

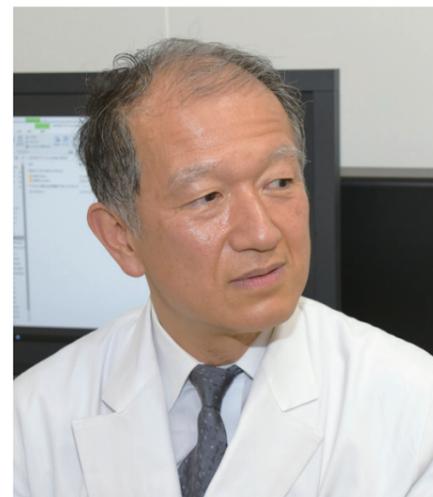
# 半導体 (SiPM) PET・CT 装置 Biograph Vision が拡げる 核医学検査

## Biograph Vision 国内第1号機 導入レポート

日本ではがんの罹患率およびがん死が増加を続けており、その早期発見と治療効果判定に不可欠なPET検査の重要性が増しています。他方、今や検査精度はもちろんのこと、効率性あるいは被検者が感じる快適性の向上も求められる時代です。Biograph Visionは、これらの条件を満たすべく、半導体 (SiPM) を用いPET検出器の刷新による検出感度と空間分解能を高度化したPET・CT装置です。今回は国内で初の導入施設となった地方独立行政法人 秋田県立病院機構 秋田県立循環器・脳脊髄センターを訪ね、木下 俊文 副院長、茨木 正信 主任研究員、松原 佳亮 研究員、佐藤 郁 技師にBiograph Visionを選択された理由、性能評価、期待についてお話をうかがいました。

**施設名称が「秋田県立循環器・脳脊髄センター」に変更されましたが、現在の国内の臨床および研究面での貴院の役割を教えてください。**

**木下 先生** 当センターは秋田県立病院機構に所属する臨床および研究機関であり、「質の高い安全な医療の提供と、臨床に根ざした研究により、



木下 俊文 副院長

県民の健康と生活を守る」を理念に掲げています。「秋田県立脳血管研究センター」の頃から脳と血管に関する臨床と研究に取り組んできた当センターは、秋田県における脳・循環器疾患の包括的医療体制の構築を目的に、2019年3月1日より「秋田県立循環器・脳脊髄センター」と改称し、新たな一歩を踏み出しました。新センターの名称に「循環器」を加えたことにより、医療機関としての機能と同分野の臨床および研究体制拡充の意図を鮮明にしました。また、新診療棟は「脳心血管病診療棟」と名付けられ、脳心血管病診療部が設けられました。このような体制変更のもと、脳と心臓の分野において臨床および研究のリーダーシップを取っていく活動が期待されていると自負しています。国内で初めてBiograph Visionを導入したことも、その意気込みの表れということになります。

**多様な画像検査機器の中で、PET装置にはどのような役割を期待されますか。**

**木下 先生** CTやMRI検査では病変の形態学的



茨木 正信 主任研究員

評価ができるのに対し、SPECTやPET検査は病態の機能的評価に優れます。双方とも重要な画像検査です。しかしながら、PET装置を保有する施設は限られています。そのため、機能的評価のなかで最も重要な血流の測定はCT、MRIあるいはSPECT検査で行われるようになってきていますが、PETによる血流の定量的測定の信頼性が高いことを考慮すれば、PET装置には「他の検査装置による血流評価をサポートするために、モダリティ間の比較検討に必要な定量的評価のゴールドスタンダードを確立して提供する」という役割が求められています。

**Biograph Visionを選ばれた理由をお聞かせください。**

**茨木 先生** 素直に、最新鋭の装置を使いたいという気持ちがありました。PET装置に求められるあらゆる性能を最高レベルまで引き上げた新装置と理解しておりました。具体的な理由の1つは、従来装置に比べAxial field of view (体軸方向視野) が大幅に広いという点です。感度の点で圧倒的に有利なわけで、診療、研究の幅が広がると考えました。

