

---

## 総 説

---

# 重症心不全治療のパラダイムシフト

五 條 理 志\*

京府立医科大学大学院医学研究科人工臓器・心臓移植再生医学

## Paradigm Shift of Treatments for Advanced Heart Failure

Satoshi Gojo

*Division of Cardiac Support, Department of Cardiovascular Medicine,  
Kyoto Prefectural University of Medicine Graduate School of Medical Science*

### 抄 録

2010年4月に植込み型補助人工心臓2機種が保険償還された。欧米に大きく遅れていた重症心不全治療が一步前に進むこととなった。欧米では、ここ数年で補助人工心臓を用いた治療は既に大きく転換し、心臓移植の立ち位置にも影響を及ぼす程になっている。このような背景を元に、補助人工心臓治療の標準化が進められている。これには全症例登録データベースが、当該テクノロジーの安全性・耐久性・リスク評価・成績等を、透明性持って示していることに負う所が大きい。日本でも現状に即した形でレジストリーが導入された。本稿では、近い将来には同じ波が訪れるであろう先行するアメリカの現状を中心に、転換した重症心不全治療を概観する。

キーワード：重症心不全，補助人工心臓，心臓移植。

### Abstract

Two implantable ventricular assist devices, which are made by Japanese medical companies, has been reimbursed in April 2010, before this type of any foreign devices has been approved in Japan. In recent years, the therapy using mechanical circulatory support for advanced heart failure changed drastically. Miniaturization based on the continuous flow pump lead to fantabulous survival in non-eligible patients for cardiac transplantation. The concept of destination therapy, which play an alternative role to it, emerged. All case registered database, designated as INTERMACS, is running in United State for FDA-approved durable mechanical circulatory support device implants. This registry clearly demonstrate the safety, durability, adverse effects, and survival without any bias. In this review, the paradigm shift of treatments for advanced heart failure, which had been happened in the Western countries, and will soon be experienced, is described.

**Key Words:** Advanced Heart Failure, Mechanical Circulatory Support, Ventricular Assist Device, Cardiac Transplantation.

---

平成24年12月11日受付

\*連絡先 五條理志 〒602-8566 京都市上京区河原町通広小路上ル梶井町465番地

gojos@koto.kpu-m.ac.jp

開示すべき潜在的利益相反状態はない。

## はじめに

1953年に人工心肺の開発が成功し、1963年に補助人工心臓を用いた初の臨床例が行われ、3年後にはその長期生存が報告された。植込み型は、1964年にNHLBが機械的循環補助のグラントを開始したが、多くの困難に直面し第一例目は1984年まで待たなければならなかった。日本はそれに遅れること12年後の1996年に植込み型補助人工心臓の臨床試験が開始された。現在、欧米において心臓移植は一般治療となっているが、ドナー不足・厳しい選択基準を背景に、安全で長期使用可能な人工心臓への期待がその開発を促してきた。結果、優れた定常流型補助人工心臓が製品化されることとなった。ここ最近の人工心臓の小型化とDestination therapy (DT: 長期在宅治療) という概念の普及は、欧米においては重症心不全治療としてのGold Standardである心臓移植のポジションにさえ大きな変化をもたらし始めていて、重症心不全治療（心臓移植と長期使用型人工心臓：図1）の統計からも、それらの実施件数におけるトレンドが転換し、軸足を人工心臓に移していることが明らかである<sup>1)2)</sup>。日本では、2011年4月に漸く植込み型補助人工心臓が保険診療の下で使用可能となった。ただ、その適応は心臓移植へのブリッジ (Bridge to Transplantation: BTT) のみである。臓器移植法が改正され、脳死心臓移植が多くなったとはいえ年間30例前後で推移している。欧米のデータからは心不全の人口に占める割合は2~3%、重症心不全はその中の0.4%程度、その中で75歳以下は30%程度という統計がある。日本に当てはめると、約2800人という数字が出される<sup>3)</sup>。この数字のギャップを埋める事ができるものは、心臓移植の増加よりも植込み型人工心臓の寄与が大きいであろうと考えられる。

2012年末にAmerican Heart Associationから植込み型人工心臓のRecommendationsが示され<sup>4)</sup>、The Interagency Registry For Mechanically Assisted Circulatory Support (INTERMACS) という長期使用型人工心臓のデータベースが

4000例を越え、統計学的に様々な解析が可能な状況になっている。日本においてもJMACSが立ち上がり、ガイドラインも現状に即した形で整備されつつある。本稿では様変わりしつつある重症心不全の現況を報告する。

## 重症心不全の定義

心不全の定義は、“心筋障害により心臓のポンプ機能が低下し、末梢主要臓器の酸素需要量に見合うだけの血液量を絶対的にまた相対的に拍出できない状態であり、肺、体静脈系または両系にうっ血を来たし日常生活に障害を生じた病態”とされているが、重症心不全の定義に関しては明確なコンセンサスはない。NYHA IV、心臓悪液質、通常的心不全治療に抵抗性、集中治療を有するような入院を繰り返すことなどがあげられる。客観的な指標としては、左室駆出率は有意な指標にはならず、 $VO_2: 14 \text{ ml/kg/min}$ 以下であることや6分間歩行が300m以下であること等、心臓そのものの機能の客観的な指標が存在しない<sup>5)</sup>。しかし、その予後は重篤で罹患患者数は多く、全体としては予想生存期間は2年以下で、アメリカでは重症心不全にて死亡する方は毎年5万人に達するとされている<sup>6)</sup>。残念ながら、日本においてはそのような医療統計は存在しない。

