

アンギオ達人になろう!

すぐに役立つ! 的確な治療のための画像利用テクニック

財団法人広南会 広南病院 血管内脳神経外科
近藤竜史 松本康史

より安全な脳血管内治療を行うために、脳血管内治療医の主武器である血管撮影装置の潜在能力を「いかに有効に引き出すか」について、広南病院での経験を基に概説する。

この内容は、昨年 11 月に幕張で開催された、第 27 回日本脳神経血管内治療学会学術総会の GE 共催モーニングセミナーで講演したものである。講演では、初級、中級、上級、ちょっと未来の話、に分けて解説したが、今回は紙面の関係で「初・中級編」についてのみ述べることにしたい。

初級編：安全な瘤内塞栓術に必要なこれだけの画像

動脈瘤の瘤内塞栓術を行うためには、適切な Working Angle (WA) の決定が必須である。WA を如何に決めるかという点から解説を始めたい。

図 1 は左 IC-PC の動脈瘤である。同側の後大脳動脈近位部 (P1 segment) が低形成であるため、塞栓術に際しては後交通動脈 (Posterior communicating artery : Pcom a.) の温存が必須である。適切な WA が極めて重要な症例と言える。多くの術者は、血管撮影の 3D 画像 (3D Rotational Angiography : 3DRA)、特に Volume Rendering (VR) 画像を用いて WA を決めるものと思われるが、VR だけでは適切な WA を決められないこともある。

例として、図 2 に示す 2 つの画像で、どちらがより適切な WA を検証してみる。動脈瘤は wide neck に見え、かつ太い Pcom a. に半ば騎乗している。この場合の WA のポイントは、動脈瘤の neck、内頸動脈 (internal carotid artery : ICA)、Pcom a. の 3 者が明瞭に分離できることである。VR では、向かって右の画像 (LAO22° / CAU1°) の方が分離良好に見える。一方、向かって左の画像 (LAO33° /

CAU13°) は、Pcom a. が ICA の後に隠れており、右に比べると不適切に思われる。

しかし、Transparency Mode (透過モード) を併用すると全く違う様相が見えてくる。Transparency Mode とは、端的に言う内腔が透けて見える View であるが、これで見ると、VR で適切に見えた右画像 (LAO22° / CAU1°) では、動脈瘤の dome が ICA にかぶっており、neck が分離しきれていないことがわかる。この WA では、仮に理想的に塞栓できていても、造影上は図 3 向かって右画像のようにコイルが ICA に突出して見えてしまう。一方、向かって左画像 (LAO33° / CAU13°) は、3 者が完全に分離されており、図 3 に示すように瘤内のコイルと ICA、Pcom a. の位置関係を正確に把握することができる。一見すると使いにくそうだが、左画像の方が適切、という答えが Transparency Mode から得られるのである。

次に、この動脈瘤に対する瘤内塞栓術の適応を検討したい。3D 画像で見ると、かなりの wide neck である。ICA にステントを留置しても Pcom の温存に関しては無効であろう。塞栓術は決して容易ではなさそうである。Clipping の方が妥当かもしれない。実は、これが 3D 画像のみで瘤内塞栓術の適応を決めようとした場合の pit fall である。

図 4 に、図 3 で決定した WA で撮影した DSA 画像を示す。この画像で重要な所見は、動脈瘤の distal neck と ICA の間に見える 'slit' と、proximal neck と Pcom a. の間に見える 'Double Contour' である。DSA 画像で 'slit' を確認することで、3D 画像で見ると neck が狭いことがわかる。3DRA 画像では、閾値の関係でこの 'slit' が潰れて wide neck に見えることがしばしばあるが、DSA 画像は 'slit' を明瞭に画像化でき、実際の neck の広さを理解することができる。

もう 1 つ重要なのは、'double contour' の境界線である。3D 画像では、動脈瘤の neck が Pcom 側に騎乗した wide neck に見えるが、DSA 画像では、動脈瘤と Pcom a. では造影剤の濃度が異なることがわかる。これが 'double contour' であり、ここにコイルがひっかかる膨らみがあることを示している。このように、3D 画像では描出されない 'slit' と 'double contour' を DSA 画像で確認することで、瘤内塞栓術の成算ありと判断することができる。

決して、3DRA だけを見て瘤内塞栓術の適応を判断してはならない。ましてや、3D-CTA で「Wide neck か否か」を論ずることは、動脈瘤の正体を全く把握しないまま治療の議論をしていることを意味する。血管内治療の適否を厳密に決めたい場合は、3DRA を基に決定した WA で conventional DSA を撮影し、1 枚の DSA に含まれる画像情報を細大もろさず把握したうえで判断しなければならない。

