sup>によれば、プラセボ群に比してカルシミメティクスを使うと 0.34 mg/dL だけ血清リン値が下がると報告されているが、たかだかこれぐらいかと思われるかもしれない。しかし、これはあくまでプラセボ群との比較においてである。活性型ビタミン D を主体の従来治療と比較すると、血清リン値の差は 0.79 mg/dL にも及ぶ。また高い PTH が安静時エネルギー消費量を上げることが報告され<sup>9)</sup>、PTH が高いほど筋肉量が減るということが示唆されるデータが得られている<sup>10)</sup>が、カルシミメティクスの作用によって PTH を下げることで、むしろサルコペニアが改善する可能性すらある。

二つ目の誤解は、「食事指導＝低蛋白食」である。リンの食事指導は、断じて単純に低たんぱく食を推奨することではない。リンの食事指導は、食品添加物の多い加工品を避けること、ビールやコーラなどの無機リン量が多い飲料を避けること、リン/タンパク質比の高い食べ物（たとえば乳製品や内臓など）を避けること、動物性たんぱく質よりも植物性たんぱく質を推奨することなど多岐に及ぶ。たとえば、モツは食べるなどか、小骨も全部食べる小さい魚ではなく大きな魚を食べるなどか、即席麺を食べる時に麺を柔らかくする、お湯は捨ててからスープは別に作るとか、きめ細やかな食事指導によって血清リン値は確実に下がる。そして、この中に低たんぱく食は入っていないということは声を大にして言わなければならない。メタ解析の結果によれば、透析患者に対する月に 1 度の 20～30 分の食事指導によって栄養状態を悪化させずに、血清リン値が 0.87 mg/dL ほど低下することが報告されてい

る<sup>11)</sup>。ただし、この効果は短期的なものかもしれない、永続性のある効果をもたらすには、継続的な栄養士の指導が必要だろう。

最後に、患者の生活状況や社会的背景も知る必要がある。血清リン値が高いのは、「奥さんと別れたから?」「コンビニの唐揚げとおでんのせい?」「風呂上がりの牛乳を飲んでいるからでは?」「昼の薬をついつい忘れるから?」などと医師から、あるいは看護師から質問できているであろうか?

#### 4 リン吸着薬をめぐる日本の特殊性

Ca 非含有リン吸着薬が Ca 含有リン吸着薬よりも死亡率を下げるというメタ解析<sup>12)</sup>の結果によって、炭酸 Ca の処方量は日本においても減ったかもしれない。ところがメタ解析の素材となる論文では、Ca 非含有リン吸着薬はほとんどセベラマーである。しかし、日本人ではこの薬剤の消化器系副作用の多さから現在ではあまり使われていない。本邦で実施された炭酸ランタンと炭酸 Ca を直接比較する透析患者の RCT である Landmark Trial<sup>13)</sup>によれば、主要評価項目の心血管イベントとそれによる死亡の複合アウトカムに関して有意な差はなかった。また副次アウトカムの心血管イベントによる死亡は、むしろ炭酸ランタンの方が有意に多く、そのハザード比 (HR) (95% 信頼区間) は 1.51 (1.01~2.27) であった。さらに主要評価項目に関しても、介入前の血清 Ca 濃度が 9.0 mg/dL 未満であれば、有意に炭酸 Ca の方がアウトカム達成者は少なかったのである。この理由はどうか考えればよいのだろうか? もちろん、炭酸ランタンを継続に使うことで腸管からの Ca 吸収が落ち、それにより PTH がより上昇し、活性型ビタミン D の使用量が増えてしまったことも一因であろう。しかし、重要なことは欧米のデータとの顕著な差である。そもそも米国は牛乳、ジュース、シリアルなどビタミン D 強化食が非常に多いので Ca の腸管吸収率が増える状況にはあるが、日本にはそのような強化食は全くない。また欧米人は Ca 濃度、マグネシウム濃度が高い硬水を主に摂取するが、日本人は軟水を飲んでいる。つまり日本人は Ca 摂取量が少なく、欧米の半分程度という試算もある。このような環境の本邦では海外のメタ解析の結果は外挿できないのであろう。

