

6

ブイエスラド アドバンスとブイエスラド プラス の解析結果の違いについて

ブイエスラド® 解説シリーズ 6

プログラム1 疾病診断用プログラム
管理医療機器
MR装置ワークステーション用プログラム 40940012



製品情報お問い合わせ先

① システム全般に関するお問い合わせ先

VSRAD システムサポートセンター

メールアドレス：systemhelp@vsrad.jp

※回答にはお時間を頂戴することがございます。あらかじめご了承ください。
VSRAD 公式ホームページの Q&A もご活用ください。

② 製品に関するお問い合わせ先

エーザイ株式会社 VSRAD ダイヤル

フリーダイヤル 0120-877-230 (平日：9:00～17:00)

※会社休業日を除く

【重要】

ブイエスラドの解析結果からは、さまざまな情報が得られます。数値と画像表示を総合的に評価し、診断支援情報としてご活用ください。

※ブイエスラド プラスの結果のみでアルツハイマー型認知症の診断を行うことはできません。

※ブイエスラド アドバンスの結果のみでアルツハイマー型認知症の診断やレビー小体型認知症の鑑別を行うことはできません。

※ブイエスラドの「VOI 内萎縮度」は、脳全体に対する関心領域の相対的な萎縮を示す解析であり、脳の他の部位の萎縮との相互関連によって、結果が修飾されますので、ご注意ください。

本パンフレットにおける「ブイエスラド」の表記について
単に「ブイエスラド」と表記する場合は、「ブイエスラド アドバンス」および「ブイエスラド プラス」の両方を示します。

「ブイエスラド」に関する詳しい情報、Q&Aなどはホームページをご覧ください。お問い合わせのメールもお送りいただけます。ご活用ください。

「ブイエスラド」ホームページURL <https://medical.eisai.jp/products/vsrad/index.html>

製造販売元

 エーザイ株式会社

東京都文京区小石川4-6-10

ART1349BKE
2022年3月作成



監修：福島県立医科大学生体機能イメージング講座
国立精神・神経医療研究センター放射線診療部

松田 博史

画像提供：大日本印刷株式会社 (DNP)

ART1349BKE

ブイエスラド®解説シリーズ 6

ブイエスラド アドバンスとブイエスラド プラスの 解析結果の違いについて

contents

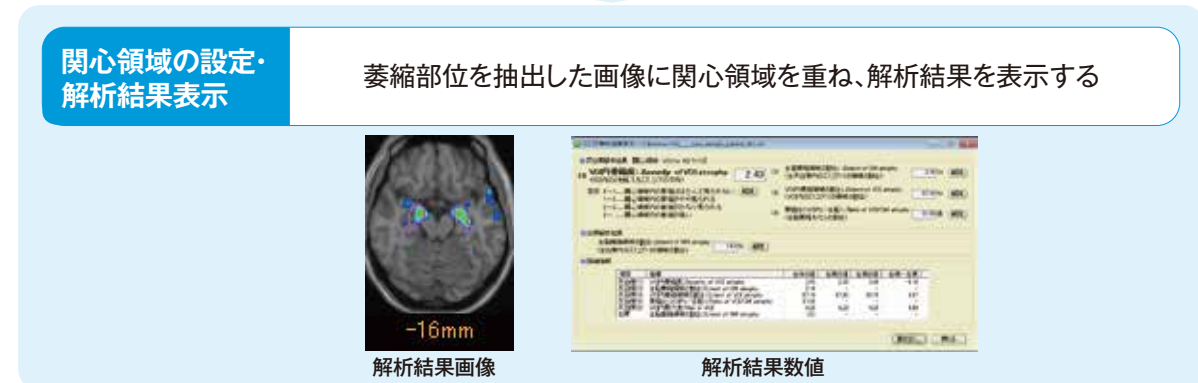
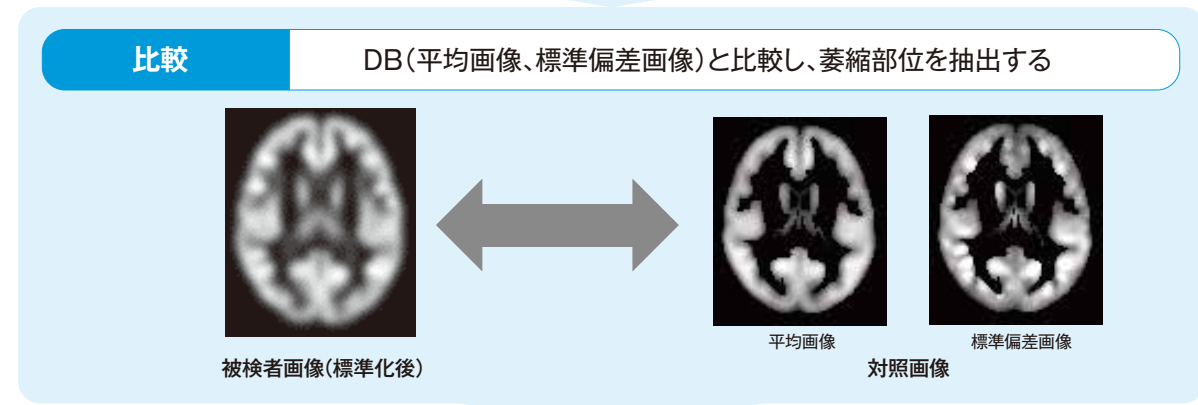
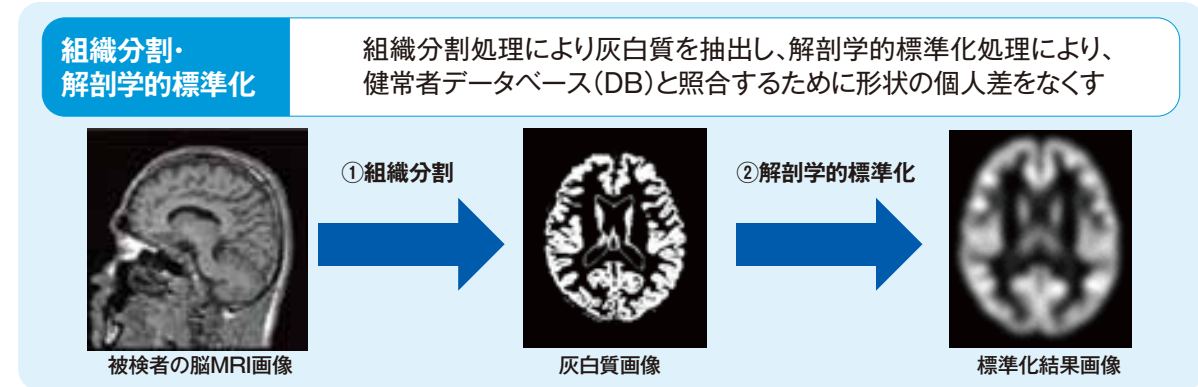
1. 解析アルゴリズムの相違	3
1-1. 組織分割の詳細	4
1-2. 解剖学的標準化の詳細	5
2. 関心領域の相違	6
3. 解析結果の相関	7
4. 解析結果に乖離がみられる症例	9
4-1. シルビウス裂が開大しているケース	9
4-2. 第三脳室が拡大しているケース	11
4-3. 海綿静脈洞が灰白質に近い信号値の画像例	13