**佐藤 技師** mCTでの実績も考えてBiograph Visionでも<sup>15</sup>O標識Gas-PET検査が、実現可能と考えました。また、最新の装置による<sup>15</sup>O標識Gas-PET画像の画質に期待しました。

**松原 先生** これからは半導体PET装置が主流になると考えられますし、その中でも最新鋭機を

使いたいという要望がありました。

**木下 先生** Biograph Visionの導入は、医療機関として新体制に移行するタイミングでしたし、さまざまな医療機器の入れ替えを一斉に行う時期でもありました。もちろん、予算面も考慮する必要がありましたので、PET装置に関しては長い期間使用可能な機種を求めていました。複数の半導体PET装置を比較検討しましたが、Biograph Visionの開発における企業姿勢、装備された機能、特に、病態の定量的評価の能力にこだわったのですが、これらは当センターに与えられた臨床と研究面における情報発信ニーズをいずれも満たしてくれるものでした。

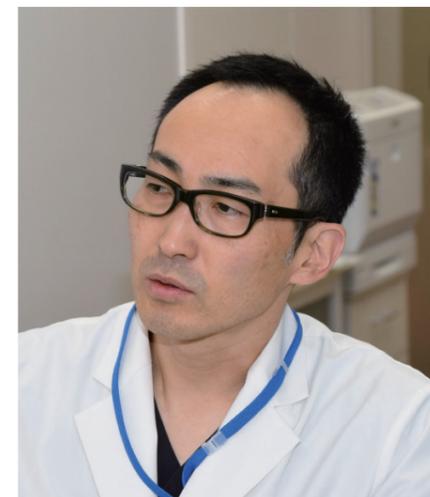
**Biograph Visionを実際に使用された感想をお聞かせください。**

**木下 先生** 定量的評価能が優れることに加え、従来のPET・CTに比べて、空間分解能が格段に高くなったと感じました。画像はMRIにかなり近くなり、例えば、腫瘍の浸潤範囲を明確につかめるぐらいの空間分解能が得られます。FDGを使用すると、CTやMRI画像と対応する形で集積がみられます。ですから、脳腫瘍などでは造影MRI画像とBiograph Visionの画像を対比することで、脳内での進展範囲を把握しやすくなったと感じています。

**茨木 先生** カタログなどに掲載されているような画像が描出されるのかと、半信半疑でしたが、推奨されているパラメータの設定で撮像したところ、本当に同じような画像が出ました。空間



松原 佳亮 研究員



佐藤 郁 技師

分解能を活かすための感度が備わっていると感じました。体軸方向視野が広いことの威力を実感しています。

**松原 先生** 現在、<sup>15</sup>O標識Gas-PET検査を立ち上げている最中でして、その中でBiograph VisionでCOを使ったCerebral Blood Volume (CBV) を測定するための画像を少数例ですが撮ってみました。その画像はCT、MRIあるいはAngiographyにかなり近く、いよいよPET検査でも脳血管撮像ができる可能性がみえてきたかという印象を持ちました。CO<sub>2</sub>やO<sub>2</sub>を使ったときにも、定性画像の段階で内頸動脈まで明瞭にみえていました。それも、早期相だけではなく後期相に移行してもみえていました。脳の灰白質 - 白質間のコントラストも良好です。一方で、高コントラストゆえの問題点がないとは限りませんので、この点については、今後、検証していくつもりです。

**佐藤 技師** FDG-PETの再構成条件の検証にあたり、必須と考えていたポストフィルタを装置の特徴である空間分解能を生かすため使用しないことを考えました。当初は、画質について違和感があったものの装置の性能向上を実感した点でもありました。今後継続した検証の必要性を感じますが、十分な画質が得られることは間違いありません。長時間かけた脳のFDG-PET像をみたときには、MRIのような形態画像に近いという印象を持ちました。また、Biograph Visionの導入を経験して、NEMA (全米電気製造業者協会) 試験にどれほど大変な手間がかかるかを実感しました。