#### 5 患者特性に応じたリン吸着薬の適切な選択

リン低下薬の選択は、併用薬と副作用の観点から選ぶのが合理的である。まず併用薬については、カルシミメティクスに加え、プロトンポンプ阻害薬 (Proton pump inhibitor; PPI) や低酸素誘導因子プロリン水酸化酵素 (Hypoxia Inducible Factor Prolyl Hydroxylase; HIF-PH) 阻害薬を投与している場合である。

カルシミメティクス使用下では、Ca 含有リン吸着薬を使用していた方が、使用していない場合よりも、カルシミメティクスの骨折抑制効果が強く表れることが報告されている<sup>14)</sup>。カルシミメティクス使用時には、PTH 低下を介さない骨形成の上昇<sup>15)</sup>が促され、骨の Ca 需要が非常に高まっており、投与した Ca が血管石灰化に寄与するよりも、骨に取り込まれ骨塩量の上昇に寄与するからであろう。また、カルシミメティクス使用下では、腸管の Ca 感受受容体が刺激され、腸管の TRPV6 の発現が落ち Ca 吸収率が落ちることも動物実験の結果明らかになっている<sup>16)</sup>。このことは Ca 負荷がそれほど大きな問題にはならないことを意味する。

専門医であっても PPI を服用している患者に炭酸ランタンを処方することがあるようだが、感心しない。すでに炭酸ランタンの血清リン低下作用は PPI 服用時にはほとんどないことが報告されており<sup>17)</sup>、PPI 内服時であっても効果が認められるのはクエン酸第二鉄などの鉄含有リン吸着薬である。

添付文書にも書かれているように、HIF-PH 阻害薬使用時に気をつけるべき一番の副作用は血栓症である。我々は、海外で行われたロキサデュスタットの第三相の無作為研究のプール解析から、この新薬開始後 12 週以降の血栓症イベント (シャント閉塞、脳梗塞、心筋梗塞、深部静脈血栓症) のリスクは TSAT<30% の時に高まることをケースコントロール研究で明らかにした<sup>18)</sup>。また日本の治験データのプール解析から、この薬剤開始時に鉄を補充していなければ、鉄を投与していた場合に比して明らかに血栓症のリスクが高くなることも報告した<sup>19)</sup>。また驚くべきことに、その HR は 11.25 (95% 信頼区間 3.36~37.71) 倍であった。つまり、新薬の開始時もまた継続時も鉄の補給は必須である。この観点から、HIF-PH 阻害薬を使用時に使うリン低下薬には鉄含有リン吸着薬が望ましいことになる。

また副作用の観点からは、便秘を有する患者や腸閉塞の既往のある患者に塩酸セベラマーなどのポリマー系製剤は適切な薬剤とはいえないだろう。これらの患者には、軟便になりやすい鉄含有リン吸着薬や Tena-panor は良い選択になる。逆にともと軟便や下痢になりがちな患者では、鉄含有リン吸着薬や Tanapanor よりもポリマー製剤が好ましいだろう。

