

愛媛大学医学部附属病院正面。同院は、①愛媛県民から信頼され愛される病院、②患者さんの立場に立てる医療人の育成、③愛媛で育ち、世界に羽ばたく医療の創造—を目標とするとともに、大規模災害への対応すべく、定期的な大規模災害訓練や医薬品・医療機器の備蓄など、震災時における医療支援体制の整備を進めている



2019 愛媛県 3 愛媛大学医学部附属病院

大学病院でも求められ始めた効率化を デリバリーPETサービスで実現させて 新たな核医学診断の地平線を切り拓く

心臓領域の画像診断で、高性能なモダリティ群と高い技術を活用した診療で広く知られる愛媛大学医学部附属病院。デリバリーPETを活用した心サルコイドーシスのFDG-PET検査や、心筋SPECTの定量評価などでは特に評価が高い。2018年4月の診療報酬改定を受け、同年には「FDG PET, PET/CT診療ガイドライン」が改訂、モダリティも新型検出器搭載の半導体PETが話題になるなど、核医学分野で変革と革新が続いている。第59回日本核医学会学術総会の会長であり、本邦における同分野の権威である放射線科の望月輝一教授、同総会実行委員長で、同分野のトップランナーでもある宮川正男PETセンター長らに、同院の核医学の現況と展望を聞いた。

愛媛大学大学院医学系研究科放射線医学教授 望月輝一氏に聞く

—放射線科の概要と充実した装置群についてお聞かせください。

放射線科は、他の大学病院と同様に画像診断科と放射線治療科に分かれており、画像診断科ではCTやMRI、核医学等の画像診断だけでなく、IVRによる低侵襲治療や甲状腺疾患に対するRI治療を行っています。

最近では、どの大病院も財政が厳しいことから、限られた収益の中で高額な放射線機器を更新することが難しく、更新時期を延ばしたり、臨床に重点を置いて最上級の装置を導入することが難しい状況になっているのは珍しくありません。しかし、当科では業務成績の向上を図る努力を続けており、その甲斐もあって多くのモダリティについて、高性能な装置を導入することができています。

画像診断の主たる装置であるCTは診断用装置が3台稼働していますが、いずれも世界のトップレベルの性能を有する装置です。なお、当科では、CT、スライスタデータも含め、全画像データを保存しています。コストはかかりますが、それによって高分解能画像による過去画像との比較読影が可能となっており、診断能の向上につながっています。

MRIも3T装置が2台、1.5T装置

が1台の計3台が稼働しています。なお、MRIも、検査時間を短縮する技術開発が進んでいることから、検査件数が増える傾向にありますね。

放射線治療は、放射線治療科が実施しており、年間400名ほどの新患が来院します。当院の近くに四国がんセンターがあることから、件数は多くないですが、大学病院ならではの、心疾患や合併症を抱える患者さんらへのがん治療を展開しています。

—核医学分野の概要についてお聞かせください。

当科には、PET/CTが1台、SP ECTが全身用と心臓専用の装置が各1台の計2台で検査を行っています。

PET/CT検査に関しては、当院ではサイクロトロンを設置していないので、デリバリーPETを利用しています。

サイクロトロンは、導入時に初期費用が掛かることはもちろん、30〜40年後の老朽化等に伴う廃棄に関する費用が見逃せないなど、かなり大きな負担になることが予想されます。先述したとおり、国立大学でも費用に対する意識は高く持たなくてはいけない時代になっており、改めてサイクロトロンは導入しない判断を下しました。四国がんセンターと県立中央病院にはサイクロトロンがあるので、幸い両施設には当科出身の放射線科医が勤務しており、研究等での不便は全く感じていません。実際にFDG-PET

T以外の臨床や研究については、県立中央病院において実施しています。デリバリーPETに関しては、日本メジフィックスの岡山ラボから2時間かけて輸送してもらっていますが、悪天候時でもキャンセルされることなく、確実に当院に製剤を届けてもらっているの、たいへん感謝しています。