## 重症心不全の治療：心臓移植と人工心臓

世界の心臓移植の統計はISHLTの報告では、移植後のHalf-Lifeが13年という数字が報告されており（図2）、重症心不全に対する最後の砦としての確固とした地位を築いている<sup>1)</sup>。しかし症例数は、アメリカでは1990年ごろより2000~2500例でプラトーの状態となり、ヨーロッパでも2000年頃より1000例程度で横這いとなり、ドナー不足は依然大きな問題で今なお解決法が模索されている。日本では、2012年11月までで累計153症例の心臓移植が施行されており、脳死改正法が施行された2010年を境に30症例前後に増加している。一方で、心臓移植は、ドナー不足や拒絶や免疫抑制剤による副作用の問題などを抱えている。

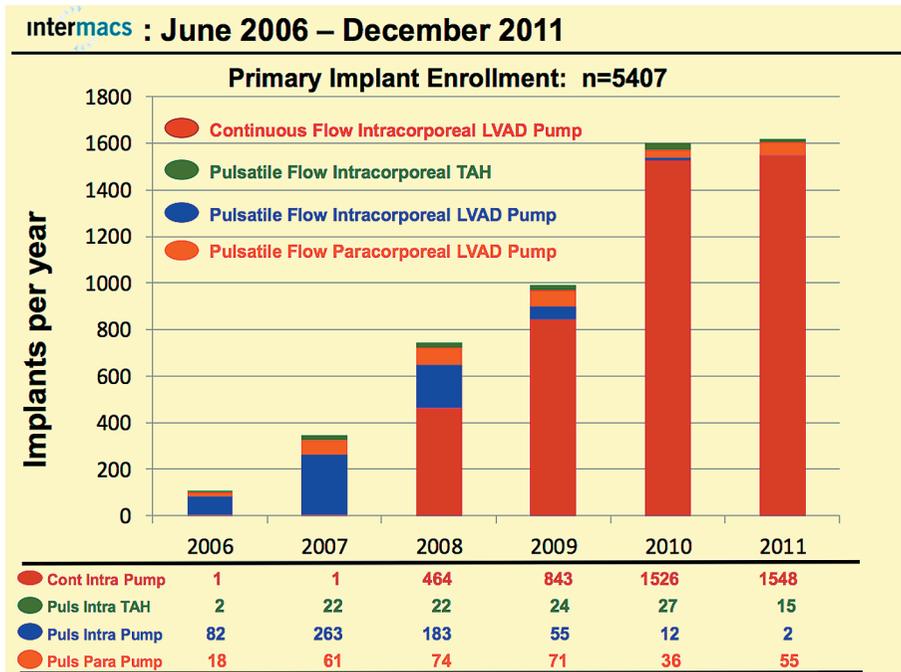
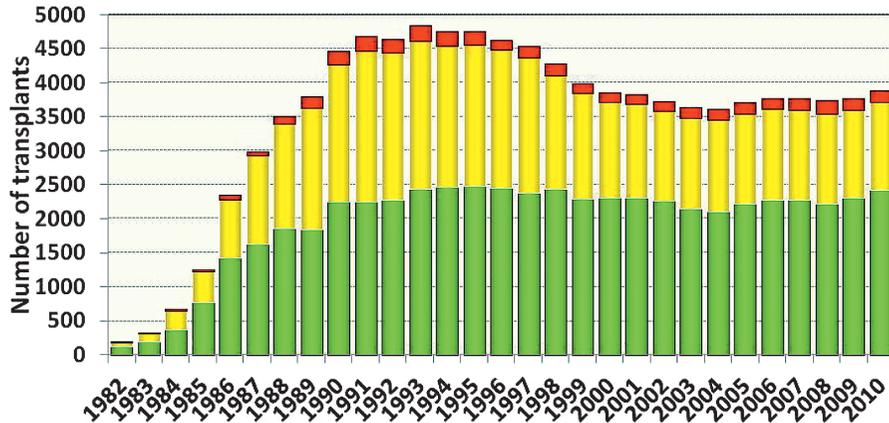


図1 心臓移植（上）と長期使用型補助人工心臓（下）の実施件数

小さく、安全で、長期使用可能な埋込み型人工心臓の開発は移植までのブリッジのみではなく、移植の代替としての Destination therapy という治療法への展開をもたらした。その成績は心臓移植に十分に匹敵するまでに向上している（図2）。現在、6機種の変動型補助人工心臓と2種類の定常流型補助人工心臓がFDAによって承認されている長期使用型補助人工心臓として