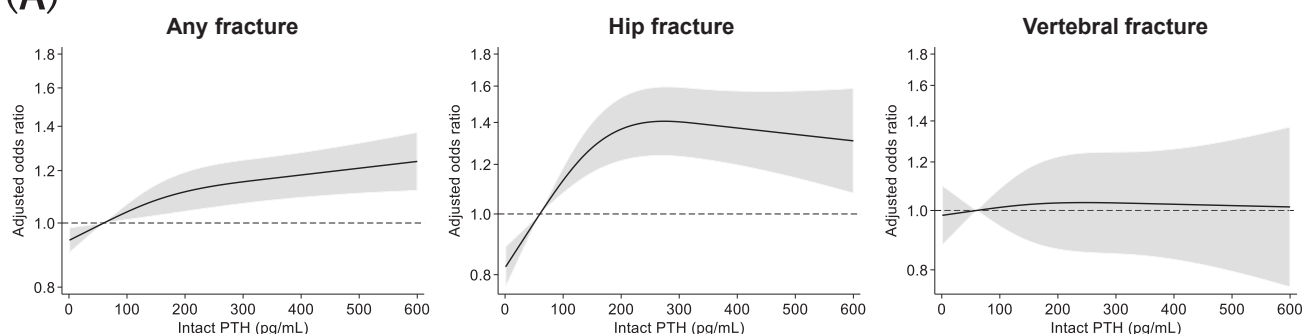
## 6 PTH の目標値設定

従来の日本のガイドラインでは PTH の目標範囲は、60~240 pg/mL であった。この下限値の設定は、60 pg/mL 未満では死亡率が軽度上昇していたという JRDR の解析結果<sup>20)</sup>による。ただ、当時はカルシミメティックスが使われていなかった状況であり、活性型ビタミン D のみで二次性副甲状腺機能亢進症の治療をしていた時代であった。実際活性型ビタミン D だけで PTH を 60 pg/mL 以下にまで低下させると高 Ca 血症や高リン血症になるリスクも有意に高かった<sup>20)</sup>。しか

し、現在はカルシミメティックスを使っている患者が 1/3 を超えている状況であり、カルシミメティックスで 60 pg/mL 未満にしても血清 Ca やリン値が下がることはあれど<sup>8)</sup>上がることはない。カルシミメティックス時代における JRDR のデータを解析したところ、time-average model では PTH が低いほど生命予後は良かった<sup>2)</sup>。また、各年の PTH 変化率と死亡リスクの関連性を時間依存性モデルで検討した追加解析では、ベースライン intact PTH 値 240 pg/mL 以上の症例では PTH 値の低下が死亡リスクの低下と関連していた一方、ベースライン PTH 値がより低い集団において、さらなる PTH 値の低下が死亡リスクの上昇に関連することはなかった<sup>21)</sup>。

骨折に関してはどうかであろうか？ かつては PTH の低い低回転骨は無形成骨 (Adynamic bone disease) ともいわれ、骨形成が落ちているが故に骨脆弱性も高いと考えられていた。ところが、副甲状腺摘出術 (Parathyroidectomy; PTX) 後に骨折が多いかという