当院のPET検査では、FDGによるがんの画像診断以外に、心筋サルコイドーシスのFDG-PET検査を多数実施しており、世界でもトップレベルの実績を挙げていると自負しています。

—FDG以外のPET製剤への今後の期待についてお聞かせください。

心筋血流を評価できるアンモニアPETは製剤生成のため、サイクロトロンが必要ですが、現在アメリカでFlumazenil製剤では、現在アメリカでFlumazenil（フルピリダズ）というFで標識した薬の治験が進んでおり、何年後かには日本でも使えるようになることを願っています。

この製剤は、心筋の血流をアンモニア製剤以上にきれいに、直線性よく血流を描出することができます。最近新しい検出器を装備した半導体PETが登場しており、最新のPETと組み合わせることで、より診断能を向上させることができると考えています。フルピリダズはF製剤なので技術的には提供可能なのではと考えています。認知症の診断に用いられるアミロイドPETとともに、デリバリーサービスの実用が待たれます。

今述べたとおり、心臓の血流製剤、脳に対するアミロイドイメージングと、PETで検査できる疾患や領域は拡大する一方であり、今後の核医学の可能性を拓くものとして期待しています。

—心臓専用SPECT装置が稼働中ですが、その有用性をお聞かせください。

当院の心臓専用SPECT装置は、最新型の半導体検出器を有する「Discovery NM530c (GE)」です。この装置は、検出器の感度が従来装置の4倍あることから、検査時間が半分、薬剤の投与量を半分抑えても従来と同程度以上の画質の画像を描出することが可能です。精度は



望月輝一 (もちづき・てるひと)氏

1954年静岡県生まれ。1980年愛媛大学医学部卒業、同放射線科入局。1983年愛媛県立今治病院放射線科、1988年愛媛大学医学部附属病院放射線科助手。1989年米国ピッツバーグ大学放射線科(核医学)留学。1991年愛媛県立今治病院放射線科勤務、1997年愛媛大学医学部附属病院放射線科助教授、2004年より愛媛大学医学部放射線科教授、現在に至る

PETに及びませんが、心筋血流に関する定量評価ができるなど、革新的な装置です。

——半導体PET装置も登場し出していますが、先生の所感をお聞かせください。

海外メーカーの装置を見学しましたが、転移集に対する画像の分解能が断然優れており、半導体SPECT装置同様、製剤の量を減らしたり、検査時間を短縮することも可能です。従来装置と比較して、より高い精度での診断が可能になるでしょう。半導体PETを利用することが、臨床上だけでなく患者さんに貢献できるのは、エビデンスを積み重ねて検証する必要があるのももちろんです。

——今後における放射線部門の展望についてお聞かせください。

来年度の予算で、PET/CTの更新を計画しています。PETに関して、最新の半導体PETが登場しており、画質を含め性能が大いに向上していることから、半導体PETを是非導入したいと考えています。

なお、2019年11月1日から3日かけて行われる第59回日本核医学会学術総会を、私が会長として開催することになりました。昨今の画像診断装置の発展は目覚ましいものがありますが、CTやMRIなどには逐次近似画像再構成法をはじめ、以前から核医学で用いられてきた解析手法や画像再構成法が活用されています。そこで、メインテーマを「アイデアあふれる核医学」とし、核医学の面白さを伝えることのできる学会にしたいと考えています。

■愛媛大学医学部附属病院 FDG-PETや半導体SPECT装置を活用し、 心臓核医学における先進的な検査・診断を実現

愛媛大学医学部附属病院放射線科
特任教授/PETセンター長
宮川正男氏に聞く



宮川正男氏
(みやがわ・まさお)

1983年愛媛大学医学部卒。愛媛県立中央病院等を経て、2011年愛媛大学医学部附属病院准教授、2018年より現職。第59回日本核医学会学術総会実行委員長

愛媛大学医学部附属病院では先述のとおり、PET/CT1台、全身用と心臓専用の2台のSPECT装置を中心に、核医学における放射線診断を実施している。同院における核医学検査の中心的な存在である放射線科特任教授/PETセンター長の宮川正男氏は、PETによる検査の現状について、つぎのように話す。