アメリカでは使用可能である。また、一時的循環補助デバイスとして7機種が承認されている。日本では、長期使用型2機種、一時的デバイス4機種が承認されている（表1）。

### 重症心不全の治療戦略

重症心不全は、時間とともに病状は著しく変化するものであり、その経過と全身状態によっ

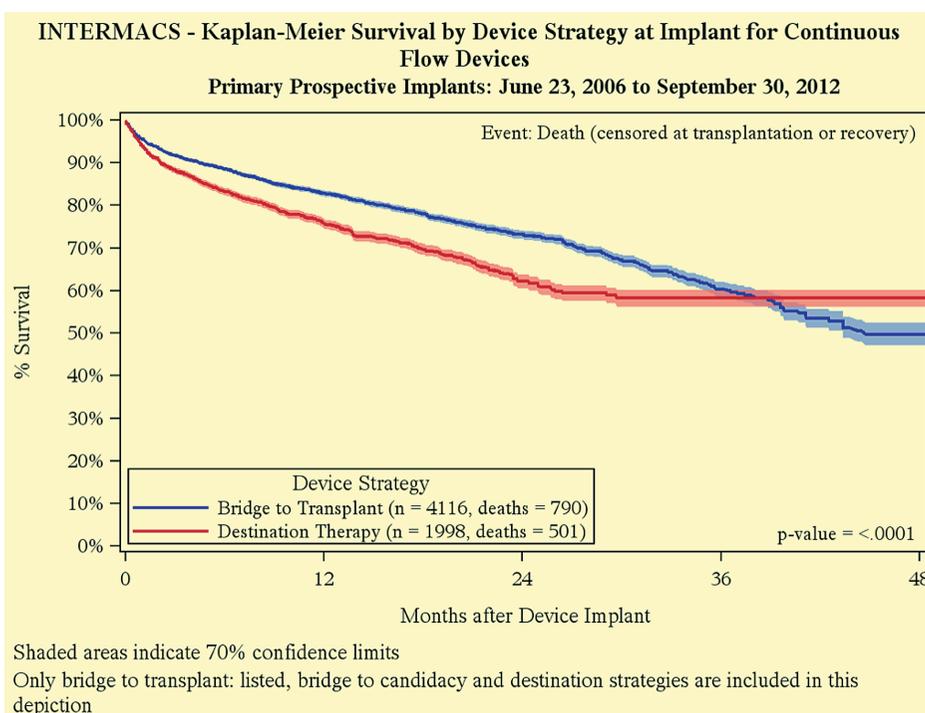
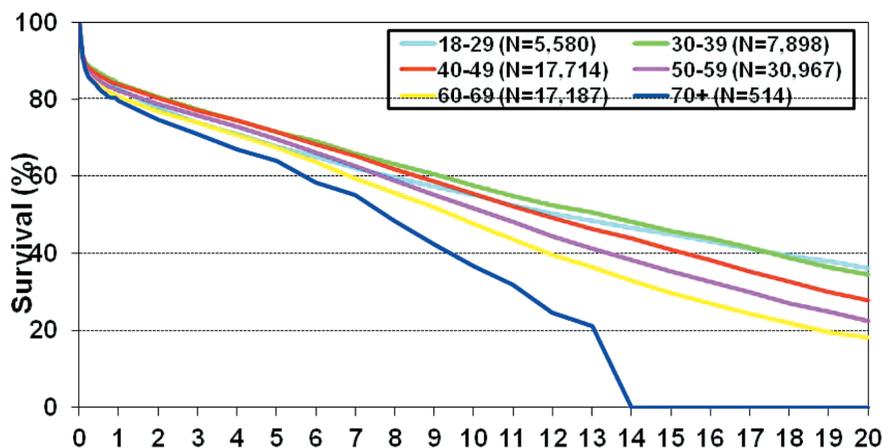


図2 心臓移植（上）と長期使用型補助人工心臓（下）の生存率

て治療法は決定されるものであり、極めて流動的である。それは、初期の適応のみでなく、人工心臓治療を行っている間においても同様の配慮が必要である<sup>4)</sup>。また、人工心臓の種類は体外式・植込み型、一時型・長期使用型に分けられ、適切な適応において使用される必要がある。しかし、日本においてはまだ選択肢の幅は大き

くない。人工心臓を用いた治療戦略としては Bridge to Transplantation (BTT), Bridge to Transplantation Candidacy (BTTC), Destination Therapy (DT), Bridge to Decision (BTD), Bridge to Recovery (BTR) が挙げられる (図 3)。

INTERMACS の第4回の2011年6月までの統

表1 使用可能な長期（上）及び一時的（下）循環補助デバイス

Device	Duration	Mechanism	Japan	USA
IABP	Days	Counterpulsation	○	○
TandemHeart	Days	Centrifugal	×	○
Impella	Days	Axial Flow	×	○
ECMO	Days-Weeks	Centrifugal	○	○
BVS5000/AB5000	Weeks	Pulsatile	○/×	○
CentriMag	Weeks	Centrifugal	×	○
Thoratec pVAD	Weeks	Pulsatile	×	○
Nipro VAS	Weeks	Pulsatile	○	×

Devicwe	Indications	Mechanism	Japan	USA
Thoratec pVAD	BTT, BTR	Pulsatile	×	○
Novacor	BTT, DT	Pulsatile	×	○
Heartmete XVE	BTT, DT	Pulsatile	×	○
Abiomed TAH	BTT	Pulsatile	×	○
CardioWest TAH	BTT	Pulsatile	×	○
Berlin EXCOR Pediatric	BTT	Pulsatile	×	○
DeBakey Child	BTT, BTR	Continuous	×	○
Hearmate II	BTT, DT	Axial Flow	×	○
EVAHEART	BTT	Centrifugal	○	×
DuraHeart	BTT	Centrifugal	○	×

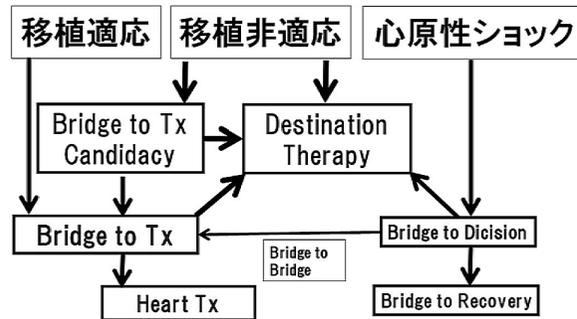


図3 機械的循環補助の治療スキーム

計<sup>2)</sup>を見ると、INTERMACS が開始されて以来 4 年間はほぼ半分を占めてきた BTT が 20% 程度に減少し、変わって DT が 40% 程度を閉めるに至っている。また、BTR は INTERMACS が始まるまでに多くのトライアルがなされたが、定常流型補助人工心臓が主流になった今は殆ど実施されていない (図 4)。これは、拍動流型補