地方独立行政法人  
秋田県立病院機構  
秋田県立循環器・脳脊髄センター

所在地：秋田県秋田市千秋久保田町6-10  
病床数：184床  
主な導入装置：  
Biograph Vision  
SOMATOM Drive  
MAGNETOM Aera  
MAGNETOM Verio Dot Upgr.  
MAGNETOM Skyra  
ARTIS pheno  
Artis zee FA  
Artis zee BC PURE  
syngo.via  
syngo.via Frontier  
SIREMOBIL Compact L  
ARCADIS Avantic Gen2  
teamplay  
ACUSON SC2000



お話をうかがった先生

木下 俊文 副院長  
茨木 正信 主任研究員  
松原 佳亮 研究員  
佐藤 郁 技師

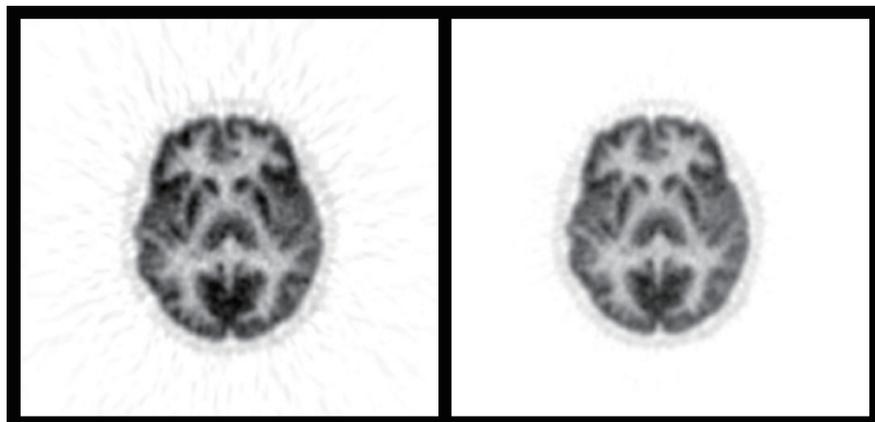


図1. 左:FBPのみ 右:FBP+TOF

どこの施設でもできるかという、なかなか難しいところだと思いますし、第1号機の導入施設として、これを実施できてよかったと思っています。

**Biograph VisionではTime-of-Flight時間分解能と空間分解能を高めて画質を向上させていますが、どのように評価されていますか。**

**松原 先生** Biograph Visionを使うと、フィルタ逆投影法 (FBP) で撮った画像でも従来より短いTime-of-Flight (TOF) 時間分解能によって明瞭にみえます。ある例でTOFのon/offで画像を比較しましたところ、双方で全く異なる画質の画像が得られました。当然画像再構成条件によっても違ってはきますし、より詳細な検討は必要ですが、このことは、TOF時間分解能の高さを反映しているものと考えています。SNRも向上していると聞いていますし、Biograph Visionは分解能と

ノイズ低減を両立させた次世代型半導体 (SiPM) PET・CT装置と言ってよさそうです。(図1)

**佐藤 技師** 確かに、TOF時間分解能の影響は大きいと思います。

**Biograph Visionへの速度可変型寝台連続移動方式FlowMotionの採用に関する評価をお聞かせください。**

**佐藤 技師** まずは、FDG-PETの全身収集に対してstep&shootとFlowMotionどちらのモードを採用すべきか苦慮しました。現状は従来装置でも連続移動方式で全身の収集を行っていたことからFlowMotionを採用しています。1スキャン中に寝台の移動速度を変えられる点は大きなメリットだと考えています。例えば従来装置では、全身像に加えて頭部も対象とした検査の