1. 解析アルゴリズムの相違

ブイエスラド アドバンス*1とブイエスラド プラス*2では、下記に示す処理の流れの大枠は同じですが、下記フローにおいて組織分割、解剖学的標準化のアルゴリズムが全く異なります。その結果、アドバンスは高い精度を実現しています。

※1 以降の文章内では、「ブイエスラド アドバンス」を単に「アドバンス」と表記する。
 ※2 以降の文章内では、「ブイエスラド プラス」を単に「プラス」と表記する。

ブイエスラドの処理フロー



※対照画像、関心領域もアドバンス用に作り直しています。

解析アルゴリズム

	ブイエスラド アドバンス	ブイエスラド プラス
SPM ^{※3} version	SPM8	SPM2
①組織分割	Unified Segmentation	Segmentation
②標準化	DARTEL ^{※4}	従来型normalise

※3 SPM8:ロンドン大学脳画像学科によって開発された機能画像解析用ソフトウェア。SPMはStatistical Parametric Mappingの略。
 ※4 DARTEL(Diffeomorphic Anatomical Registration Through an Exponentiated Lie algebra"累乗リー代数を用いた微分同相解剖学的レジストレーション"):解剖学的標準化をより精密に向上させたもの。SPM8から標準ツールとして用意されている。

1-1 組織分割の詳細

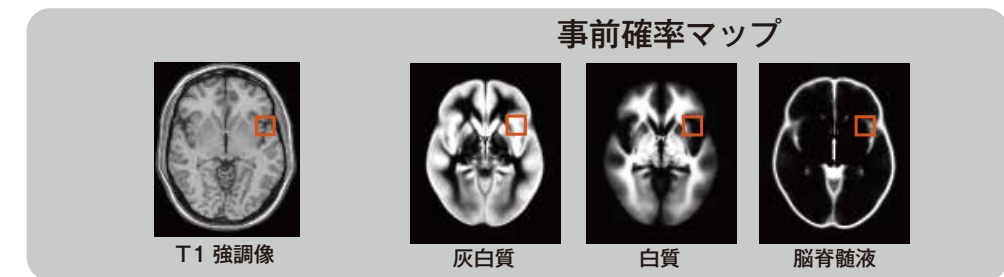
Segmentation(SPM2) → Unified Segmentation(SPM8)

SPM8の組織(灰白質・白質・脳脊髄液)分割アルゴリズムは、SPM2と全く異なります。その結果、組織分割の精度が大幅に向上しました。

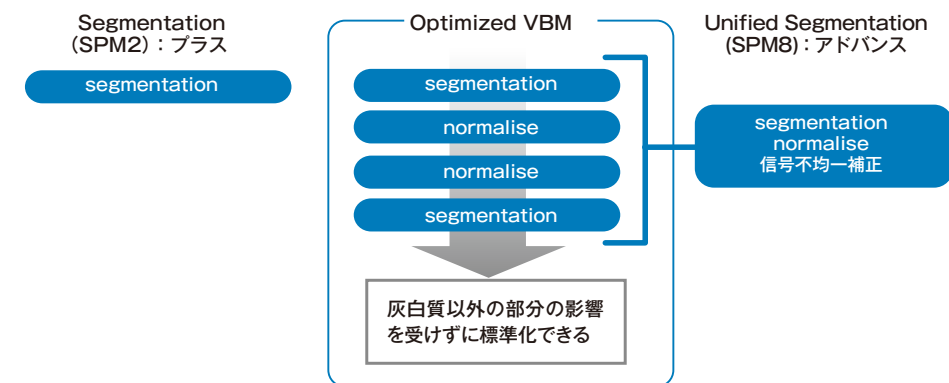
組織分割の詳細

アドバンスで採用している組織分割処理は SPM8で「Unified Segmentation」^[1]と呼ばれているものです。これはプラスで採用しているSPM2の「Segmentation」を発展させた「Optimized VBM」^[2]という処理方法をさらに統合化したものです。そのメリットは一言で言えば、より正確な分割ができるようになったということですが、具体的には板間層(頭蓋骨を構成する層)や静脈、および白質の低信号領域などの**灰白質と似た信号値を呈する組織でも灰白質と誤認識して抽出してしまうケースが少なくなった**ことがあげられます。