助人工心臓と比較して心筋の回復が認められないことが多いこと、定常流型補助人工心臓の治療成績が安定して良好なこと、急性期心原性ショックに対して長期使用型デバイスを用いなくなったという変化が大きく影響している。心筋の回復に関してはメカニズムも解明されていないことから、定常流補助がその頻度を下げて

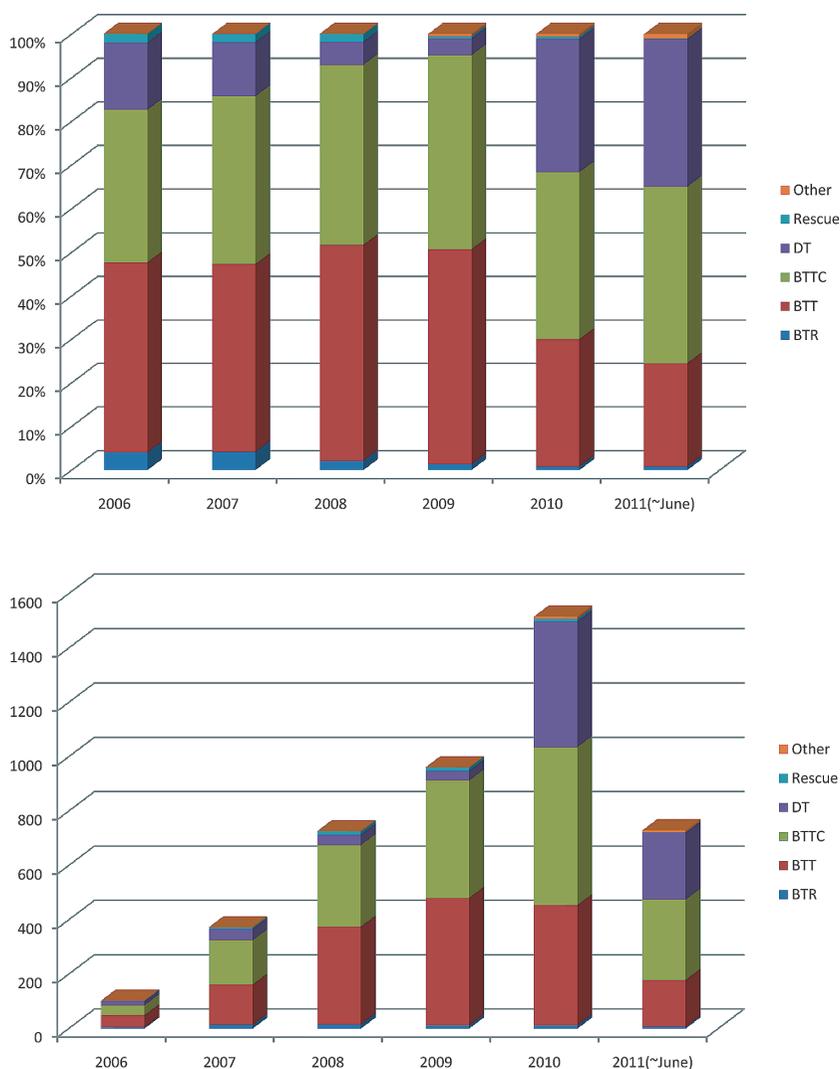


図4 機械的循環補助の治療目的別統計

いる理由に関しても不明なままである。DTと共に大きな割合を占めているのがBTTであり、心臓移植非適応の他臓器障害を人工心臓によるサポートで回復をさせ、非適応条件の解除を目的とするものであるが、統計上は一番多くを占める結果となっている。他臓器障害の回復可能性を正確に予測することは困難であるが、DTに移行することに何のハードルもないことと、DTによる十分な心拍出力が心臓移植非適応の条件となっていた末梢臓器不全を回復させ

ること、心臓移植がGold Standardであることへの信頼によるものと考えられる<sup>7)</sup>。急性心原性ショックにたいする長期型の使用は2008年を境に完全になくなり、一時補助デバイスに全て移行したことが分かる。これは、Impella, TandemHeartといったカテーテルベースの経皮デバイスの開発、CentriMagといった1週間を越えてサポート可能な安価なデバイスの普及によるところが大きい。このことは、INTERMACS Level 1 (表2)への長期使用デバイスの2006

表2 INTERMACS Profiling

PROFILE-LEVEL	Status Definition	Official Shorthand	Time frame for support
LEVEL 1	Critical cardiogenic shock	“Crash and burn”	Hours
LEVEL 2	Progressive decline	“Sliding fast”	Days to week
LEVEL 3	Stable but inotrope dependent	Stable but Dependent	Weeks
LEVEL 4	Recurrent advanced HF	“Frequent flyer”	Weeks to few months
LEVEL 5	Exertion intolerant	“Housebound”	Weeks to months
LEVEL 6	Exertion limited	“Walking wounded”	Months
LEVEL 7	Advanced NYHA III	Advanced Class III	