「PET/CTは、年間約1800件の検査を実施しています。件数は年々増加して最高件数を更新し続けており、もうすでに実施できる件数は限界に達していま

す。なお、望月教授が述べたとおり、当院にはサイクロトロンはなく、日本メジフィジックスのデリバリーPETを利用しており、非常に効率的な運用を可能にしています」

FDG-PET検査 愛媛県全域を同院でカバー FDG以外の製剤開発にも期待

放射線科では、がんのFDG-PET検査だけでなく、心サルコイドーシスに関するFDG-PET検査も数多く実施して

いる。同検査のガイドライン作成にも携わった宮川氏は、同検査の現況をつぎのように話す。

「私は、心サルコイドーシスに対するPET検査が2012年に保険適用になる以前から、同検査に取り組んできており、これまで約300件実施してきました。この検査は特殊な高脂肪低炭水化物食を用いたり、18時間の長期絶食を必要とするなど、患者側の負担もありますが、心臓内の活動性炎症を診断することができ、診療に大きく貢献する検査です。2018年4月には大血管に関する炎症の検査に対してFDG-PETが保険適用を受けました。これらの検査は、難病指定を受けている巨細胞性動脈炎など希少疾患に対してはありますが、患者さんにとって重要な検査であることは間違いありません。当院には愛媛県全域から、これらの検査を必要とする患者さんが集まっており、大きな責務を果たしていると思っています」