### (A) PTH と骨折による入院リスク



### (B) PTH と大腿骨近位部骨折の推定発症確率

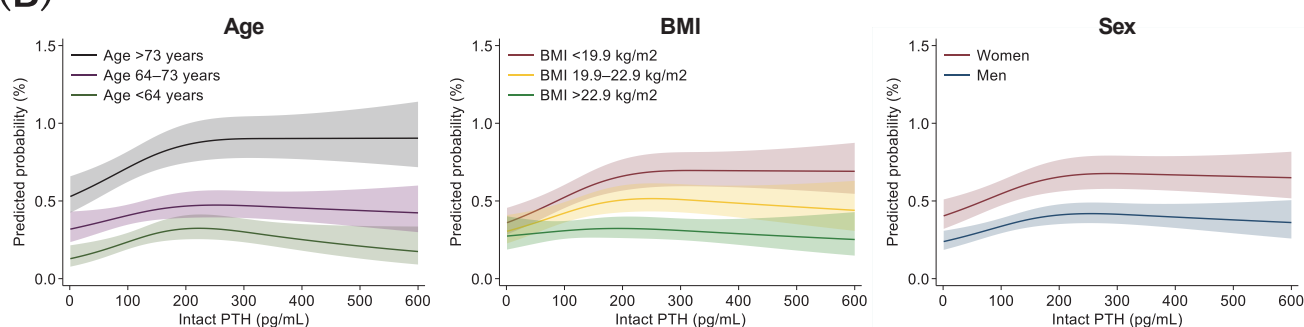


図3 (A) PTH と骨折による入院リスク, (B) PTH と大腿骨近位部骨折の推定発症確率

(A) 左から順に、すべての骨折による入院、大腿骨骨折による入院、椎体骨折による入院  
(B) 左から順に、年齢、BMI、性別の解析

(A), (B) いずれも以下の項目で補正されている: 年齢、性、透析歴、原疾患、HDF あるいは HD, BMI, Kt/V, nPCR, 心血管イベントの既往 (心筋梗塞, 脳梗塞, 脳出血, 四肢切断), 大腿骨骨折の既往, ヘモグロビン濃度, アルブミン, クレアチニン, カルシウム, リン, 総コレステロール, CRP

(JRDR データ, 文献 23 より転載)



とそんなことは報告されていない。また PTH が著しく低い症例であっても日常生活動作 (Activities of Daily Living; ADL) の良い症例では、骨形成の一つであるミニモデリングがきっちり起こっていることも報告されている<sup>22)</sup>。そこで、JRDR の入院事由を調べている年のデータを使って解析を行った (図 3)。その結果、PTH が低いほど骨折による入院は少ないことが判明し、さらにこの関係は大腿骨骨折による入院で特に顕著であった<sup>23)</sup>。しかし、椎体骨折による入院と PTH には関連がなかった。また、PTH の低下率が高い症例ほど、骨折による入院が少なくこれもまた、大腿骨骨折による入院に関して明瞭であった。しかし、PTH の低下率といっても baseline の PTH によってその意味は異なるであろう。そのため、PTH の 3 分位それぞれの層別解析を行ったが、PTH の高低に関係なく PTH が低下すると骨折率は低下した。これは PTH が一番低い 102 pg/mL 未満の群においても同様であった。一般に、活性型ビタミン D によって骨折リスクは低下しないことが DOPPS の解析からも報告されている<sup>24)</sup>。このことから、おそらく、骨折リスクの低下に寄与する PTH の低下は、カルシミメティクス使用によるものであると類推できる。さて、では PTH が低いほど骨折リスクが低いからといって、すべての症例でたとえば 60 pg/mL 未満を目指すべきであろうか？ これは医療経済的には無駄である。なぜなら、年齢が 64 歳未満または BMI が 23 以上あるいは男性では PTH と大腿骨近位部骨折との関連が非常に薄いからである。よって、骨折リスクの高い症例ほど、PTH の目標値は低くするのが医療経済的である。具体的には、既往骨折があったり、高齢女性で痩せており ALP が高い症例などである。

これらの結果から、現在改訂中のガイドラインでは、PTH の下限値設定をすることは難しく、240 pg/mL 未満のみ踏襲され、患者に応じて目標値を設定することとなった。ただし、活性型ビタミン D でのみ治療する場合には、高 Ca 血症を避ける観点から下限値は 60 pg/mL のままである。

## 7 PTH を下げる手段に関するテイラーメイド医療

PTH を下げる手段は、主にカルシミメティクスか活性型ビタミン D を使うかになる。もちろん臨床現場では併用することが多いが、まずは第一選択薬をして

使う際にどちらを優先するべきであろうか？ 大前提として、低 Ca 血症があればカルシミメティクスは使うべきでなく、まずはカルシウム製剤か活性型ビタミン D を優先するべきであることは論を待たない。逆に血清 Ca 濃度が高い場合、具体的には 9.5 mg/dL 以上の時には、カルシミメティクスを優先するべきであろう。