年の40%から2011年の12%への著減にも大きく寄与している(図5)。

欧米での治療決定プロセスは、急性循環不全に対してはBTDとして一時補助デバイスが第一選択となる。そのデバイスとしては、CentriMagの使用が急速に増加しており、中枢神経障害の可逆性が不明な状態での心原性ショックに対して、CentriMagを使用して循環動態を安定化させて中枢神経の評価を行うというプロトコールが浸透しつつある。BTDからは、回復不能で神経障害が不可逆と判断されれば補助の中止を検討し、全身状態が回復してくれば長期使用デバイスを用いたBTTもしくはDTへのBridge to Bridgeが計画される<sup>8)</sup>。また、心機能が回復可能と判断されればBTRとしてWeaning Protocolに従って人工心臓の離脱を図ることになる。一方、待機的な重症心不全患者においては、まず心臓移植の適応を評価することから始められる。非適応であればDTもしくはBTTCの適応を検討し、適応であれば基本的に心臓移植登録を行うという流れになる。欧米においては以上のようにしっかりとしたアルゴリズムが描けるのであるが、使用できるデバイ

スが少なく(特に急性期)、長期使用デバイスはDTが未だに承認されておらず、BTTのみに用途を限定している日本においてはこのようにすっきりとしたアルゴリズムを描くことは困難である。

しかし、急性期循環補助に関しては、中期間使用可能な安価な遠心ポンプを使用した左心バイパス術を日本の保険診療にて行うことは可能である。我々は、2012年3月よりマッケ社製ロータフローを用いた左心バイパス術を急性循環不全症例5例に対して行い、離脱症例を経験している(表3)。病状は極めて重篤で、治療成績を上げるには、待機的な植込み型人工心臓以上に十分な経験が必要であることがAHAのRecommendationsでも指摘されている<sup>4)</sup>。日本では、植込み型補助人工心臓実施認定施設・実施医のシステムが始まって2年が経過しているが、急性期の治療成績を体外式機械的循環補助によって向上させるには、植込み型と同様の教育システムを構築するか、ハブ-サテライトのような迅速に紹介・受け入れが可能なシステムを構築する必要がある。現在、DTの承認に向けて多くの方々が努力され、数年という遠くな

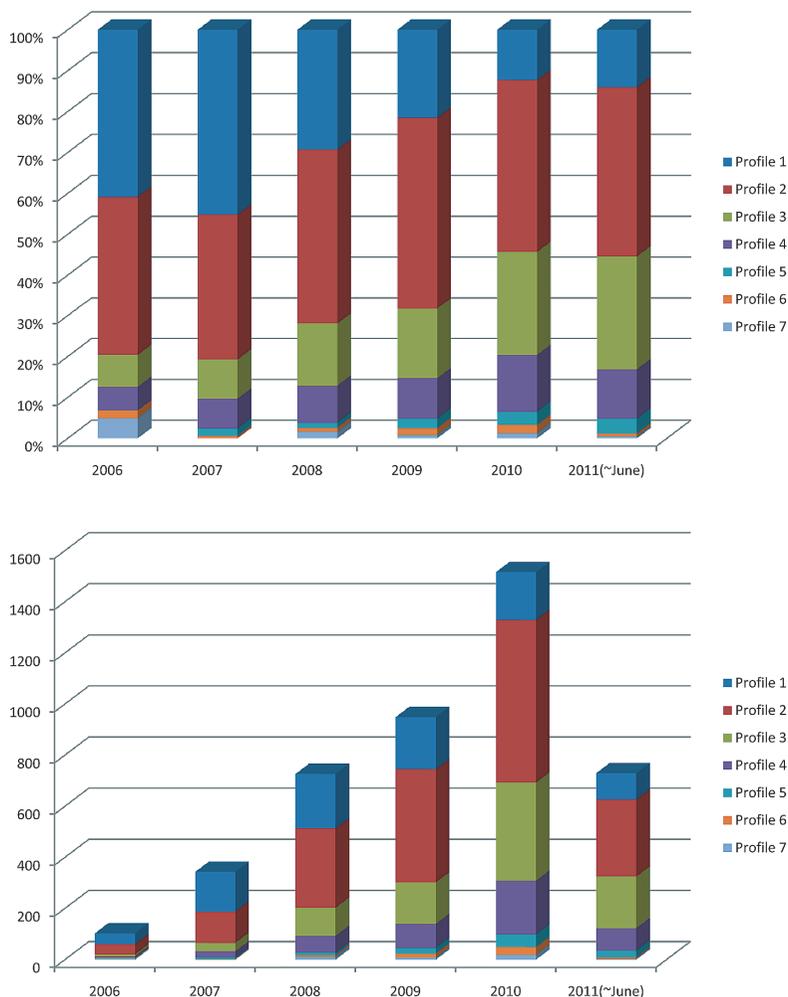


図5 INTERMACS 層別使用実績 (アメリカ)

い時期に欧米と同様なアルゴリズムを構築することができると考えている。

### 心臓移植・植込み型補助人工心臓の適応

心臓移植レシピエントの対象疾患は、従来の治療法では救命ないし延命の期待が持てない重症心疾患で、具体的には拡張型心筋症及び肥大型心筋症拡張相、虚血性心筋症などで、その他に、日本循環器学会心臓移植適応検討委員会で承認する心疾患と定義されている。適応条件は、不治の末期的状態にあり、1. 長期間又は繰り返し入院治療を必要とする心不全、2.  $\beta$

遮断薬/ACE 阻害薬を含む従来の治療法では NYHA III/IV から改善しないもの、3. 現存するいかなる治療法でも無効な致死性不整脈を有するもののいずれかを満たす必要があり、且つ、60 歳未満が望ましく、本人および家族の心臓移植に対する十分な理解と協力が得られることが条件として挙げられている。International Society of Heart and Lung Transplantation (ISHLT) のデータベースによれば、既に世界では 60 歳以上のレシピエントがほぼ 1/4 を占めるに及んでおり、最近では 70 歳以上の患者への心臓移植も無視できない数になってきている。高齢化社会を

