

核医学画像の表示を考慮した DICOM 画像診断用ビューワ機能についての提言

社団法人 日本アイソトープ協会

医学・薬学部会

核医学イメージング・検査技術専門委員会

1 背景

近年の情報技術、コンピュータ技術、デジタル画像技術の進歩に伴い、液晶モニター等に画像を表示する装置（画像ビューワ）による画像診断が普及してきている。このようなビューワは核医学画像よりも量的に多くを占める X 線写真、CT、MRI を主要な対象として設計されているものが多いと思われる。

核医学画像は撮影装置と同時に供給されるワークステーションで観察するか、フィルム・紙印刷物を観察することが通常であった。一方、PET/CT 複合機の出現により、核医学画像を上記のような非核医学画像を主な対象とした画像ビューワで観察する機会は今後一層増加すると予想される。核医学画像も観察できる DICOM 画像ビューワについてのアンケート調査を後述のごとく行い、大多数の回答者は、核医学画像を DICOM ビューワで観察することの必要性があるとしている。

以上のような情勢に鑑み、当委員会は、核医学画像の観察も考慮した DICOM 画像ビューワに必要な機能についての考察は今後の核医学診療にとってきわめて重要と考える。現時点での考えを委員会提言としてまとめた。

本提言を作成するに当たり、日本核医学会評議員、日本核医学技術学会評議員にアンケート（資料 1）を送付し、回答を募った（資料 2）。2008 年 5 月 10-12 日に開催された日本核医学会第 8 回春季合同セミナー参加者には、郵送によるアンケートの回答者以外から回答を募った。アンケート内容は当委員会において討論を重ね、内容を決定したものである。

2 提言の対象とする画像ビューワ

本提言が対象とする画像ビューワは、DICOM 規格に準拠した医用画像を医用高精細カラーモニターで観察するように設計・作成された画像ビューワであり、核医学画像診断レポートを作成する医師が核医学画像診断用として用いることを想定している。医用高精細カラーモニターの性能については本提言の範疇外である。

パーソナルコンピュータに DICOM 画像観察用の商用ないし無料ソフトウェアを組み込んだものは提言の直接の対象ではないが、これらのソフトウェアが当提言を採用することを妨げるものではない。

3 画像ビューワを含む医療機関内情報システムに要望する機能

3-(1) 電子カルテの標準規格である HL-7 と医用画像の標準規格である DICOM とが緊密に連携されていること。

解説 核医学画像診断は、他の画像診断同様、カルテに記載された臨床情報を詳細に検討した上でなされるべきものである。医療機関内情報システム上で、診療録、画像、看護記録、その他の記録が容易に参照できることが、画像ビューワによる核医学診療を円滑に行うために重要である。このような緊密な連携を可能とするには、IHE-J (<http://www.ihe-j.org>)、IHE (www.ihe.net)の統合プロファイルの採用が有力な解決法である。電子カルテと画像およびその付帯情報のすべてが、医療機関内情報システムの端末上で、利用権限を有しかつ正規の認証手続きを経て使用している医療関係者に、必要に応じて、表示、閲覧できなくてはならない。

他施設からの医用画像も必要に応じて医療機関内情報システムにとりこみ、画像ビューワ上で観察できる機能を、医療機関内情報システムは備えているべきである。他施設からのデータの取り込みを円滑に行うためには、標準的な仕組みが必要であり、現在の有力な方法として、IHE-J/IHE が提案する PDI(Portable Document for Imaging)統合プロファイルがある。

3-(2) 核医学画像に対する各種解析の結果画像またはその表示画面を DICOM 画像として出力し、該当核医学画像セット内の一シリーズとして PACS サーバーに保存する機能

解説 現状では解析結果を印刷ないし印字出力し、スキャナで電子カルテシステムに取り込む運用形態などが行われている。この運用では、解析を受けた核医学画像と解析結果とが電子カルテ上では別カテゴリに保存されることが多いため、画像、解析結果、検査レポートを一体として読むことがしばしば難しい。このような運用は診療に重要な情報の統合に支障を来す可能性があり、上記の機能が望まれる。

3-(3) 画像ビューワと電子カルテ等との同期機能

解説 患者間違いを防ぐために、外来・入院診療の場で使用される画像ビューワは、電子カルテで開いている患者のみに由来する画像の一覧が医師の操作を契機に示され、別患者の画像リストは通常操作では表示できないことが望ましい。

核医学診療科等でレポートを作成する場合には、画像ビューワ、レポート作成・参照・配信システム（画像診断レポートシステム）、および電子カルテシステムの 3 構成要素が、相互に同期する一同じ患者がどの構成要素でも患者の既定値として自動的に割り付けられることが望ましい。さらには、ある構成要素上で明示的に患者または検査、画像を操作者が指定したときに、残りの構成要素がこれに追従することも同期機能に含まれることが望ましい。安全に患者を同期

する機能の実装には PSA(Patient Synchronized Application)という IHE-J/IHE 統合プロファイルを利用することができる。

3-(4) PACS に必要な機能

- ・ 観察時の画像階調条件が保存される機能
- ・ DICOM 画像で PET 形式 (PT) のみならず、SPECT などのマルチフレーム形式 (NM) の画像を表示、処理、保存できる機能

解説 核医学画像は、極端な階調処理が必要なことがしばしばである。伝統的に上限レベル (あるいはカット)、下限レベル (あるいはカット)、レベル調整、などといわれるものがこれに該当する。階調処理を試行錯誤的に行いながら画像を観察することが核医学画像には本来必要とされている。この操作は核医学技師、核医学医師以外の医療関係者には経験が乏しく、実施が困難である。このような状況を改善するため、あらかじめ適切な階調処理を施した画像の画面キャプチャを配信する方法が主流であるが、必要な時に階調処理が実行できない、元データよりも大きなデータになること等の不都合がある。核医学技師が核医学画像診断レポート作成の前準備として、あるいは、核医学医がレポート作成時に行った階調処理が保存され、外来診療等で他科の医師が観察する場合には、核医学技師や核医学医師が設定した階調を既定値として画像が表示される機能が必要と提言する。このような機能を実現する手段として、IHE-J/IHE 統合プロファイルの CPI(Consistent Presentation of Images)がある。キャプチャ画像を利用する場合も同様な機能が必要である。