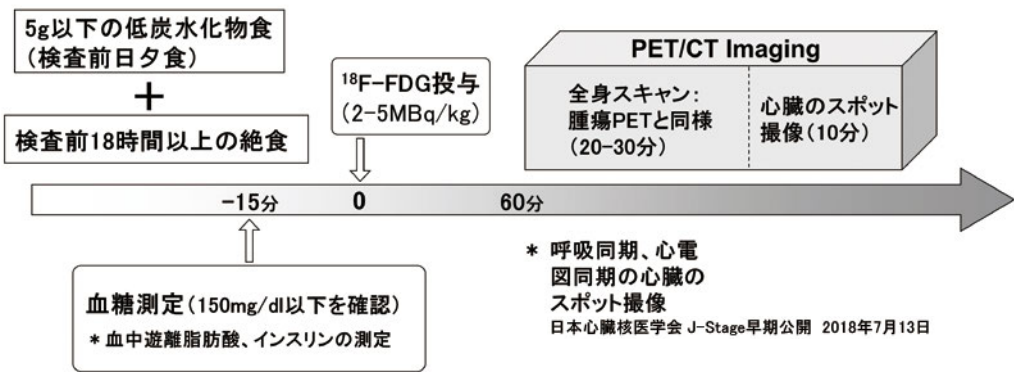
同院では、FDG-PETによる新しい画像診断の可能性を追求している。

「研究段階ではありませんが、サルコイドーシス以外の心筋症、最近ではアミロイドーシスなどにもFDGの集積が画像上で確認できてお



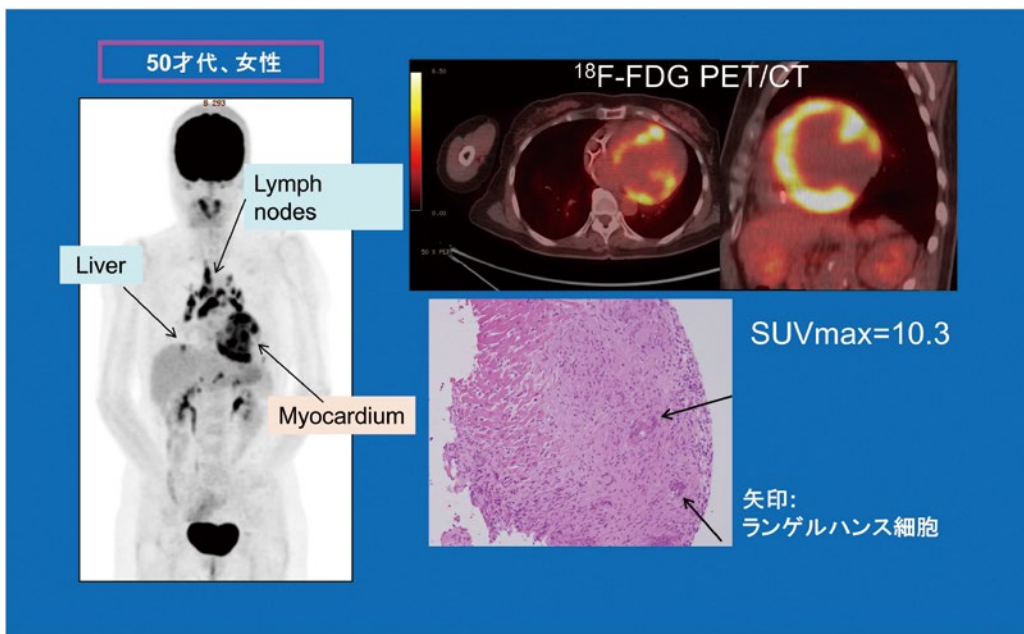
愛媛大学医学部附属病院で稼働中のPET/CT「Discovery PET/CT 600 (GE)」。同院では、デリバリーPETによるFDG-PET検査を実施。呼吸監視装置を設置することで呼吸性移動の問題をクリアするなど、精度の高い画像を描写する

●心サルコイドーシスPET診断を目的とした検査プロトコル●



愛媛大学医学部附属病院で採用している心サルコイドーシスPET診断を目的とした検査プロトコル。ガイドラインの中に採用されている

●心サルコイドーシスの症例画像●



心サルコイドーシスの症例画像。症例は50歳代、女性。完全房室ブロックに対して恒久的ペースメーカー植込み術を施行。PET/CTでは、心室中隔から後壁にかけて(SUVmax=10.3)の高度なFDG集積が心筋内に認められた。両側肺門、縦隔リンパ節も高度集積あり。本症例のような、focal on diffuseパターンのFDG集積亢進は心サルコイドーシスに特徴的とされる。心内膜心筋生検により非乾酪性類上皮細胞性肉芽腫が証明され、心サルコイドーシスと確定診断された。過去の報告によれば、生検による診断率は20%以下と低く、診断が困難となる原因とされる。

り、このような検査画像は研究成果として症例報告しています。他にも、活動性の炎症を捉えるという意味では、FDG検査で陽性を示した組織を採取すると、活動性のTリンパ球やマクロファージが集積していることが確認されています。FDG-PETでは、これらを非侵襲的に描出できることが確認されており、FDG検査の可能性を改めて思い知らされています」