場合、全身撮像と頭部撮像を分けて行う必要があります。Biograph VisionのFlowMotionでは、撮像を分けずに必要とされる範囲のデータ収集をより高画質にして収集可能となり、撮影の分割により位置合わせのやり直しや吸収補正用のCT撮影の追加が必要なくなれば時間短縮と被ばく低減になると考えています。撮像速度可変の撮像については、画質への影響も考慮して検討を重ねていきたいと思っています。(図2)

**Parametric imagingについて、どのような展開をお考えですか。**

**松原 先生** Johns Hopkins大学に出向していた際にKiの画像を見る機会があったのですが、高コントラストかつ高精度に腫瘍を描出できていることに衝撃を受けたのを覚えています。ただ、臨床の場でどのように活かせるかは未知数です。

**木下 先生** 新たな臨床応用については未だ漠然としたイメージしか持っておりませんが、全身のdynamic scanで示されたParametric imagingをCTやMRIの画像と対比させることで、その意義がみえてくると思います。また、当センターでは脳卒中とともに脳腫瘍の症例も経験されますが、梗塞と腫瘍の合併例や、なかには腫瘍細胞が脳血管に詰まり、梗塞巣を形成するような症例も稀にあります。亜急性期梗塞では組織修復に伴う糖代謝の活性化によりFDGが集積する可能性があります。Parametric imagingを用いれば、亜急性期梗塞と腫瘍の区別や、腫瘍の質的診断などに関しているいろいろとわかってくることも

あると思います。

**血管描出が優れていることの有用性について教えてください。**

**松原 先生** 極めて個人的な話で恐縮ですが、当センターの採用試験の面接時に「非採血で入力関数を出したい」と言ったことを思い出します。従来装置では内頸動脈の描出が不十分なため、正確な入力関数を画像から取得するのは困難でしたが、Biograph Visionという従来より高い精度、コントラストで画像が得られるツールの導入によって、ようやくそれが実現できるのではないかと期待しております。(図3)

**木下 先生** 現代医療では、非侵襲性があらゆる場面で要求されています。入力関数を精度高く求めるには動脈血を採取する方法が最適ですが、無採血で同レベルの値を得られるのであれば非侵襲化ニーズを満たせます。検査の枠も広がりますし、普及していくように思われます。確かに、Biograph Visionの画質と体軸方向視野の広さがあれば、この臨床課題に解答を見いだせそうです。

**茨木 先生** 従来のCO scanは血管を補正する意味合いが強かったと思うのですが、Biograph Visionの画像がAngiographyに近い明瞭さであることを考えると、dynamic scanから得られる情報に可能性を期待してしまいます。なお、COは挙動がよい反面、短時間の投与が困難ですから、どのように解析するかなど検討が必要です

**半導体PET・CT装置の普及が予想される中、臨床および研究面でこの次世代PET装置にどのような期待をされますか。**

**佐藤 技師** 臨床の分野では、新たなPET・CT装置が導入されるたびに、ポジトロン核種の投与量を見直そうという話が出てきます。実際は、従来の投与量のままで検査を行っている施設が多いのではないのでしょうか。Biograph Visionでは、投与量の低減と画質の両者を満たすことを期待しています。一方で従来の投与量で検査時間の短縮も可能と考えています。検査拘束時間の短縮で被検者の負担軽減や体動の多い被験者への短時間収集の可能性にも期待できると考えています。

**茨木 先生** ポジトロン核種の投与量を減らして被ばくを抑えるという考え方もありますし、Biograph Visionの計数率特性の高さを考慮し、反対に、投与量を増やしても高画質を得るという戦略も考えられます。その方がこのPET装置の特長を活かすことにつながるのかも知れません。