3-(5) 汎用 DICOM 画像ビューワに求められる機能

汎用 DICOM 画像ビューワとは、CT、MRI、エックス線写真、超音波及び核医学画像のすべてを対象とし、観察者が意図したように表示を変更することが可能な DICOM 形式に準拠した画像を表示するビューワのことである。

3-(5)-1) 画像表示関連

3-(5)-1)-a 階調処理関連

- ・ 画像表示時に自動的にほぼ適切な WW/WL または階調特性が設定される機能
- ・ 画像保存時や核医学画像診断レポート作成時に、再現が必要であると意図して適応された特別な階調処理が、画像を表示するときに自動的に適応される機能
- ・ 関心領域を設定すると、その範囲が最適になるようにシリーズ全体あるいは当該スライスに自動的に WW/WL または階調特性が設定される機能 (histogram equalization 等)
- ・ 階調調整機能 (upper level, lower level の変更、MAX/MIN 調整、画像表示ウィンドウの相対値表示、階調特性の変更)
- ・ PET の SUV 画像に代表される定量画像の一部には、画素値に一定値を乗じた値を該当画像の最終的画素値として持つて (スケーリング) いるものがある。

このようにスケーリングされた画像では画素値表示時に元の画素値に復元して（リスケーリング）表示できる機能と、スケーリング情報を適切に読み込んで適切な WW/WL を自動的に設定して表示できる機能

解説 核医学画像は、CT、MRI 等に比し、画像のダイナミックレンジが偏っていることが多く、画像が取り得る最大画素値と最小画素値を、それぞれウィンドウ上限値、下限値とすると画面が暗黒あるいは真白となり、画像が無いと誤認することや、所見がよく見えないことがある。作業効率の改善の為には、画像階調処理に CT、MRI よりも高度の機能が必要である。画像を表示するときに自動的にほぼ適切な WW/WL または階調特性が設定される機能を実現する方法の一つとして、IHE-J/IHE 統合プロファイルの CPI がある。

3-(5)-1)-b 画像の単純な処理

- ・拡大・縮小と画像の移動（パン）
- ・左右反転、上下反転、回転
- ・白黒反転
- ・カラー表示及びカラースケールの表示
- ・汎用されているカラースケールを選択できることに加え、カラースケールを追加できる機能
- ・Dynamic 画像の表示
- ・複数モダリティ画像の Fusion 表示
- ・マルチフレームキャプチャ画像のシネ表示

解説 カラー表示は核医学では汎用される方法である。標準化されたカラースケールが存在しないため、核医学画像処理装置（核医学撮影装置付属であれ、単体であれ）の独自スケールを用いるのが現状である。また、各医療機関は自己の有する機器が提供するカラースケールを使用せざるをえないので、医療機関内および機関間での統一も図られていない。医療機関間でのデータ相互利用には大きな障害となる。医療機関内でのカラースケールの統一は最低限必要と思われる。

核医学画像はカラースケール適用により画素値が変更されないことが必要である。

3-(5)-1)-c 特殊な画像表示

下記のうち Sinogram の表示は高度な診断を行う上での推奨される機能である。

- ・Gated SPECT の多断面同期シネ表示（“beating slice” 表示）
- ・SPECT/PET 投影データのシネ表示
- ・Sinogram の表示

解説 多断面同期シネ表示は心臓 MRI、心臓 CT でも今後一層利用されると思わ

れるので、汎用 DICOM ビューワに必須である。他は核医学に特有な画像表示であるが、核医学診療には必須の機能である。シネ表示は現在でも多くの画像ビューワに装備されているが、核医学画像は画素数が少ない（64×64、128×128 が主である）ことに配慮が必要である。

3-(5)-2) 関心領域処理

下記は高度な診断を行う上での推奨される機能である。

3-(5)-2)-a ROI 設定機能

以下の形状の関心領域（ROI）が設定できること。2次元および3次元で設定できること。

- ・正方形、矩形、円形、長円形、立方体、直方体、球、回転楕円体、自由曲線とその訂正機能、等画素値線とその訂正機能

3-(5)-2)-b ROI 表示機能

設定した ROI について下記の処理が行えること。

- ・移動機能、回転、対称位置へのコピー
- ・同一患者の別検査への ROI コピー

3-(5)-2)-c ROI 保存機能

ROI 解析履歴の保存・設定 ROI の呼び出し機能を有し、当該核医学画像と同検査内の別シリーズとして保存できること。

3-(5)-2)-d ROI 内画素に対する統計処理と結果の表示

画素値、画素数、面積、平均、最大値、最小値、SD、SE、CV、メディアン、ヒストグラム、ヒストグラムの理論分布への適合（正規分布、対数正規分布、ポアソン分布）、PET 画像の SUV、SUVmax の表示

解説 ROI 処理は核医学画像の大きな特徴で、従来の DICOM ビューワには、ほとんど装備されていないか、単純な形状の ROI のみ用意されている状態である。このような機能はワークステーションの機能にかさなる部分もあるが、今後のコンピュータの高性能化を考慮すると、ワークステーションの機能と現状ではされているものが、汎用 DICOM ビューワに装備され、診断業務の効率化と画像レポート情報の詳細化に役立たせることができるものと考えられる。