治療適応と WA が定まったら、次に実際の治療に入る訳であるが、1 方向の WA だけでは治療には不十分である。図 5 のように、メインの WA (neck 分離用) に直交する方向の WA を作った方がよい。WA を 2 つ用意する理由は、コイルの瘤全体への広がりを見ることがカテ先の位置が安全か否かを常に認識するためである。図 6 は、図 1 ~ 4 と同一の動脈瘤にマイクロカテーテルが入った状態の血管撮影である。向かって左の WA (LAO38° / CAU8°) で、カテ先の位置は妥当で、深過ぎず浅過ぎず、且つ、プレブに向かってもいなくて安全そうに見える。更に、向かって右側の WA (LAO115° / CAU6°) で見ると、カテ先は瘤の真ん中にあり瘤壁に当たっていないことが確認でき、ここでコイルを出せば、カテーテルは安全に自由度をもってワイプしてくれることが推測できる。すなわち、2 方向の WA から、瘤壁の一点にだけコイルやカテーテルの圧がかかることがない、安全な位置から塞栓を開始できることが確認されるのである。実際の治療においても、この WA で塞栓を進め、良好な塞栓結果を得ることができた。WA に関して、図 7 に別の左 IC-PC 動脈瘤の症例を提示する。左画像ではカテーテルの先は良さそうに見えるが、黄色の線のように、動脈瘤の外側壁に向かって非常に危険な角度でカテーテルが当たっていることが確認できる。このようなカテーテルの位置で無理に tight packing しようとする

と術中破裂を誘発する危険が高いことを、常に念頭に置くべきである。

たとえ血管撮影装置が single plane であっても、最初から 2 つの WA を検討しておけば、ほとんどの装置ではその WA を C アームにプリセットすることで簡単にポジショニングできるので、カテが瘤内に入ったらもう 1 つの WA で確認し、その後本来の neck 用の WA に戻って治療を進めることができる。普段からこのような癖をつけておけば、安全な治療を行うことができるはずである。

中級編：その Roadmap、大丈夫ですか?

次の話題はロードマップである。ロードマップは、血管内治療時の重要なツールであるにもかかわらず意外に有効活用されていないことが多い。実は、ロードマップの画質は血管撮影装置の調整次第で大きく変わるものである。この調整が適切になされていないと、「画質が悪い」として使われなかったり、実際の血管形態からずれた危険なロードマップで治療が行われたりすることになる。十分に調整されたロードマップ画像は非常に有力な武器となる反面、調整不足のそれはむしろ有害なツールにすらなることを認識すべきである。

ロードマップの画質性能として求められるものは、①静的解像度と②動的解像度に大別される。これは正式な用語ではないが、解説をわかりやすくするために、本稿では以下の定義のもとで用いる。静的解像度は、ロードマップとして描出される血管の解像度、動的解像度は、操作中のカテーテル、コイル、マイクロワイヤ等の動作の解像度とする。

静的解像度の例として、Giant Pituitary Adenoma に対する術前塞栓術を試みた症例を提示する。図 8 の 3D 画像からわかるように、ILT から 3 本の Feeder が分岐しており、同じ WA で撮影した DSA 画像を見ても、Feeder が非常に細いことが良く理解できる。このような細い枝であっても、非常に良く調整されたロードマップであれば、図 9 のように画像化することができる。

具体的なロードマップの調整は、下記の点に留意して進めると良い。ロードマップの画質は透視画質の基本性能が前提となるため、画像の S/N 比 (Signal/Noise Ratio) が高いこと、フラットパ