サイクロトロンを設置していない同院だが、関連施設とのコラボレーションも積極的に実施している。

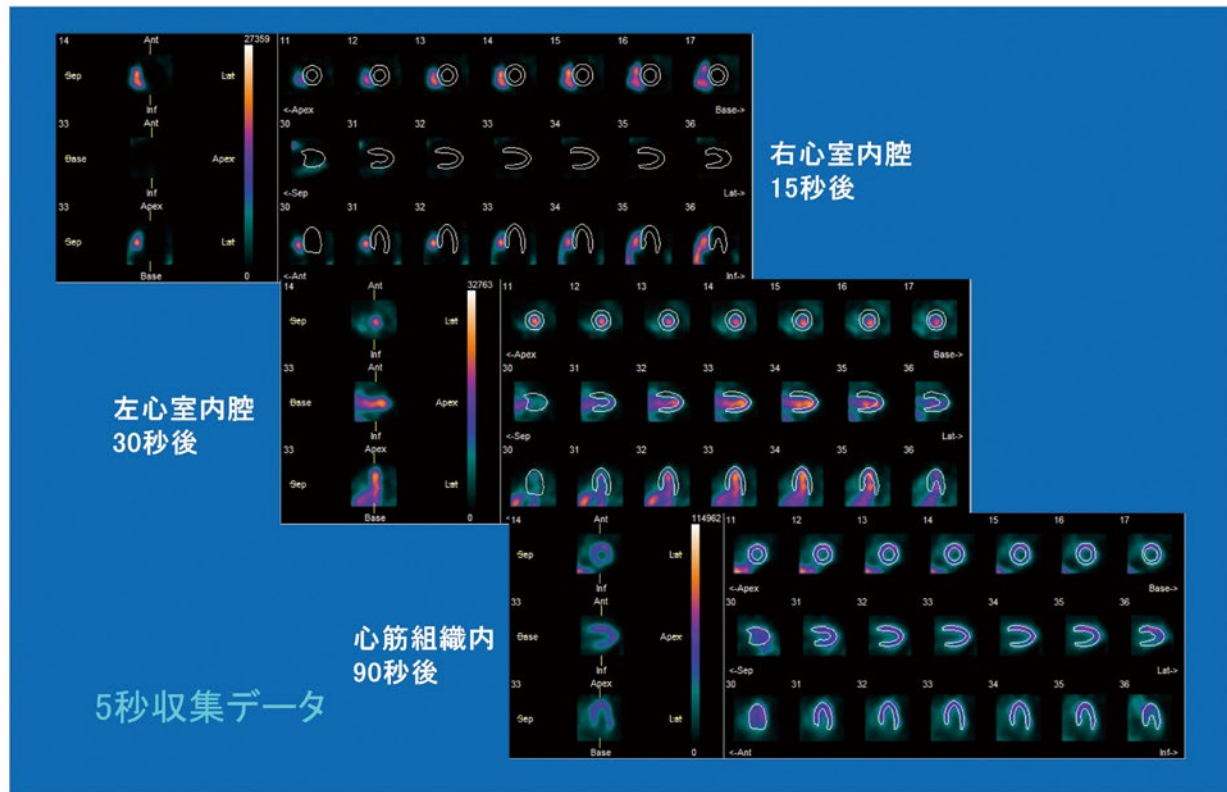
「FDG以外のPET製剤では、5年前にアンモニア製剤が保険適用になっていました。これらの製剤精製にはサイクロトロンが必要なので、関連施設である県立中央病院で臨床を行っています。サイクロトロンが必要なこともあり、臨床に役立つアンモニアPET検査を実施している施設は全国でも10施設程度で、その意味でも県立中央病院は貴重な施設であると言えます」

PET検査に対する展望を問うと、宮川氏はPET検査用の製剤が増えていくことと、新たなPET装置の開発がPET検査の可能性をより大きくすると話す。

「現在、アメリカで治験が進んでいるフルピリダズはF製剤であることから、デリバリーも可能なのではないかと個人的に期待しています」

特に、フルピリダズについては、第1相試験を実施したドクターを11月に開催する核医学会総会にお招きして、招請講演も実施していただく予定です。

●ダイナミック心筋 SPECT●



ダイナミック心筋 SPECT 画像。5 秒間隔でデータを取集。15 秒後に右心室内腔（上段）、30 秒後に左心室内腔（中段）、90 秒後に心筋組織の経時的な RI 集積の画像を描出できる



大元 謙二（おおもと・けんじ）氏
1988年愛媛大学医学部附属病院放射線部入職。2017年より現職。「平成29年度のCT撮影件数は2万3,000件、MRI撮影件数は8,000件、核医学検査件数は3,000件です」と話す大元謙二技師長

F製剤がデリバリーサービスで供給されるようになれば、脳のアミロイドメーキングも普及するのではないのでしょうか。現在、400〜500施設あるPET導入施設のうち、サイクロトロンを有している施設は、その4分の1程度でしかありません。F製剤の普及とそれに伴うデリバリーPETの活用が盛んになれば、ラボも増設されるなど、より核医学検査がしやすい環境も整備されてくるでしょう」