PET、PET/CT の普及に伴い、SUV、SUVmax の表示は核医学関係者の大きな要望である。SUV（あるいはその整数倍）を画素値にもつ画像が必ずしも PET 撮影装置で作成されず、PET 撮影装置付属の専用ビューワ上でのみ、画素値から計算して表示する場合がある。このような画像を汎用 DICOM ビューワで観察した場合、SUV を表示させることは不可能で、核医学撮影装置メーカーの対応を要望する。

3-(5)-3) TAC 処理

高度な診断を行う上での推奨される機能である。

経時的に撮影された同一部位の画像のシリーズについて行う処理である。

3-(5)-3)-a ROI 内画素値の合計、最大、平均等の指標のうち、指定の指標を経時的にプロット (TAC) する機能

3-(5)-3)-b TAC の近似

直線近似、双曲線近似、指数関数近似、ガンマ曲線近似、多項式近似

解説 核医学の独特な処理である。上記 3-(5)-2)項と同様、CT、MRI の発展とこれらによる機能画像への要望の高まりにより、汎用 DICOM ビューワに今後必要となる機能と考える。

3-(5)-4) 融合画像の特性に応じた表示機能

- 重ね合わせ表示時の透過度調整
- それぞれの種類 of 画像に対するカラースケールの設定や変更
- 融合画像と融合前の個々の画像との間での、表示の同期 (同時同断面表示、断面位置移動時の同期)
- ROI 設定機能
解剖学的情報の多い画像にて設定した ROI が融合画像の他方に自動的にコピーないし移動できる機能

3-(5)-5) 比較診断のための表示

- 比較対象画像を任意に指定できる機能
- 画像のレイアウト・フォーマットを自由に変更できる機能
- 断面位置移動時の同期

謝辞

本提言を作成するにあたり、関連諸団体の方々より貴重なご助言をいただきました。コメントをお寄せくださった皆様に深甚なる謝意を表します。

別添資料 1 : アンケート用紙

別添資料 2 : 同 集計結果

【Q5】の回答が「はい」より続く

【Q6】 不足している機能を列挙してください（該当するものにすべて○印をつけてください・複数選択可）。

1. ファイル開くときに自動的にほぼ適切なWW/WLが設定される機能
2. 関心領域（ROI）を設定すると、その範囲が最適になるように自動的にWW/WLが設定される機能（histogram equalization）
3. 階調の調整（upper level/lower levelの変更、ガンマ曲線の変更）
4. 拡大・縮小と画像の移動（パン）
5. 白黒反転
6. カラー表示
7. 複数のカラースケールから好みのスケールを選択適応する機能
8. Gated SPECTの多断面同期シネ表示（“beating slice”表示）
9. SPECT（PET）投影データのシネ表示
10. Sinogramの表示
11. ROI設定機能（以下、該当する機能にも○印をつけてください・複数選択可）
 - 1) 矩形ROI設定
 - 2) 円形ROI設定
 - 3) 自由曲線ROI設定
 - 4) 等カウント線ROI設定
 - 5) ROI移動機能
 - 6) ROI回転
 - 7) 対称位置へのROIコピー
 - 8) 同一患者の別検査へのROIコピー
 - 9) ROI保存機能
 - 10) その他（ ）
12. ROI解析機能（以下、該当する機能にも○印をつけてください・複数選択可）
 - 1) ROI統計
 - a) 画素値
 - b) 画素数
 - c) ROI面積
 - d) 平均
 - e) SD
 - f) メディアン
 - g) ヒストグラム
 - h) 理論分布への適合
 - i) SUV、SUVmaxの表示
 - j) その他（ ）
 - 2) TAC描画
 - 3) TACの近似
 - a) 直線近似
 - b) 双曲線近似
 - c) 指数関数近似
 - d) ガンマ曲線近似
 - e) その他（ ）
13. 融合画像の表示（PET/CTなど）（以下、該当する機能にも○印をつけてください・複数選択可）
 - 1) 重ね合わせ表示時の透明度調整
 - 2) カラースケールの変更
 - 3) 異種画像と融合画像の同時断面表示、断面位置移動時の同期
14. 比較読影のための表示（以下、該当する機能にも○印をつけてください・複数選択可）
 - 1) 比較対象画像を任意に指定できる機能
 - 2) 画像のレアアウトを自由に変更できる機能
 - 3) 断面位置移動時の同期
15. その他（ ）

→ 次は【Q9】へお進みください

【Q1】の回答が「いいえ」、または【Q4】の回答が「いいえ」より続く

【Q7】 核医学画像診断に、画像ビューワが今後必要と思いますか？

1. 思う → 【Q8】へお進みください
2. 思わない → 質問はこれで終了です

【Q7】の回答が「思う」より続く

【Q8】 どのような機能が必要だと思いますか？（該当するものにすべて○印をつけてください・複数選択可）。

1. ファイル開くときに自動的にほぼ適切なWW/WLが設定される機能
2. 関心領域（ROI）を設定すると、その範囲が最適になるように自動的にWW/WLが設定される機能（histogram equalization）
3. 階調の調整（upper level/lower levelの変更、ガンマ曲線の変更）
4. 拡大・縮小と画像の移動（パン）
5. 白黒反転
6. カラー表示
7. 複数のカラースケールから好みのスケールを選択適応する機能
8. Gated SPECTの多断面同期シネ表示（“beating slice”表示）