表3 京都府立医科大学関連病院での左心バイパスの実績

Age, Gender	Diagnosis	Mechanical Circulatory Support (MCS)	Duration of MCS	Interventions
63, Male	AMI, Cardiogenic Shock	PCPS, IABP	4 days	LV Bypass
62, Female	Fulminant Myocarditis	PCPS	3 days	LV Bypass, RVAS-ECMO
54, Male	Fulminant Myocarditis	PCPS, IABP	15 days	LV Bypass
49, Male	AMI, Cardiogenic Shock	PCPS, IABP	4 days	CABG x2, LV Bypass, V-V ECMO
45, Female	DCM, VT storm, CPA	PCPS	2 days	LV Bypass, V-V ECMO

いち早く迎えた我が国も、現在、直面している問題であり、その対応としては、来年度よりは心臓移植適応年齢が65歳未満に引き下げられる見込みである。

日本における植込み型補助人工心臓の適応は、BTTが唯一の適応条件であるので、基本的には心臓移植の適応・除外条件を踏襲するものとなる。しかしながら、本年度の保険改正において、急性期の病態が悪化する症例においては、心臓移植実施施設の判断で適応を決定することが可能となり、循環器学会心臓移植適応委員会の承認プロセスを事後のものとするのが可能となった。この改正により、病態に即した治療が可能となり、重症心不全治療が大きく前に進んだ。

### 長期使用デバイスの治療実績

BTTの適応がHeartMate IIにおいてなされて以来、心臓移植登録をしている患者の43%が長期使用デバイスのサポートを受けている<sup>9)</sup>。カテコラミン依存の患者の心臓移植の死亡率はことに悪く、一年生存率は23%であることが報告されていて<sup>10)</sup>、人工心臓治療によってその生存率が有意に改善することがBTTCの増加の一因となっている。特に、BTTCとして、体格の大きい人やHLA抗体を有しており心臓移植の長期待機を余儀なくされるような状況や、肺高

血圧を含めて併存疾患の予防・回復に極めて有用である。

DTのランドマークトライアルはREMATCH trialで、HeartMate XVEという拍動型植込みデバイスを用いて行われた<sup>10)</sup>。129人の移植非適応の患者を無作為割付にて内科的治療群と人工心臓植込み群に分け、その生存率が比較検討された。結果は、一年生存率が23%vs48%と有意に人工心臓群が良好にて、2002年にFDAは当該デバイスをDTとして承認した。現在使用されているHeartMate IIは200人の移植非適応患者を対象に試験が行われた<sup>11)</sup>。結果は、HeartMate XVEのコホートと比較して1年、2年生存率は68%vs52%、58%vs24%であり、2010年にDTとしての適応が承認されている。

INTERMACSが始まった2年間に植え込まれた人工心臓は全てが拍動型の人工心臓であったが、2008年にHeartMate IIが承認されるや、拍動型から急速に定常流へと時代が変わった。2007年には報告なしから2010年の1445症例の定常流型人工心臓が植込まれ、拍動型は同時期に219例から6例に激減した。2011年の植込み症例の99%以上は定常流型となっている<sup>9)</sup>。

全データの生存率は1年；78%、2年；68%であり、左室補助と両室補助に分けると1年；80%vs55%、2年；69%vs53%であった<sup>9)</sup>。これを年代別に見てみると、2006年からの2年から

2008年の2年が顕著に生存率の向上があり、2010年からの2年間ではその向上はごく僅かなものとなっている。また、定常流型と拍動型の生存率の比較では1年：82%vs61%，2年：74%vs43%となっている。Strategy別での生存率の比較ではBTT, BTTC, DTの順となっており、DTの患者における併存疾患の影響が大きく影響をしていると考えられる。

人工心臓のメリットは生存率以外にも大きく、HeartMate II DT trialにてNYHAは80%の

症例で術後2年でclass I/IIとなり、6分間歩行も2倍の距離を歩けるようになっている。生活の質においてもMinnesota Living with Heart Failure questionnaireやKansas City Cardiomyopathy questionnaireで極めて良好な改善を認められている。

### 術前及び周術期リスク評価

外来患者のリスクを定量化するためには、2つの統計学的なモデルが報告されている。

	Weight
Platelet count < 148 x10 <sup>3</sup>	7
Albumin < 3.3	5
PT-INR > 1.1	4
Vasodilator	4
mean PAP < 25 mmHg	3
AST > 45 U/ml	2
Hct < 34%	2
BUN > 51 mg/dL	2
No iv Inotropes	2