組織分割ではT1強調像の信号値分布と、脳の位置ごとに灰白質、白質、脳脊髄液のどの組織に属する可能性が高そうかという情報である事前確率マップ(下図)に基づいて、各ボクセルがそれぞれの組織をどれだけ含むか算出しています。



事前確率マップは標準脳の上に定義されていますが、入力画像は標準化されていない被検者画像なので、マップを入力画像の形状に合わせる標準化の処理が内部的に必要になります。プラスの組織分割では、この標準化処理において灰白質以外の部分の影響を受けやすいという問題がありましたが、「Optimized VBM」ではこの影響を受けにくくなりました。



SPM8の「Unified Segmentation」では、この「Optimized VBM」のサイクリックな流れを一つの処理としてまとめており、さらに信号値の不均一性(ムラ)補正も強化されており、**信号値ムラにも比較的強くなっています。**

[1] Ashburner J, Friston KJ: NeuroImage 26:839-851 (2005)
 [2] Good CD, et al: NeuroImage 14:21-36 (2001)

1-2 解剖学的標準化の詳細

normalise (SPM2) → DARTEL (SPM8)

脳の大きさ・形状を標準脳テンプレートに合わせ込む「解剖学的標準化」処理をDARTELにしたことで、解剖学的標準化の精度が大幅に向上しました。

解剖学的標準化の詳細

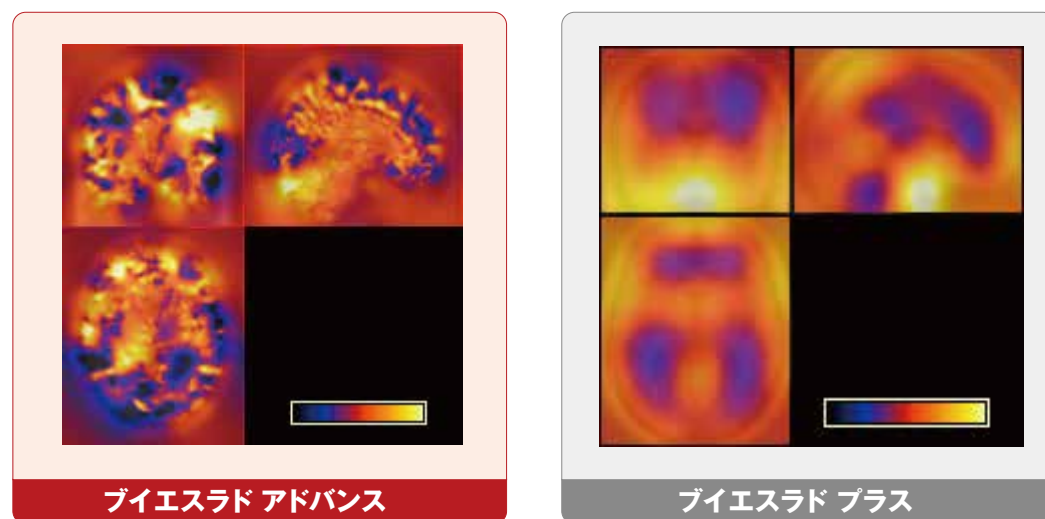
アドバンスでは解剖学的標準化にDARTELという手法を用いています。DARTELによりプラスの解剖学的標準化よりも標準脳テンプレートへの合わせ込みの精度が格段に向上しています。下の図はアドバンスとプラスの標準化で行われる変形の度合いを可視化して比較したものです。アドバンスの方が脳の微細な構造まで考慮された変形が行われていることがわかります。

またこれに対応して、プラスでは変形の際にボクセル値(単位ボクセルあたりの灰白質密度)を維持する方式でしたが、アドバンスでは全脳灰白質容積の総量を維持するモード(modulation)をとっています。例えば萎縮している海馬をテンプレートに完璧に合わせ込んだとすると、テンプレートの海馬と同じ大きさまで大きくなりますが、灰白質の総量が維持されることでその部分の密度(ボクセル値)は低下するので、結果として海馬の領域のZスコアが高くなるしくみです。

これらの違いにより、例えば脳溝の開大や脳室の拡大などがある場合に、プラスでは標準脳への合わせ込みが十分でなく、その部分が萎縮と評価されやすい傾向がありましたが、アドバンスではきちんと標準化した上でその部位の灰白質の容積を比較できるようになりました。