問題は、血清 Ca 濃度が正常範囲の時である。先にも触れたように透析患者において活性型ビタミン D を使っても骨折は防げないことが判明している。一方でカルシミメティクスはどうであろうか？ 我々は、今まで上市されているカルシミメティクスすべてを含めたメタ解析を行ったところ、骨折リスクは 0.50 (95% 信頼区間: 0.29~0.88) であった<sup>25)</sup>。NNT を計算すると実に 47 であり、これは今まで上市されているどの骨粗鬆症薬よりも小さい値であり、驚くほど大きな効果量である。よって、骨折リスクの高い症例においては、活性型ビタミン D よりもカルシミメティクスを優先することが合理的である。

また、副甲状腺エコーで長径が 11 mm 以上ではいわゆるビタミン D 抵抗性であり、静注活性型ビタミン D に PTH を下げる効果がほとんどない<sup>26)</sup> ことがわかっている。しかし、一方でカルシミメティクスは腫大腺を有している症例においても PTH を下げることができることが判明している<sup>27, 28)</sup>。

高リン血症のある症例においても、活性型ビタミン D は高リン血症を悪化することはあれども、カルシミメティクスはリンを低下させる。特に ADVANCE 研究<sup>29)</sup>によるとカルシミメティクスを使うことは、活性型ビタミン D 単独で治療するよりも、冠状動脈石灰化指数の volume score の進行や大動脈弁の石灰化の進行を抑制することも無作為化研究で判明している。これらの効果があつてか、EVOLVE 研究の層別解析結果によれば、65 歳以上の高齢者ではシナカルセトが有意に全死亡を抑制していた<sup>30)</sup>。

これらの結果をまとめると、血清 Ca 濃度が目標範囲の 8.4~9.5 mg/dL であれば、骨折リスクの高い時、頸部エコーで副甲状腺が腫大している時、高リン血症がある時、血管石灰化が重篤な時、65 歳以上ではカルシミメティクスを優先することが、今までの数々のエビデンスから支持されることになる。



## おわりに——透析医療にあふれるかえる Clinical Inertia

透析患者のケアにおいて血糖管理に関してもそうであるが、患者に「様子を見ておきましょう」としかいえない医師の、いわゆる Clinical Inertia (臨床的惰性) がかなりはびこっているように筆者は感じる。実際、透析患者の統計調査の結果においても血清リン値が 6.0 mg/dL 以上の患者が全体の 24.2% にも上っている。しかし、血清リン値を下げようという意思と情熱が医師にあれば下げることが可能である。たとえば EPISODE 研究においては、12 カ月後の血清リン値は、厳格群では  $4.68 \pm 1.26$  mg/dL であったわけで、血清リン値を 5 mg/dL 未満に管理することは全くもって不可能ではない。たとえば、間食の多い患者ではリン吸収阻害薬の Tenapanor をうまく使い、PPI を処方されている患者に炭酸ランタンを処方するなどといった全く無意味なことをやめ、患者に応じた適切なリン低下薬の選択と適切な食事指導を継続すれば、厳格リン管理は、決して「絵に描いた餅」ではない。要は何ごとも諦めないことと、やる気とそれを実現するための方策に関する知識が重要である。本稿がその知識習得に役立てれば幸いである。

### 利益相反自己申告：

(講演費用) アステラス製薬、協和キリン、鳥居薬品、田辺三菱、中外製薬、キッセイ薬品、三和化学研究所、小野薬品  
(共同研究費) アステラス製薬、鳥居薬品  
(奨学寄附金) キッセイ薬品、三和化学研究所、鳥居薬品

### 文 献

- 1) Lopes MB, Karaboyas A, Bieber B, et al. : Impact of longer term phosphorus control on cardiovascular mortality in hemodialysis patients using an area under the curve approach : results from the DOPPS. *Nephrol Dial Transplant*. 2020; 35(10) : 1794-1801.
- 2) Goto S, Hamano T, Fujii H, et al. : Hypocalcemia and cardiovascular mortality in cinacalcet users. *Nephrol Dial Transplant*. 2024; 39(4) : 637-647.
- 3) Massy ZA, Merklind T, Wagner S, et al. : Association of Serum Phosphate with Efficacy of Statin Therapy in Hemodialysis Patients. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2022; 17(4) : 546-554.