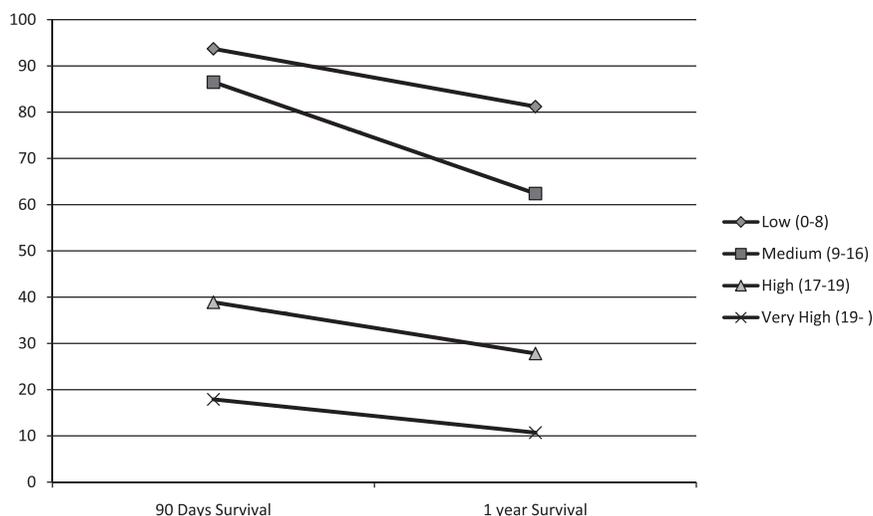


図6 Lietz-Miller Score：植込み型人工心臓植込み手術の周術期リスク評価

Heart Failure Survival Score<sup>12)</sup> と Seattle Heart Failure Model<sup>13)</sup> である。前者はスピロノラクトン・ICD 等が実用化される以前のデータを使用しており、現在に適応するには問題がある。後者は、中等度心不全の救急患者において、1・2・3年生存率を算出でき、介入治療による改善も算出することができ、Web ベース・iPad application も開発されているシステムである。しかしながら、重症心不全にこのモデルを適応すると多くの場合、生存率は過大に評価される傾向がある。特に、人工心臓・心臓移植という治療を行う場合の予測値の堅牢性は小さい。今後は、重症心不全においての SHFM が検証されることが望まれている。

入院患者の非代償性心不全による死亡率は4.2%程度と報告されている。AHDERE は収縮期血圧と BUN, Cr の3つにおいて患者を層別し、その予測死亡率を報告していて、High risk 群は  $BUN \geq 43$ ,  $SBP < 115$ ,  $Cr > 2.75$  にて入院死亡は21.9%とされている<sup>14)</sup>。中でも灌流不全による肝機能・腎機能障害はリスク要因として重要で、更に心原性ショックは最も高い死亡率である。心不全の死亡率は入院回数が重なるに従い高くなり、その頻度と期間に直接相関していることが示されている。しかし、ADHERE はレトロスペクティブデータを利用したレジストリーであることより、評価を行う上においては十分な注意が必要であり、重症心不全患者が少なく十分な統計学的なパワーを有しているかは不明である。

周術期のリスク評価として、INTERMACS の Profiling は人工心臓の植込み時期の最適化へのガイドの役割を果たしている。Profile 1/2 の患者の周術期の死亡率は44%であり、その多くは多臓器不全であり、Profile 3 以下の患者の死亡率と比較して際立って高い。DT の為の人工心臓の植込みは、神経学的障害が確定しない状態・敗血症・重篤な凝固障害・遷延する呼吸不全・不可逆性末梢臓器障害・右心不全などを併存した場合は推奨されない。一方、Profile 6/7 の患者は人工心臓デバイス植込みという手術には軽すぎると考えられてきたが、現在、HVAD とい

うデバイスで臨床試験が行われている<sup>15)</sup>。不整脈・頻回入院・一時的な機械的循環補助は Modifier として付け加えられ、死亡率上昇させる要因と考えられている。

他に Columbia University/Cleveland Clinic risk factor selection<sup>16)</sup>, Columbia Univ. revised screening scales<sup>17)</sup>, Muenster risk score など<sup>18)</sup> が報告されているが、中でも Lietz-Miller score<sup>18)</sup> が多くの施設にて使用されている。これは2002年から2005年の間、280人のHeartMate XVEを植え込まれた患者を対象に90日後の死亡率を予測する9つのリスクファクターが抽出されている。表に示す各項目に対する点数の合計が19点以上では90日後の生存率は17.9%と予測される(図6)。制限事項は、拍動型人工心臓での結果であり、現在使用されている小型の定常流ポンプでの検討ではないことである。L-M score に挙げられた項目以外にも、栄養不良、心臓悪液質、肥満、ノンコンプライアンスの歴などが重要である。人工心臓植込みのリスクとタイミングに関するプロスペクティブモデルが待たれている。

高い死亡率を持つ重症心不全患者への人工心臓や移植の適応においては、死亡リスクが明らかに認識されるほどに病状が不安定化するまで待つべきではいし、心原性ショックの患者は一時的循環補助による全身状態の安定化と全体的な評価を行うことが可能である。患者選択は、静的なものでなく、病態の進行とともに流動的であり、リスクと利益のバランスは極めて小さな変化で大きく変わることを知る必要がある。

## おわりに

死に至る病である重症心不全への治療として、大き過ぎるリスクを抱えることなく、安全で長期サポートに耐えうる人工心臓が実用化されたことで、機械と共生する治療がまた一つ現実のものとなった。心臓移植治療では足踏みをし続けた日本において、国産の2機種から新しい幕が開かれた意義は大きく、国内のみでなくアジアを含む世界へ展開しうる息吹が芽生えている。