（【Q8】次頁へ続く）

9. SPECT (PET) 投影データのシネ表示
10. Sinogramの表示
11. ROI設定機能 (以下、該当する機能にも○印をつけてください・複数選択可)
 - 1) 矩形ROI設定
 - 2) 円形ROI設定
 - 3) 自由曲線ROI設定
 - 4) 等カウント線ROI設定
 - 5) ROI移動機能
 - 6) ROI回転
 - 7) 対称位置へのROIコピー
 - 8) 同一患者の別検査へのROIコピー
 - 9) ROI保存機能
 - 10) その他 ()
12. ROI解析機能 (以下、該当する機能にも○印をつけてください・複数選択可)
 - 1) ROI統計
 - a) 画素値
 - b) 画素数
 - c) ROI面積
 - d) 平均
 - e) SD
 - f) メディアン
 - g) ヒストグラム
 - h) 理論分布への適合
 - i) SUV、SUVmaxの表示
 - j) その他 ()
 - 2) TAC描画
 - 3) TACの近似
 - a) 直線近似
 - b) 双曲線近似
 - c) 指数関数近似
 - d) ガンマ曲線近似
 - e) その他 ()
13. 融合画像の表示 (PET/CTなど) (以下、該当する機能にも○印をつけてください・複数選択可)
 - 1) 重ね合わせ表示時の透明度調整
 - 2) カラースケールの変更
 - 3) 異種画像と融合画像の同時同断面表示、断面位置移動時の同期
14. 比較読影のための表示 (以下、該当する機能にも○印をつけてください・複数選択可)
 - 1) 比較対象画像を任意に指定できる機能
 - 2) 画像のレアアウトを自由に変更できる機能
 - 3) 断面位置移動時の同期
15. その他 ()

(質問はこれで終了です)

【Q5】の回答が「いいえ」、または【Q6】より続く

【Q9】 各機能は使用しやすいですか？

1. はい → 【Q10】へお進みください
2. いいえ → 【Q11】へお進みください (p4)

【Q9】の回答が「はい」より続く

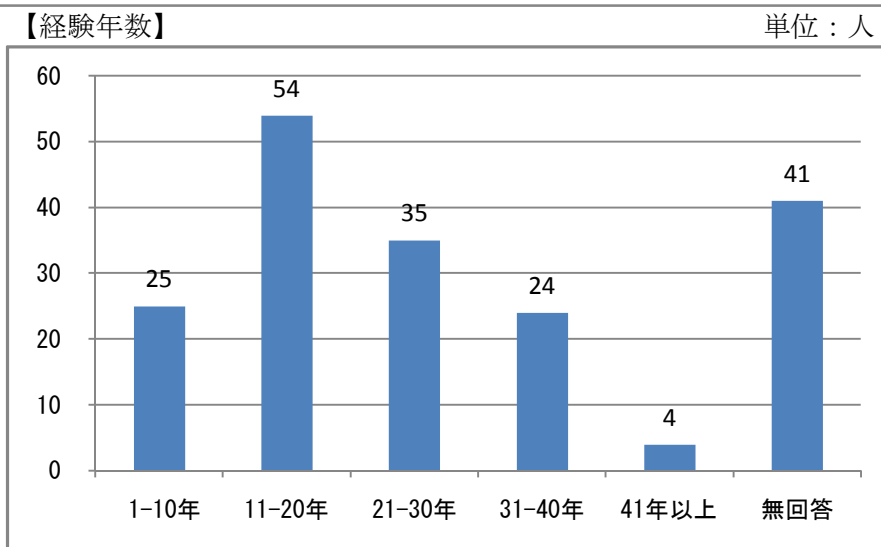
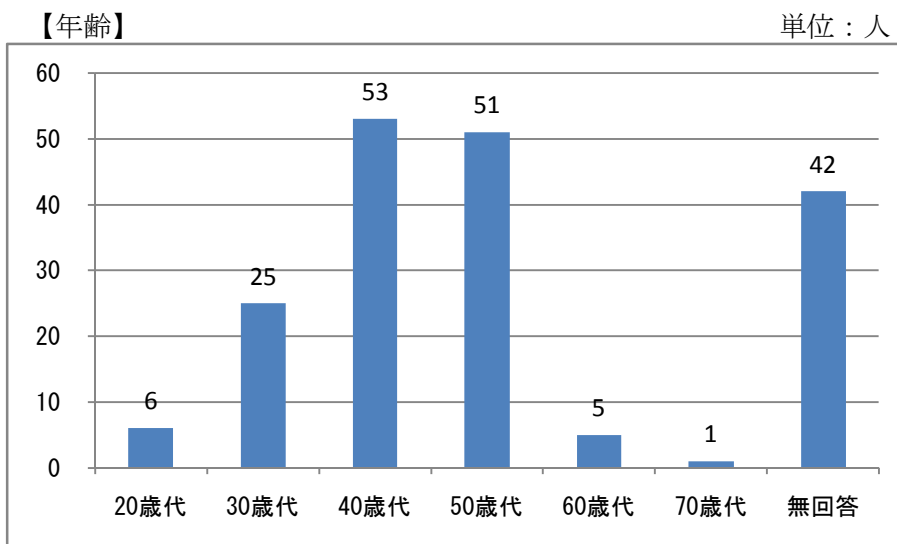
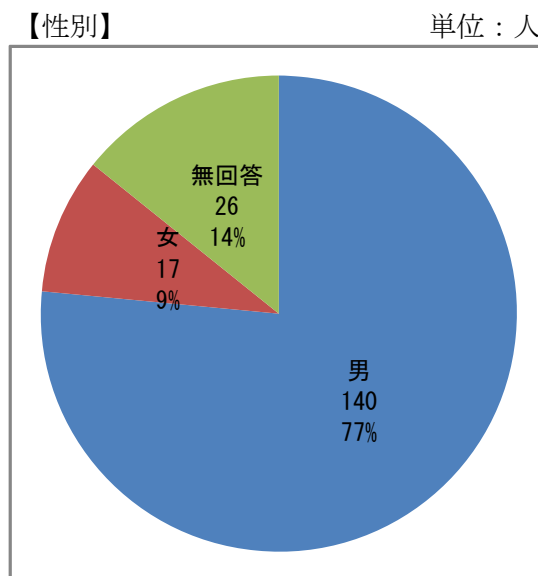
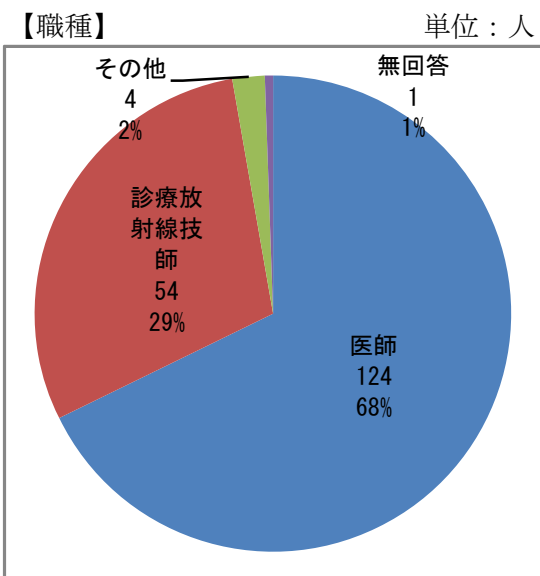
【Q10】 もっとも便利な機能は何ですか？ (該当するものにすべて○印をつけてください・複数選択可)