すなわちアドバンスでは、より解剖学的構造の個人差に影響を受けずに灰白質の容積そのものを比較できるようになったと言えます。

標準化における変形場の可視化例



※変位の大きさを模式的に色付けしたものです。わかりやすさのため T1標準脳に重ねています。

2. 関心領域の相違

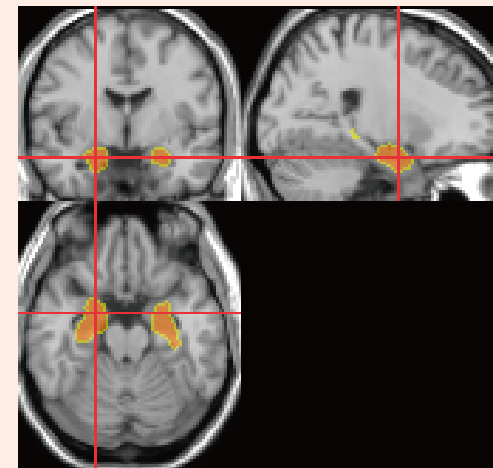
アドバンスとプラスでは、関心領域 (VOI) も異なります。アドバンスは、海馬・扁桃・嗅内野の大部分を関心領域に設定しており[*]、プラスと比較し偽陰性が減ることが期待されます。

[*]Matsuda H,et al:AJNR Am J Neuroradiol 33:1109-1114 (2012)

アドバンスに組み込まれている関心領域は、健常群80例、アルツハイマー型認知症(AD)群61例について、SPMを用いたグループ解析を行い、アルツハイマー型認知症群で有意(T=7.0)に萎縮している部位を求めました。その結果、この部位は海馬・扁桃・嗅内野の大部分を含む領域に位置することがわかりました。

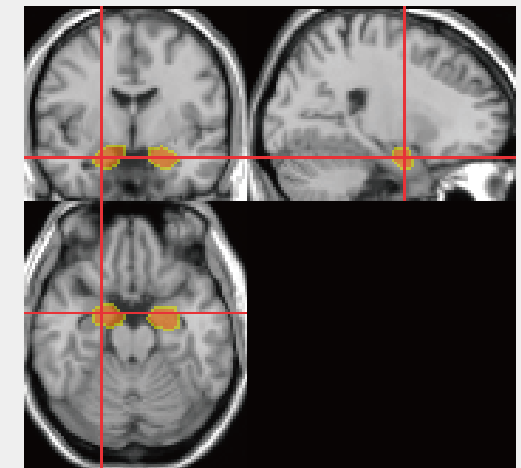
ブイエスラド アドバンス

アルツハイマー型認知症で有意(T=7.0)に萎縮がみられる部位:海馬・扁桃・嗅内野の大部分



ブイエスラド プラス

アルツハイマー型認知症で有意(T=6.5)に萎縮がみられる部位:扁桃を含む両側海馬傍回付近



解析対象

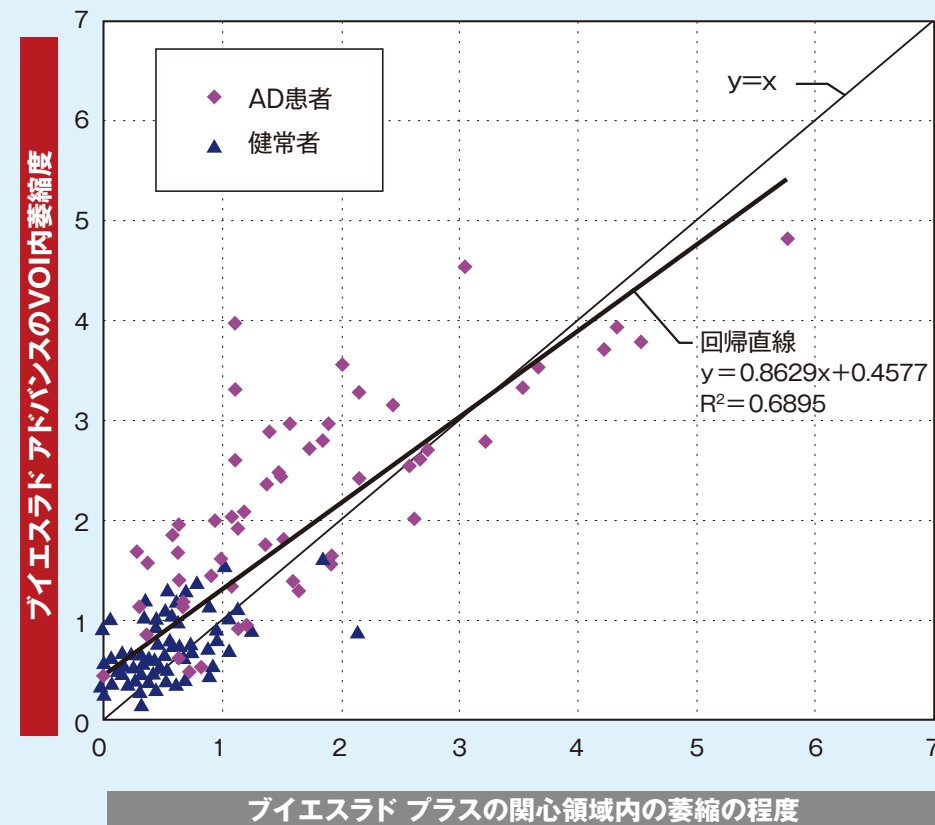
AD 群: 国立精神・神経センター武蔵病院(現国立精神・神経医療研究センター病院)「もの忘れ外来」を受診し、2~6年間の経過観察にて、NINCDS-ADRDAで臨床的にprobable ADと診断された男性32名、女性29名、年齢48歳~87歳(70.6±8.4)、初診時のMMSEスコア26.0±1.6。