## 文 献

- 1) Hertz MI. The registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation-introduction to the 2012 annual reports: new leadership, same vision. *J Heart Lung Transplant* 2012; 31: 1045-1051.
- 2) Kirklin JK, Naftel DC, Kormos RL et al. The Fourth INTERMACS Annual Report: 4,000 implants and counting. *J Heart Lung Transplant* 2012; 31: 117-126.
- 3) Trochu JN, LePrince P, Bielefeld-Gomez M et al. Left ventricle assist device: when and which patients should we refer? *Arch Cardiovasc Dis* 2012; 105: 114-121.
- 4) Peura JL, Colvin-Adams M, Francis GS et al. Recommendations for the Use of Mechanical Circulatory Support: Device Strategies and Patient Selection: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2012; 126: 2648-2667.
- 5) Metra M, Ponikowski P, Dickstein K et al. Advanced chronic heart failure: A position statement from the Study Group on Advanced Heart Failure of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail* 2007; 9: 684-694.
- 6) Hunt SA. ACC/AHA 2005 guideline update for the diagnosis and management of chronic heart failure in the adult: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Update the 2001 Guidelines for the Evaluation and Management of Heart Failure). *J Am Coll Cardiol* 2005; 46: e1-82.
- 7) Rogers JG, Butler J, Lansman SL et al. Chronic mechanical circulatory support for inotrope-dependent heart failure patients who are not transplant candidates: results of the INTrEPID Trial. *J Am Coll Cardiol* 2007; 50: 741-747.
- 8) Hofer D, Ruttman E, Poelzl G et al. Outcome evaluation of the bridge-to-bridge concept in patients with cardiogenic shock. *Ann Thorac Surg* 2006; 82: 28-33.
- 9) Mancini D, Lietz K. Selection of cardiac transplantation candidates in 2010. *Circulation* 2010; 122: 173-183.
- 10) Rose EA, Gelijns AC, Moskowitz AJ et al. Long-term use of a left ventricular assist device for end-stage heart failure. *N Engl J Med* 2001; 345: 1435-1443.
- 11) Slaughter MS, Rogers JG, Milano CA et al. Advanced heart failure treated with continuous-flow left ventricular assist device. *N Engl J Med* 2009; 361: 2241-2251.
- 12) Mehra MR, Kobashigawa J, Starling R et al. Listing criteria for heart transplantation: International Society for Heart and Lung Transplantation guidelines for the care of cardiac transplant candidates-2006. *J Heart Lung Transplant* 2006; 25: 1024-1042.
- 13) Levy WC, Mozaffarian D, Linker DT et al. The Seattle Heart Failure Model: prediction of survival in heart failure. *Circulation* 2006; 113: 1424-1433.
- 14) Fonarow GC, Corday E. Overview of acutely decompensated congestive heart failure (ADHF): a report from the ADHERE registry. *Heart Fail Rev* 2004; 9: 179-185.
- 15) Baldwin JT, Mann DL. NHLBI's program for VAD therapy for moderately advanced heart failure: the REVIVE-IT pilot trial. *J Card Fail* 2010; 16: 855-858.
- 16) Oz MC, Goldstein DJ, Pepino P et al. Screening scale predicts patients successfully receiving long-term implantable left ventricular assist devices. *Circulation* 1995; 92: II169-II173.
- 17) Rao V, Oz MC, Flannery MA, Catanese KA, Argenziano M, Naka Y. Revised screening scale to predict survival after insertion of a left ventricular assist device. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 125: 855-862.
- 18) Lietz K, Long JW, Kfoury AG et al. Outcomes of left ventricular assist device implantation as destination therapy in the post-REMATCH era: implications for patient selection. *Circulation* 2007; 116: 497-505.

## 著者プロフィール



## 五條 理志 Satoshi Gojo

所属・職：京都府立医科大学大学院医学研究科人工臓器・心臓移植再生医学 教授

略 歴：1990年3月 奈良県立医科大学卒業

1990年4月 奈良県立医科大学第三外科入局

1997年4月 Harvard Medical School/Massachusetts General Hospital,  
Dept. of Surgery, Transplantation Biology Research Center;  
Research Fellow

1999年4月 埼玉医科大学医学部第一外科学助手

2000年1月 埼玉医科大学総合医療センター心臓血管外科助手

2002年7月 埼玉医科大学総合医療センター心臓血管外科講師

2007年3月 埼玉医科大学総合医療センター心臓血管外科助教授

2008年5月 東京大学大学院医学系研究科 重症心不全治療開発講座特任准  
教授

2011年10月 現職

専門分野：人工臓器，再生医療，心臓血管外科

最近興味のあること：医療の国際展開（特にアジアに向けて）

- 主な業績：1. Gojo S, Gojo N, Takeda Y, Mori T, Abe H, Kyo S, Hata J, Umezawa A. In vivo cardiovascularogenesis by direct injection of isolated adult mesenchymal stem cells. *Exp Cell Res* 2003; 288: 51-59.
2. Gojo S, Kyo S, Sato H, Nishimura M, Asakura T, Ito H, Koyama K. Successful LVAS and RVAS-ECMO support in a patient with fulminant myocarditis who failed to recover from ventricular fibrillation with PCPS and IABP. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 126: 885-886.
3. Takeda Y, Mori T, Imabayashi H, Kiyono T, Gojo S, Miyoshi S, Hida N, Ita M, Segawa K, Ogawa S, Sakamoto M, Nakamura S, Umezawa A. Can the life span of human marrow stromal cells be prolonged by bmi-1, E6, E7, and/or telomerase without affecting cardiomyogenic differentiation? *J Gene Med* 2004; 6: 833-845.
4. Gojo S, Kyo S, Nishimura S, Komiyama N, Kawai N, Bessho M, Sato H, Asakura T, Nishimura M, Ikebuchi K. Cardiac resurrection after bone-marrow-derived mononuclear cell transplantation during left ventricular assist device support. *Ann Thorac Surg* 2007; 83: 661-662.
5. Kawashima D, Gojo S, Nishimura T, Itoda Y, Kitahori K, Motomura N, Morota T, Murakami A, Takamoto S, Kyo S, Ono M. Left ventricular mechanical support with Impella affords more ventricular unloading in heart failure than extracorporeal membrane oxygenation. *ASAIO J* 2011; 57: 169-76.