1. ファイル開くときに自動的にほぼ適切なWW/WLが設定される機能
2. 関心領域 (ROI) を設定すると、その範囲が最適になるように自動的にWW/WLが設定される機能 (histogram equalization)
3. 階調の調整 (upper level/lower levelの変更、ガンマ曲線の変更)
4. 拡大・縮小と画像の移動 (パン)
5. 白黒反転
6. カラー表示
7. 複数のカラースケールから好みのスケールを選択適応する機能
8. Gated SPECTの多断面同期シネ表示 (“beating slice”表示)
9. SPECT (PET) 投影データのシネ表示
10. Sinogramの表示
11. ROI設定機能 (以下、該当する機能にも○印をつけてください・複数選択可)
 - 1) 矩形ROI設定
 - 2) 円形ROI設定
 - 3) 自由曲線ROI設定
 - 4) 等カウント線ROI設定
 - 5) ROI移動機能
 - 6) ROI回転
 - 7) 対称位置へのROIコピー
 - 8) 同一患者の別検査へのROIコピー
 - 9) ROI保存機能
 - 10) その他 ()
12. ROI解析機能 (以下、該当する機能にも○印をつけてください・複数選択可)
 - 1) ROI統計
 - a) 画素値
 - b) 画素数
 - c) ROI面積
 - d) 平均
 - e) SD
 - f) メディアン
 - g) ヒストグラム
 - h) 理論分布への適合
 - i) SUV、SUVmaxの表示
 - j) その他 ()

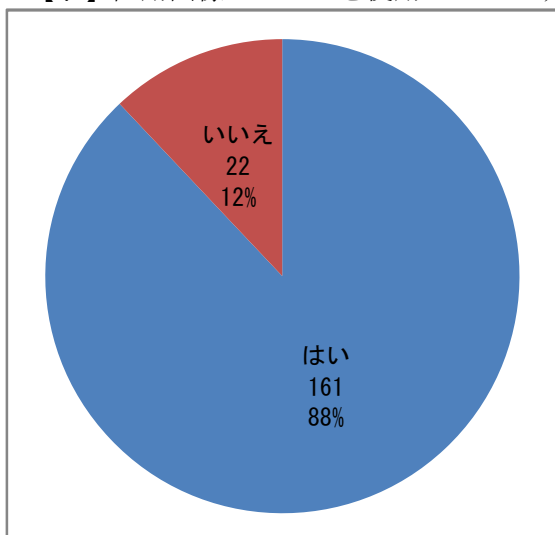
(【Q10】次頁へ続く)

核医学画像ビューワに関するアンケート 集計結果

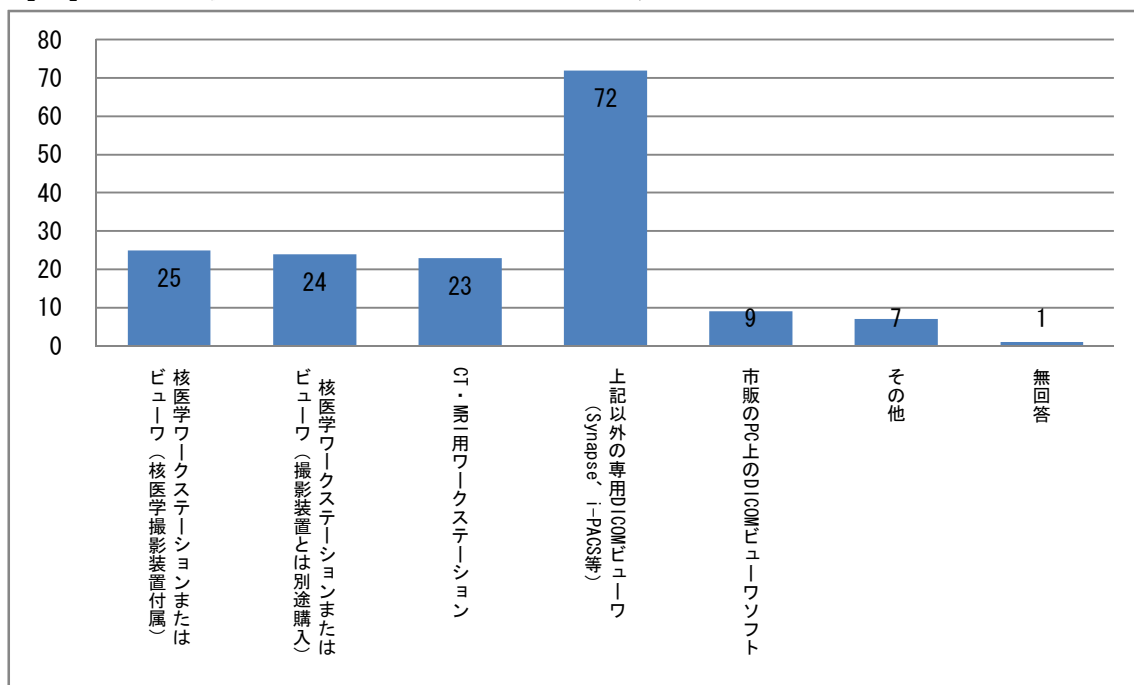
調査対象：日本核医学会評議員、日本核医学技術学会評議員、日本核医学会春季大会参加者
 回答総数：183