健常群: 男性40名、女性40名、年齢54歳~86歳(70.2±7.3)、MMSE:正常(28.7±1.5)、HDS-R:正常、Wechsler Memory Scale-Revised(WMS-R):正常、Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised(WAIS-R):正常、年齢相応の白質の高信号がT2強調像で見られるのみ、糖尿病などの脳血管障害の危険因子がない。

3. 解析結果の相関

解析対象群(★)について、アドバンスの解析結果(VOI内萎縮度)とプラスの解析結果(関心領域内の萎縮の程度)を比較したところ、個々の症例においては、高値に出るものも低値に出るものもありましたが、全体としては $R^2=0.6895$ と高い相関が示されました。

VOI内萎縮度(関心領域内の萎縮の程度) 散布図



【★解析対象群】以下の中から、プラス、アドバンスの双方で処理可能であった健常者81例、AD患者57例を使用した。

AD群:

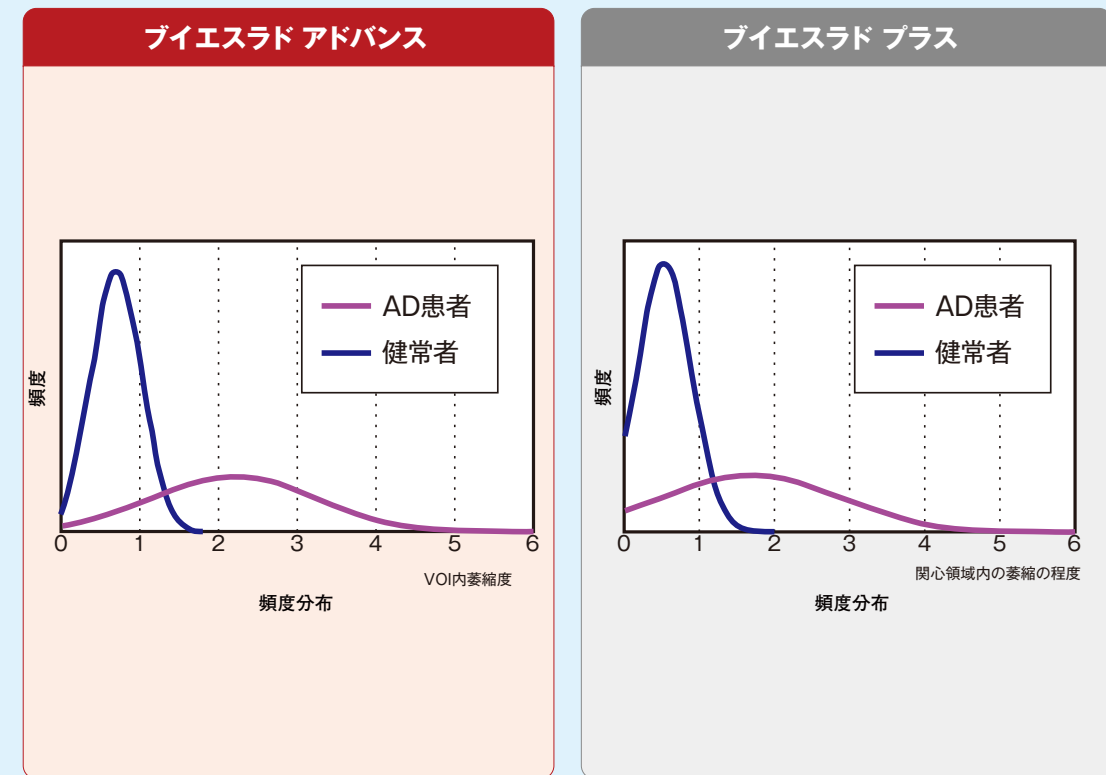
国立精神・神経センター武蔵病院(現国立精神・神経医療研究センター病院)もの忘れ外来を受診し、2~6年間の経過観察にて、NINCDS-ADRDAで臨床的に probable ADと診断された男性32名、女性29名、年齢48~87歳(70.6±8.4)、初診時のMMSEスコア26.0±1.5。

健常群:

男性39名、女性43名、年齢54歳~86歳(70.1±7.7)、MMSE:正常(28.7±1.5)、HDS-R:正常、Wechsler Memory Scale-Revised (WMS-R):正常、Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised (WAIS-R):正常、年齢相応の白質の高信号がT2強調像で見られるのみ、糖尿病などの脳血管障害の危険因子がない。

参考 頻度分布

解析対象群(7ページ★)について、「VOI内萎縮度」に関する頻度分布は、アドバンスとプラスで大きな変化がないことが示されています。



注意

- *経過観察は必ず同一バージョンで行ってください。
- *本結果は、国立精神・神経センター武蔵病院(現国立精神・神経医療研究センター病院)の結果であり、アドバンスとプラスの解析結果の差が大きいと思われる場合は、各医療機関において上記のような分布の傾向をご確認ください。

データ提供: 国立精神・神経センター武蔵病院(現国立精神・神経医療研究センター)