- 4) Zhou C, He Q, Gan H, et al. : Hyperphosphatemia in chronic kidney disease exacerbates atherosclerosis via a mannosidases-mediated complex-type conversion of SCAP N-glycans. *Kidney Int* 2021; 99 : 1342-1353.
- 5) Isaka Y, Hamano T, Fujii H, et al. : Optimal Phosphate Control Related to Coronary Artery Calcification in Dialysis Patients. *J Am Soc Nephrol* 2021; 32(3) : 723-735.
- 6) Zhang H, Li G, Yu X, et al. : China Dialysis Calcification Study Group. Progression of Vascular Calcification and Clinical Outcomes in Patients Receiving Maintenance Dialysis. *JAMA Netw Open* 2023; 6(5) : e2310909.
- 7) Goto S, Hamano T, Fujii H, et al. : The benefit of reduced serum phosphate levels depends on patient characteristics : a nationwide prospective cohort study. *Clin Kidney J* 2024; 17(10) : sfae263.
- 8) Nakai K, Kono K, Yamada S, et al. : Calcimimetics treatment strategy for serum calcium and phosphate management in patients with secondary hyperparathyroidism undergoing dialysis : A systematic review and meta-analysis of randomized studies. *Ther Apher Dial* 2024; 28(4) : 557-571.
- 9) Cuppari L, de Carvalho AB, Avesani CM, et al. : Increased resting energy expenditure in hemodialysis patients with severe hyperparathyroidism. *J Am Soc Nephrol* 2004; 15(11) : 2933-2939.
- 10) Komaba H, Zhao J, Yamamoto S, et al. : Secondary hyperparathyroidism, weight loss, and longer term mortality in haemodialysis patients : results from the DOPPS. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2021; 12(4) : 855-865.
- 11) St-Jules DE, Rozga MR, Handu D, et al. : Effect of Phosphate-Specific Diet Therapy on Phosphate Levels in Adults Undergoing Maintenance Hemodialysis : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clin J Am Soc Nephrol* 2020; 16(1) : 107-120.
- 12) Jamal SA, Vandermeer B, Raggi P, et al. : Effect of calcium-based versus non-calcium-based phosphate binders on mortality in patients with chronic kidney disease : an updated systematic review and meta-analysis. *Lancet* 2013; 382(9900) : 1268-1277.
- 13) Ogata H, Fukagawa M, Hirakata H, et al. : LANDMARK Investigators and Committees. : Effect of Treating Hyperphosphatemia With Lanthanum Carbonate vs Calcium Carbonate on Cardiovascular Events in Patients With Chronic Kidney Disease Undergoing Hemodialysis : The LANDMARK Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2021; 325(19) : 1946-1954.
- 14) Moe SM, Abdalla S, Chertow GM, et al. : Evaluation of Cinacalcet HCl Therapy to Lower Cardiovascular Events (EVOLVE) Trial Investigators. : Effects of Cinacalcet on Fracture Events in Patients Receiving Hemodialysis : The EVOLVE Trial. *J Am Soc Nephrol* 2015; 26(6) : 1466-1475.
- 15) Díaz-Tocados JM, Rodríguez-Ortiz ME, Almadén Y, et al. :