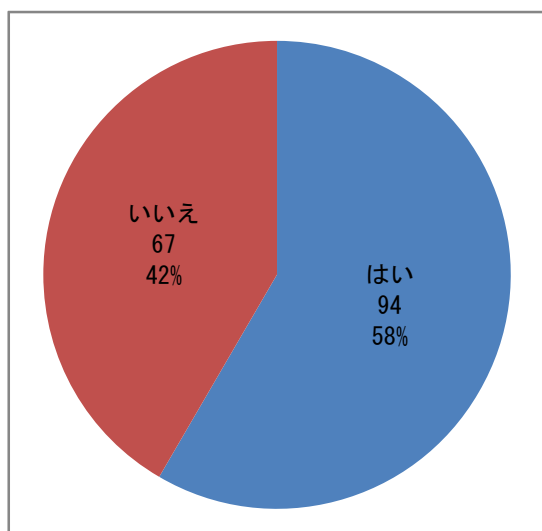
【Q1】 医用画像ビューワを使用していますか？



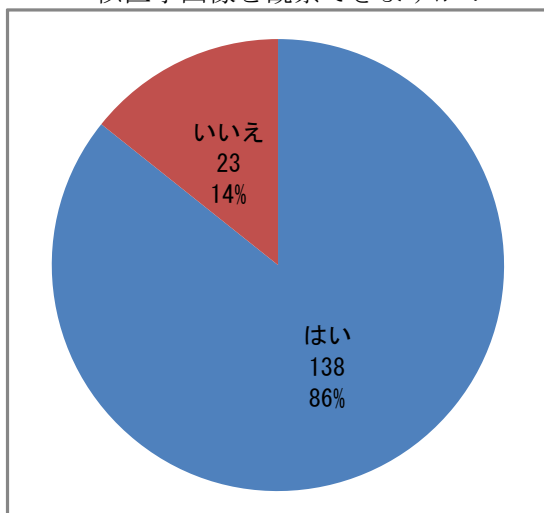
【Q2】 おもにお使いのビューワのタイプはどれですか？



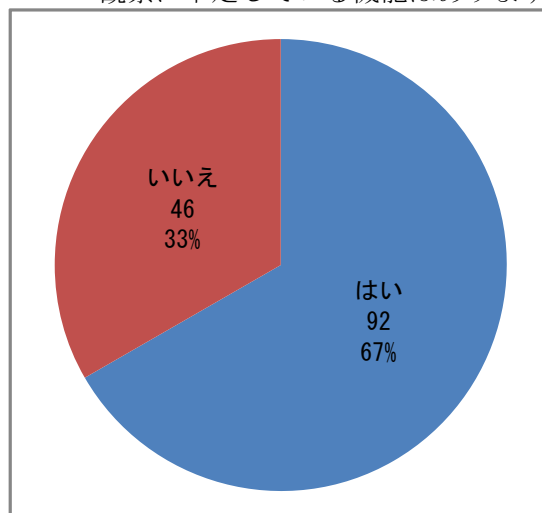
【Q3】 画像ビューワ選択時に核医学画像の読影を考慮しましたか？



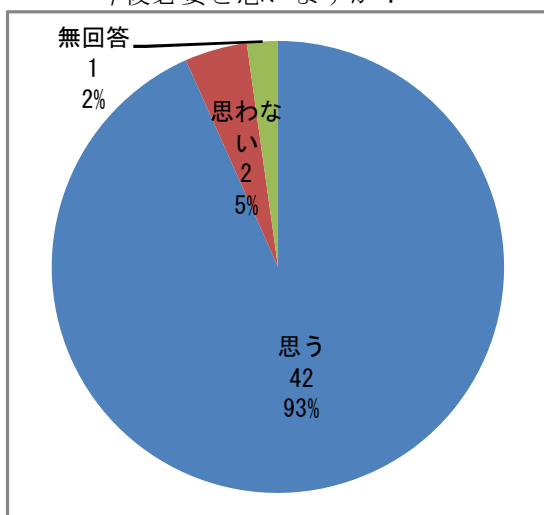
【Q4】 上記の医用画像ビューワで
核医学画像を観察できますか？



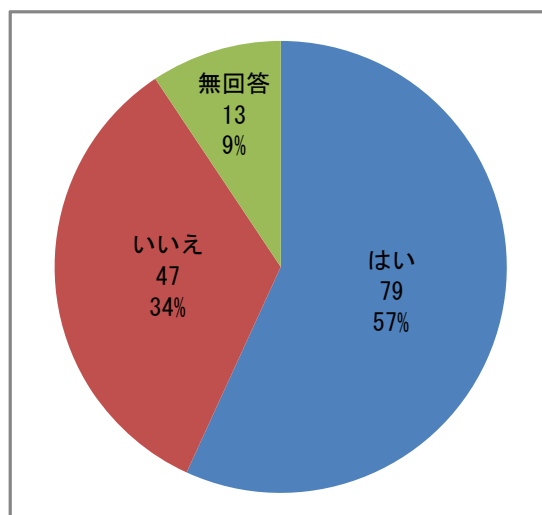
【Q5】 上記の医用画像ビューワでの核医学画像
観察に不足している機能はありますか？