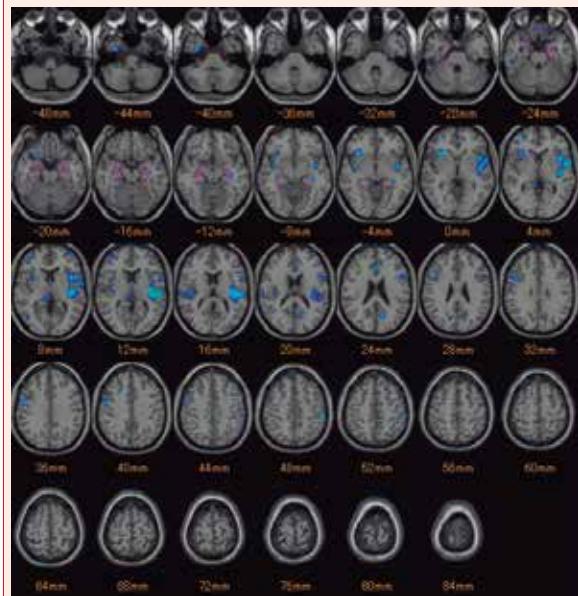
4. 解析結果に乖離がみられる症例

解析結果に差が出るというお問い合わせに対し、これまで確認されている症例を示します。

4-1 シルビウス裂が開大しているケース

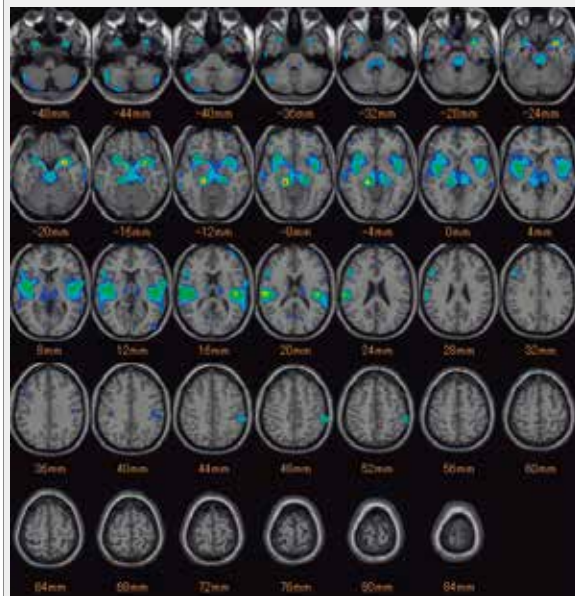
解析結果

ブイエスラド アドバンス



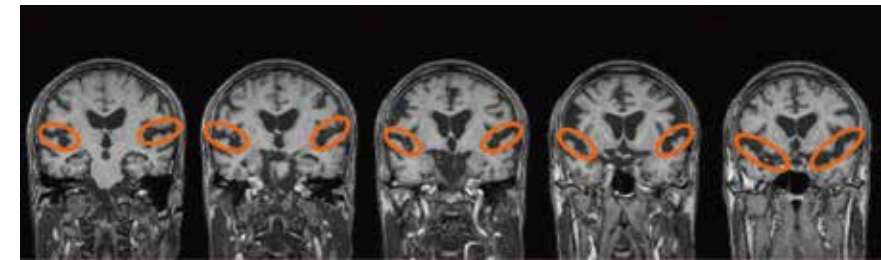
アドバンスでは、解剖学的標準化精度が向上したことから、シルビウス裂が開大している部分において萎縮の過大評価が回避されたため、プラスと比較して値が下がったと考えられます。

ブイエスラド プラス



プラスでは、解剖学的標準化精度の限界から、シルビウス裂の開大が萎縮として評価されています。シルビウス裂と関心領域は近接しているため、関心領域内の萎縮の程度も高い値となっています。

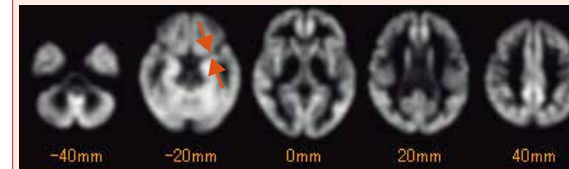
元画像



内側側頭部の萎縮は乏しく、シルビウス裂の開大(丸囲み部分)がめだちます。

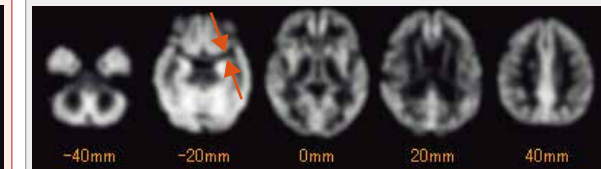
解剖学的標準化結果

ブイエスラド アドバンス



標準脳の脳構造にきちんと合わせ込まれたことから、シルビウス裂の開大がみられません(矢印部分)。

ブイエスラド プラス



シルビウス裂開大を標準化しきれず、開いたままになっています(矢印部分)。

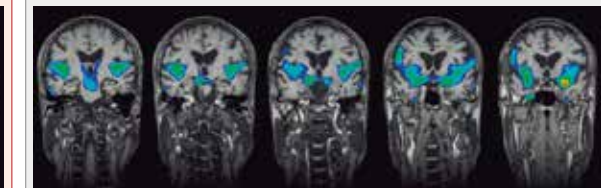
被検者脳表示結果

ブイエスラド アドバンス



シルビウス裂の開大が萎縮として評価されていません。

ブイエスラド プラス



シルビウス裂の開大が萎縮として評価されており、海馬付近まで続いています。

解説

シルビウス裂の開大がめだつ場合、プラスではシルビウス裂まで萎縮として捉えてしまうケースがありました。シルビウス裂は関心領域に近い部位であるため、プラスではVOI内萎縮度(関心領域内の萎縮の程度)が高めに評価されていましたが、アドバンスでは低減されています。これは、解剖学的標準化精度が上がったことにより、シルビウス裂についてもより適切に合わせ込むことができるようになったためです。