最新のCZT半導体検出器を搭載
高速・高精度な核医学診断が実現

愛媛大学医学部附属病院では、2011年から最新型の心臓専用半導体SPECT装置「Discovery NM530c (GE)」が稼働しており、心臓核医学検査に大いに成果を挙げている。

また、他に全身検査用にSPECT装置も1台設置されている。心臓専用SPECT装置の運用の現況について、診療支援部診療放射線技術部門 部門長/診療放射線技師長の 大元謙二氏はつぎのように話す。

「SPECT検査は年間約1200件実



半導体 SPECT 装置「Discovery NM530c (GE)」。CZT (Cadmium-Zinc-Telluride:テルル化亜鉛カドミウム) 半導体検出器とピンホールコリメーターを搭載、従来型装置と比較して空間分解能が2倍、感度が4倍向上している

施しています。スタッフのマンパワーの関係もあって、件数は抑えめにはしていますが、オーダーの件数は多いです」

心臓領域の検査におけるSPECTの有用性を、望月教授はつぎのように話す。「CT、MRI、SPECTと、さまざまなモダリティで検査を実施した経験から言えば、心臓核医学の優れている点は、腎機能が落ちていたり、造影剤に対するアレルギーを持つ患者さんに対しても、失敗することなく検査を実施できる点にある

と言えます。確かに、CTは冠動脈の血流の様子をより詳しく捉えることができますが、腎機能の落ちてきている高齢の患者さんに検査はできません。MRIも新しい検査法などが開発されていますが、大学病院においては、心臓MRIよりも頭部や整形領域に対する検査を優先して実施して欲しいという要望が強く、ただでさえ予約待ちの状況が続いています。

半導体SPECTは、精度はPETに及

●半導体SPECTのダイナミック撮影法●



半導体 SPECT のダイナミック撮影法の実際。①仰臥位で薬剤負荷および RI 投与用の静脈ルートを確認して②各静脈ルートに機器を装着。③少量投与でまず心臓の位置を確認した後、④心臓の位置まで装置をセット、直ちに薬剤負荷を開始する

たね。他施設の画像診断医も、その分解能の高さに驚かれています。

そして、この高分解能装置を活用して、心筋SPECTでアンモニアPETと同じことができないかと考え、新たな心筋血流の定量評価法を開発し、臨床使用に向けて検討しています。精度こそPETには及びませんが、PETと違いサイクロトロンが不要であるため、より簡便に心筋血流に関する検査を実施することが可能となったことは大いに評価すべきだと思います。

「Discovery NM530c」は国内でまだ10台以下、他メーカーの「D-SPECT」も20台程度と、欧米に比べ、心臓専用SPECT装置が普及しているとは言えない状況ですが、これまでPETでしかできなかった定量評価が可能になった点は、大きなメリットと言えるでしょう。当院には、核医学専門医とPET核医学認定医が8名所属していたことも、このような技術開発につながっていると考えています」

半導体SPECT装置の操作性について、大元氏はつぎのように話す。「装置の機能的な特徴として、半リング状に並んだ小型の検出器は、回転することなくプロジェクトンデータを収集します。患者さんにとって圧迫感がなく、優しい装置であると言えます。また、鎮静状態の小児患者さんの検査でも、装置が回転することがないのでモニターのケーブルやチューブなどが絡まったりすることを心配する必要がなく、検査スタッフの間でも全面的での評価が高いですね。それが検査時間の短縮にもつながり、好評を博してい

愛媛大学医学部附属病院

1976年10月、15診療科320床で開院した愛媛大学医学部附属病院は、以来40年に渡って「患者から学び、患者に還元する病院」を基本理念として、地域に根差した医療を実践。現在は24診療科、46の中央医療施設、病床数644床と大きく発展し、約500名の医師、約700名の看護師、その他職員を含め約1600名の病院スタッフが勤務している。

所在地：愛媛県東温市志津川 454
病床数：644床
院長：三浦 裕正