【Q7】 核医学画像診断に、画像ビューワが
今後必要と思いますか？

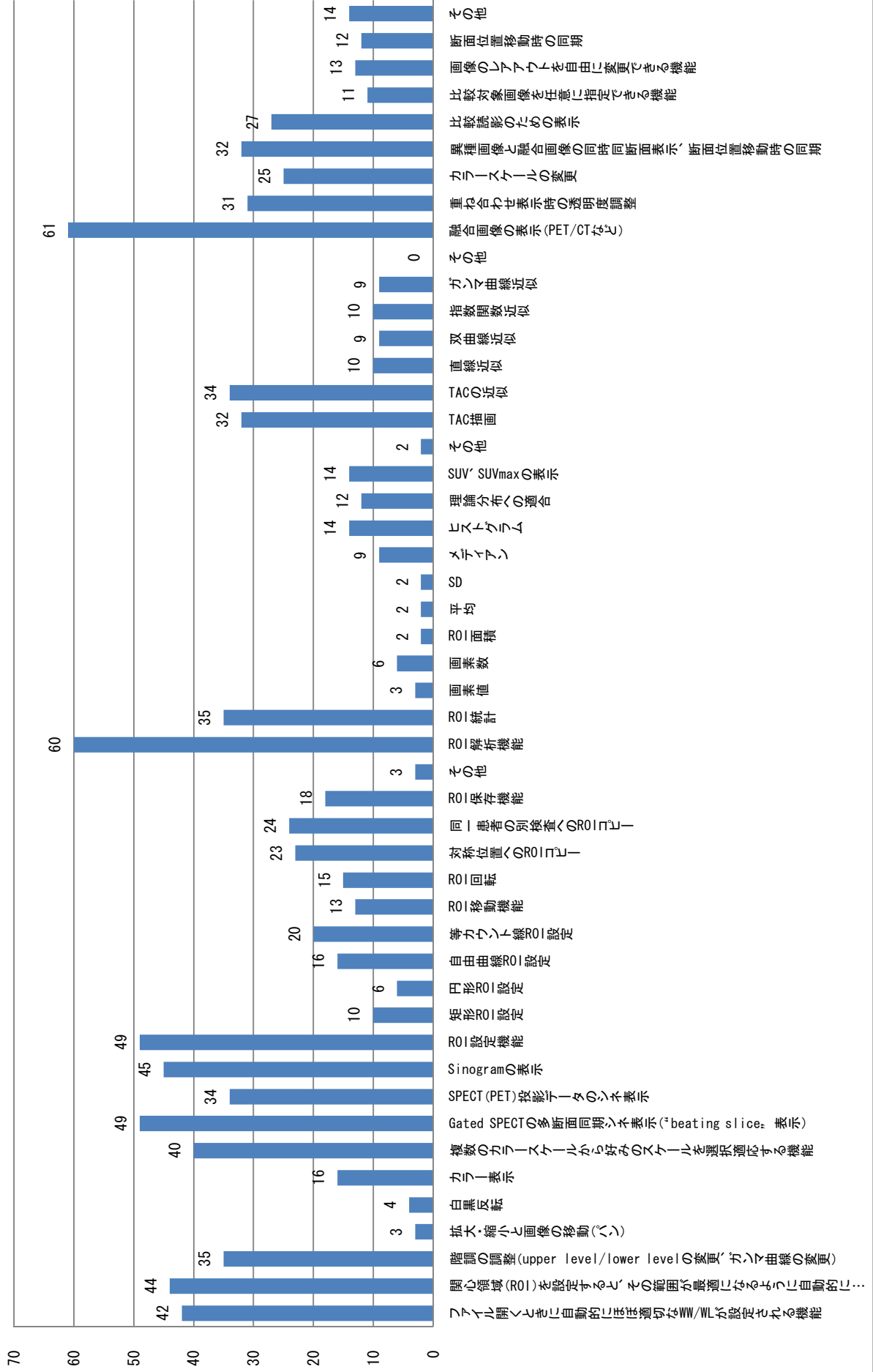


【Q9】 各機能は使用しやすいですか？



- Q2～Q4は、Q1の回答が「はい」である161人の内訳
- Q5は、Q1の回答が「はい」かつQ4の回答が「はい」である138人の内訳
- Q7は、Q1の回答が「いいえ」またはQ4の回答が「いいえ」である45人の内訳
- Q9は、Q5に回答した139人の内訳

【Q6】 不足している機能を列挙してください(複数回答)