(症例提供: 福島県立医科大学 生体機能イメージング講座 / 国立精神・神経医療研究センター放射線診療部 松田 博史)

4-2 第三脳室が拡大しているケース

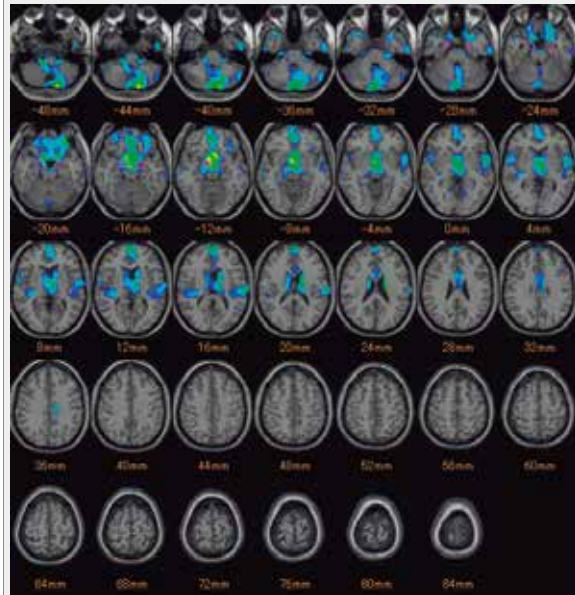
解析結果

ブイエスラド アドバンス



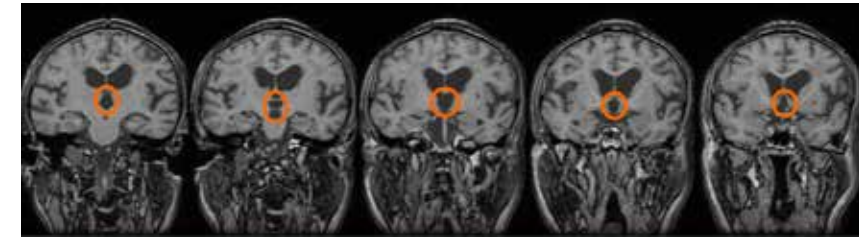
アドバンスでは、解剖学的標準化精度が向上したことから、第三脳室が拡大している部分において萎縮の過大評価が回避されたため、プラスと比較して値が下がったと考えられます。

ブイエスラド プラス



プラスでは、解剖学的標準化精度の限界から、第三脳室の拡大が萎縮として評価されています。第三脳室と関心領域は近接しているため、関心領域内の萎縮の程度も高い値となっています。

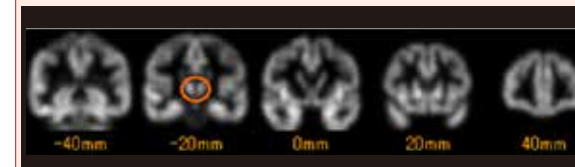
元画像



内側側頭部の萎縮は乏しく、第三脳室の拡大(丸囲み部分)がめだちます。

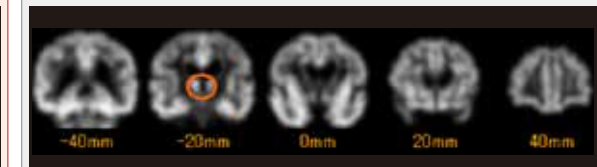
解剖学的標準化結果

ブイエスラド アドバンス



標準脳の脳構造にきちんと合わせ込まれたことから、第三脳室の拡大がみられません(丸囲み部分)。

ブイエスラド プラス



第三脳室拡大を標準化しきれず、開いたままになっています(丸囲み部分)。

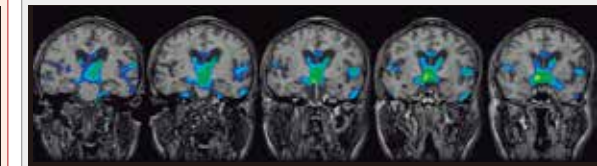
被検者脳表示結果

ブイエスラド アドバンス



第三脳室の拡大が萎縮として評価されていません。

ブイエスラド プラス



第三脳室の拡大が萎縮として評価されており、海馬付近まで続いています。



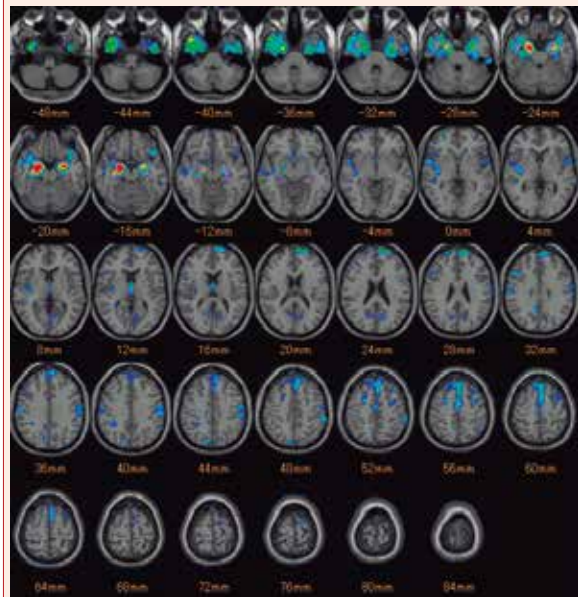
解説

第三脳室の拡大がめだつ場合、プラスでは第三脳室まで萎縮として捉えてしまうケースがありました。第三脳室は関心領域に近い部位であるため、プラスではVOI内萎縮度(関心領域内の萎縮の程度)が高めに評価されていましたが、アドバンスでは低減されています。これは、解剖学的標準化精度が上がったことにより、第三脳室についてもより適切に合わせ込むことができるようになったためです。