**松原 先生** 最近、医療の分野にもAIを活用しようという動きがあります。一方でAIはちょっとしたノイズが加わるだけでも誤認識してしまう可能性が示されており、従来とは違った意味で高い画質の画像が要求されます。その方向性の中での半導体PET・CT装置の普及は、臨床現場で得られる画質の大幅な改善をもたらすだけでなく、AIによる診断の高度化につながると思います。AIが実用化された近未来の医療においても、Biograph Visionが寄与するところは大きいと考えています。

**木下 先生** Biograph Visionの高分解能を活かせば、脳や心臓にとどまらず、多様な臓器における血流測定の実現につながると思います。我々が臨床と研究の場においてこだわり続けてきたことは、脳と心臓の血流をいかに正確に測定するかということです。その過程で、PET検査は血流の定量的測定に有用性を発揮してきましたが、特に心臓PET画像は不鮮明であり、実臨床において使い勝手のいい検査とは言いがたいものでした。時間分解能と空間分解能をともに高度化



図3. Axial field of view (体軸方向視野) 26cm

したBiograph Visionは、他のモダリティの画像データとのより正確な対比ができ、詳細な情報が得られ、研究分野にとどまらず、臨床への寄与も大いに期待できます。その延長線上にあつて、大きなテーマとなるのが血管壁です。Biograph Visionで血管壁に生じた病態の性状を捉えることで発生リスクの高い事象の予測ができるかもしれません。3D-CT Angiographyでの狭窄度の評価に加えて、血管壁自体の病変の質的評価は、適切な治療選択につながる情報を提供することも考えられます。

(2019年6月13日取材)

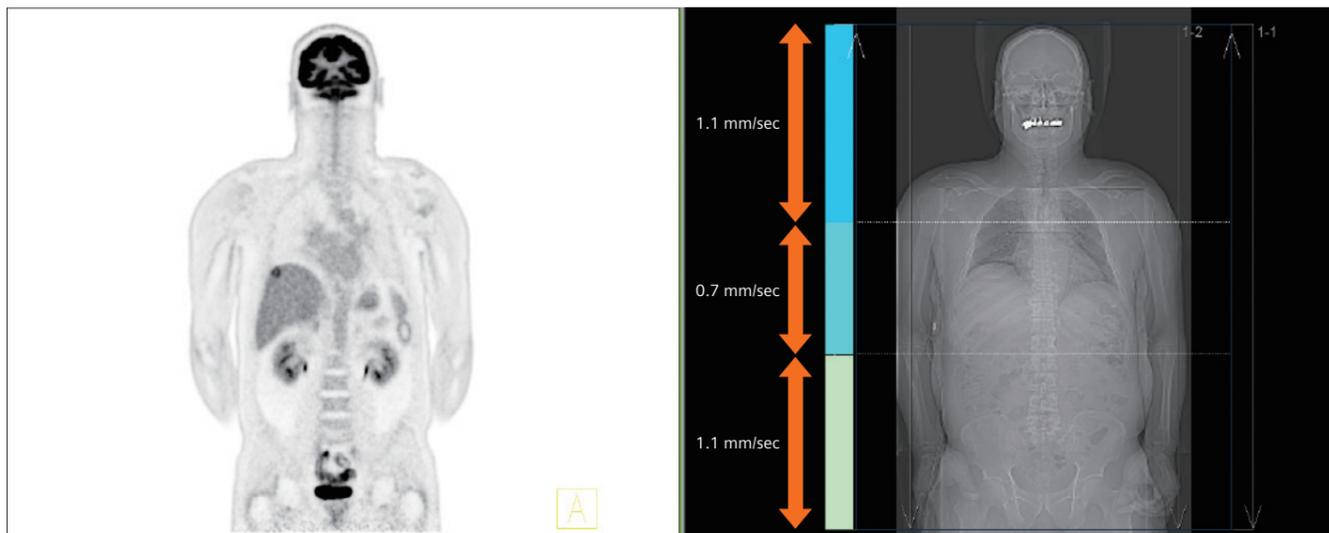


図2. FlowMotion (速度可変連続寝台移動PET収集の設定、画像例)