Q6「その他」の内容

ROI設定機能（その他）

- ・最大値と最小値のデータなし。SUVもなし。
- ・三次元ROI
- ・三次元VOI自動設定

ROI統計（その他）

- ・最大値と最小値のデータなし。
- ・総カウント

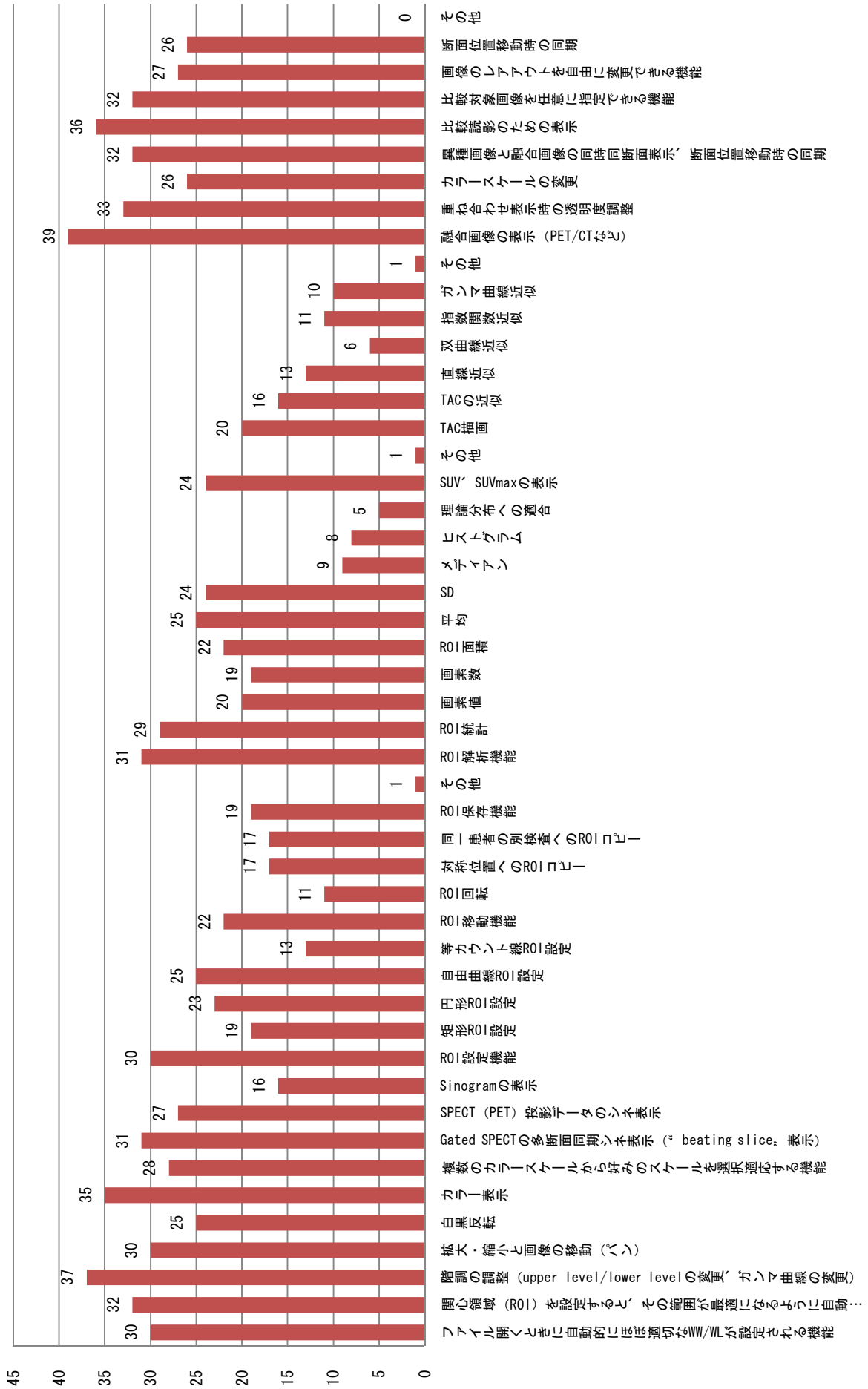
TACの近似（その他）

（記入なし）

その他不足している機能

- ・eZIS取り込みする場合、追加費用を請求された（Synapse）。
- ・QGSの動画表示
- ・カラースケールの初期設定が選択できない。
- ・カラーモニターを併設しているセットが少ない。
- ・パソコンで解析したeZIS等の結果を直接DICOMに送る機能がほしい。
- ・ヘッダ情報の表示
- ・モニターの輝度管理を出来るためのテストツール
- ・やや画像が悪い（2M）。
- ・核医学はscreen captureした画像で読影
- ・左右反転、上下反転（特に、planner image）
- ・上記機能がないため、SC画像のみの転送保管
- ・装置からの出力制限によりcapture imageでありWS機能が使えない。
- ・統計画像
- ・任意の断面を組み合わせる表示・印刷する機能。

【08】 どのような機能が必要だと思いますか？（複数回答）



Q8「その他」の内容

ROI設定機能（その他）

- ・CV値、Z値、t-test、標準誤差

ROI統計（その他）

- ・CV値、Z値、t-test、標準誤差

TACの近似（その他）

- ・多項式近似

その他不足している機能

（記入なし）

Q10「その他」の内容

ROI設定機能（その他）
（記入なし）

ROI統計（その他）
（記入なし）

TACの近似（その他）
（記入なし）

その他不足している機能

- ・PET+MRIを主に用いているが、フュージョン画像作成が容易である。DICOMサーバーとしての機能も有しているので、DICOMサーバー+ビューワとして使用している。
- ・カーソルの同期
- ・高性能とは言えないまでも、ストレスなく使用できる。
- ・専用DICOMビューワにもPET/CTの最低限の読影ができる機能はほしい。ECG gate心筋SPECTのシネ表示。

Q11「その他」の内容

ROI設定機能（その他）
（記入なし）

ROI統計（その他）
・最大値と最小値

TACの近似（その他）
（記入なし）

その他不足している機能

- ・ファイルを開くときに自動的にほぼ適切なWW/WLが設定される機能がなく、1人ごとに再設定を要している。
- ・モニターの輝度管理を出来るためのテストツール
- ・モニター上の画像の印刷、ファイル出力（JPGなど）等、操作が一般的でない。
- ・レスポンスが遅い。ただし、フリーソフトであることを考慮すると、ある程度は満足できるクオリティと思われる。
- ・画素数が異なるので、フィルム読影でわかる異常がビューワではわからな
- ・拡大・縮小時の中心固定。
- ・処理コンピュータのspeed強化。 DVD、CDRなどメディアの電子データによる画像出力機能。
- ・初期設定の自由度が狭い。
- ・不足している機能が多すぎる。