4-3 海綿静脈洞が灰白質に近い信号値の画像例

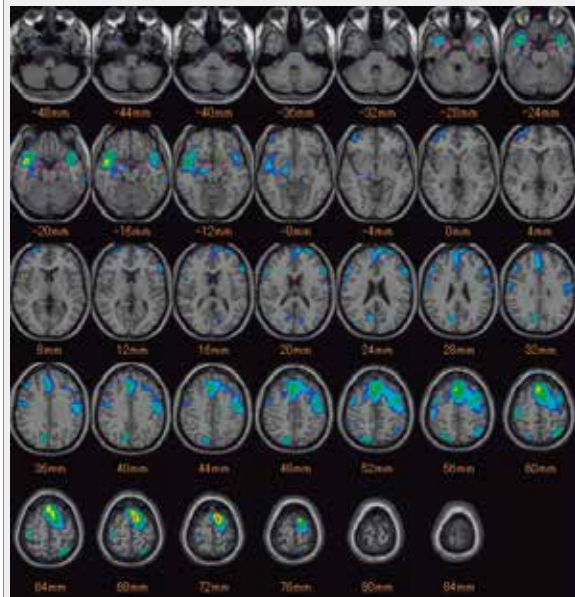
解析結果

ブイエスラド アドバンス



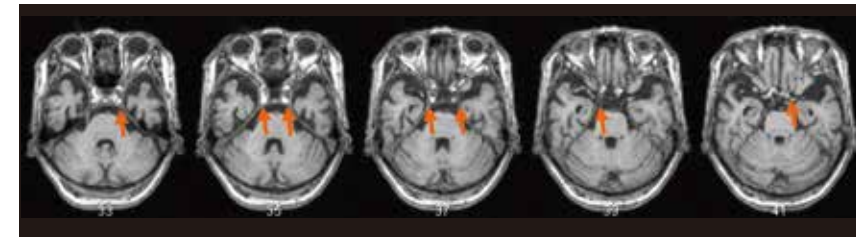
適切に灰白質抽出がなされた結果、関心領域付近の萎縮が適切に反映されています。

ブイエスラド プラス



組織分割の灰白質抽出において、次ページ元画像の矢印部分を灰白質と誤抽出しており、関心領域付近の灰白質密度が上がっているため、関心領域付近の萎縮が過小評価されています。

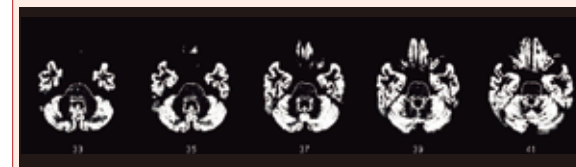
元画像



海綿静脈洞が灰白質に似た信号値となっています。

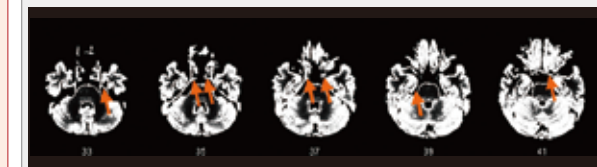
組織分割結果

ブイエスラド アドバンス



灰白質のみ抽出されています。

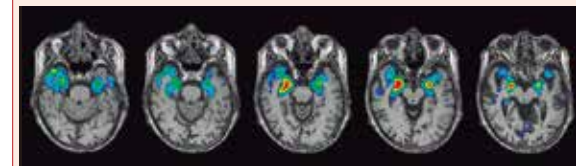
ブイエスラド プラス



海綿静脈洞が灰白質として誤抽出されています(矢印部分)。

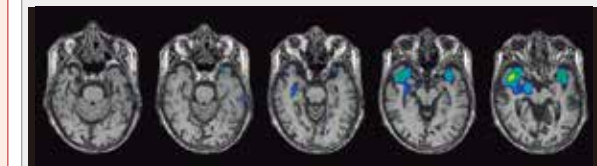
被検者脳表示結果

ブイエスラド アドバンス



灰白質抽出が適切になされているため、萎縮部位を適切に反映しています。

ブイエスラド プラス



関心領域付近の海綿静脈洞を灰白質として誤抽出しているため、萎縮部位が過小評価されています。



解説

海綿静脈洞が灰白質に似た信号値となっている場合、プラスでは灰白質と誤抽出されるケースがあります。この場合、海面静脈洞が関心領域に近いことから、プラスでは関心領域付近の灰白質密度が高くなり、萎縮が過小評価されることがありました。アドバンスではこの点が改善されたことが考えられます。

(症例提供: 福島県立医科大学学生体機能イメージング講座/国立精神・神経医療研究センター放射線診療部 松田 博史)

×E

A series of horizontal dashed lines for writing, contained within a rounded rectangular frame.