- Calcimimetics maintain bone turnover in uremic rats despite the concomitant decrease in parathyroid hormone concentration. *Kidney Int* 2019; 95(5) : 1064–1078.
- 16) Lee JJ, Liu X, O'Neill D, et al. : Activation of the calcium sensing receptor attenuates TRPV6-dependent intestinal calcium absorption. *JCI Insight*. 2019; 5(11) : e128013.
- 17) Minakuchi H, Yoshida T, Kaburagi N, et al. : Proton pump inhibitors may hinder hypophosphatemic effect of lanthanum carbonate, but not of ferric citrate hydrate or sucroferric oxyhydroxide, in hemodialysis patients. *Ren Fail* 2020; 42(1) : 799–806.
- 18) Hamano T, Yamaguchi Y, Goto K, et al. : Risk Factors for Thromboembolic Events in Patients With Dialysis-Dependent CKD : Pooled Analysis of Four Global Roxadustat Phase 3 Trials. *Adv Ther* 2024; 41(4) : 1553–1575.
- 19) Hamano T, Yamaguchi Y, Goto K, et al. : Risk Factors for Thromboembolic Events in Patients With Dialysis-Dependent CKD : Pooled Analysis of Phase 3 Roxadustat Trials in Japan. *Adv Ther* 2024; 41(4) : 1526–1552.
- 20) Taniguchi M, Fukagawa M, Fujii N, et al. : Committee of Renal Data Registry of the Japanese Society for Dialysis Therapy. Serum phosphate and calcium should be primarily and consistently controlled in prevalent hemodialysis patients. *Ther Apher Dial* 2013; 17(2) : 221–228.
- 21) Goto S, Hamano T, Taniguchi M, et al. : Patient characteristics modify the association between changes in mineral metabolism parameters and mortality in a nationwide hemodialysis cohort study. *Sci Rep* 2025; 15 : 8089.
- 22) Ubara Y, Tagami T, Nakanishi S, et al. : Significance of mini-modeling in dialysis patients with adynamic bone disease. *Kidney Int* 2005; 68(2) : 833–839.
- 23) Komaba H, Imaizumi T, Hamano T, et al. : Lower Parathyroid Hormone Levels are Associated With Reduced Fracture Risk in Japanese Patients on Hemodialysis. *Kidney Int Rep* 2024; 9(10) : 2956–2969.
- 24) Komaba H, Zhao J, Karaboyas A : Active Vitamin D Use and Fractures in Hemodialysis Patients : Results from the International DOPPS. *J Bone Miner Res* 2023; 38(11) : 1577–1585.
- 25) Wakamatsu T, Yamamoto S, Matsuo K, et al. : Effectiveness of calcimimetics on fractures in dialysis patients with secondary hyperparathyroidism : meta-analysis of randomized trials. *J Bone Miner Metab* 2024; 42(3) : 316–325.
- 26) Okuno S, Ishimura E, Kitatani K, et al. : Relationship between parathyroid gland size and responsiveness to maxacalcitol therapy in patients with secondary hyperparathyroidism. *Nephrol Dial Transplant* 2003; 18(12) : 2613–2621.
- 27) Komaba H, Nakanishi S, Fujimori A, et al. : Cinacalcet effectively reduces parathyroid hormone secretion and gland volume regardless of pretreatment gland size in patients with secondary hyperparathyroidism. *Clin J Am Soc Nephrol* 2010; 5(12) : 2305–2314.
- 28) Hamano T, Koiwa F, Isaka Y, et al. : Long-Term Efficacy and Safety of Upacicalcet in Japanese Hemodialysis Patients with Secondary Hyperparathyroidism : Open-Label 52-Week Study. *Am J Nephrol* 2025; 56(1) : 70–84.
- 29) Raggi P, Chertow GM, Torres PU, et al. : ADVANCE Study Group. The ADVANCE study : a randomized study to evaluate the effects of cinacalcet plus low-dose vitamin D on vascular calcification in patients on hemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2011; 26(4) : 1327–1339.
- 30) Parfrey PS, Drüeke TB, Block GA, et al. : Evaluation of Cinacalcet HCl Therapy to Lower Cardiovascular Events (EVOLVE) Trial Investigators. The Effects of Cinacalcet in Older and Younger Patients on Hemodialysis : The Evaluation of Cinacalcet HCl Therapy to Lower Cardiovascular Events (EVOLVE) Trial. *Clin J Am Soc Nephrol* 2015; 10(5) : 791–799.