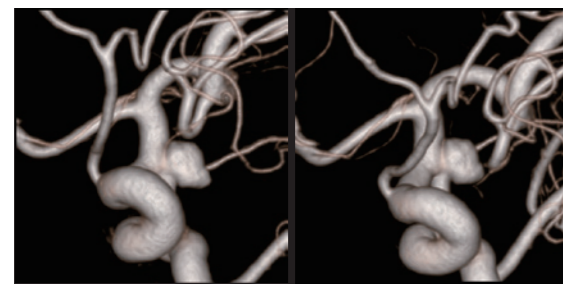


図 1 : 3D-DA
Volume Rendering
(左) LAO33/CAU13
(右) LAO22/CAU1

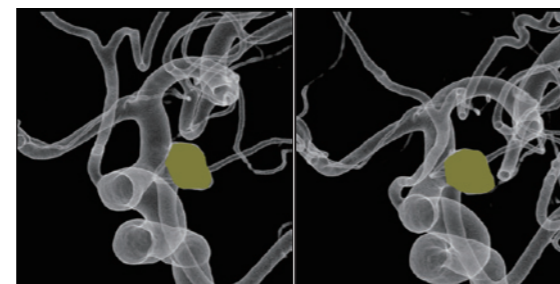


図 3 : Coil の見え方
(左) LAO33/CAU13
(右) LAO22/CAU1

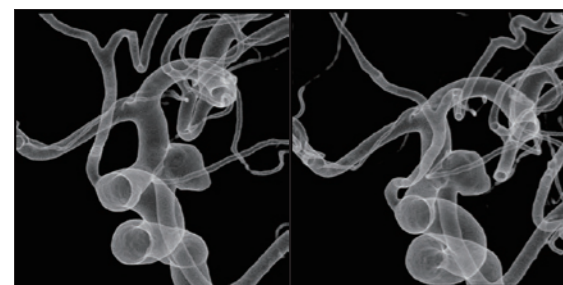


図 2 : 3D-DA
Transparent view
(左) LAO33/CAU13
(右) LAO22/CAU1

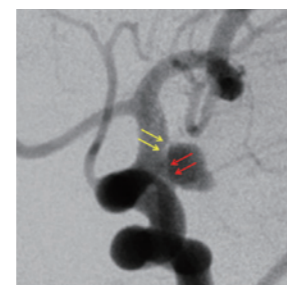


図 4
黄色矢印 Slit、赤色矢印 Double Contour

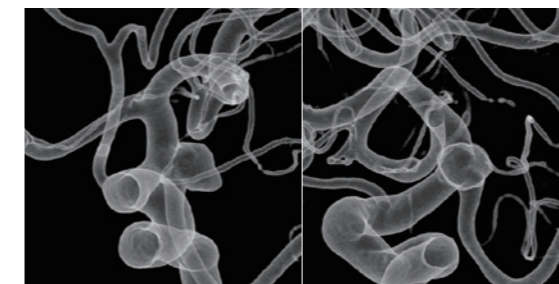


図 5
(左) LAO38/CAU8
(右) LAO115/CAU6

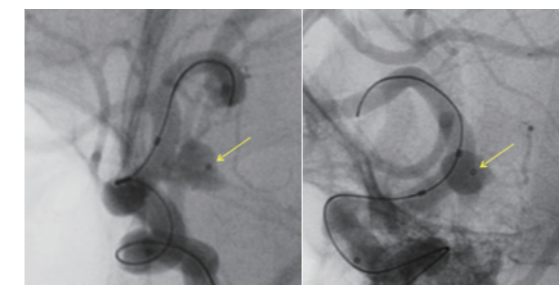


図 6 : Safety Position
(左) LAO38/CAU8
(右) LAO115/CAU6
カテーテル先 (矢印)

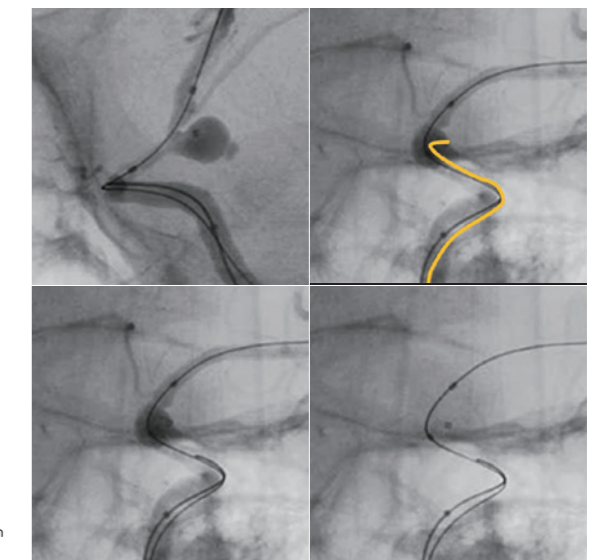


図 7
(左上) LAO57/CAU18 / (右上) RAO33/CAU5

ネルディテクタ（以下、FPD）のX線画像変換効率が高いこと、パイプライン透視であれば双方のFPDに入射する散乱線の処理が適切になされていること等が最低限の条件になる。そのうえで、比較的容易に調整可能なのは、ロードマップのVessel contrast、つまり濃度調整である。Vessel contrastを大きく（濃く）すれば微細な分枝まで見えるが、太い血管は輝度が上がりすぎ、そのためにデバイスの視認性が悪くなる。Vessel contrastを小さく（薄く）すれば、デバイスは見えやすくなるものの、微細な血管走行を追うことが難しくなる。どのレベルに調整するかは、術者の好みと描出を要する血管のレベルによるため一概には言えないが、メーカー設定のロードマップ画質に不満がある場合は、試みるべき調整法である。

次に、動的解像度である。当然のことながら、血管内治療時ロードマップは血管が鮮明に描出されているだけでは不十分である。マイクロガイドワイヤやカテーテル先端の微細な振る舞いや撓み、瘤内のコイルの1ループ毎の動きがロードマップに埋もれなくてしっかり見えてほしい訳である。これらの微細な動きは、透視では見えているのに、ロードマップにすると良く見えないことがしばしばある。その原因は、①コイルやマイクロカテの動きが残像を引く、②ロードマップのコントラストが強すぎて（白く光って）デバイスが埋もれている、③そもそも透視の性能が悪い、の3つに大別できる。

①残像の原因は、透視の基本性能が悪い場合、透視画像のノイズを低減しようとしてノイズフィルタ、すなわち、複数の透視画像フレームを加算平均して表示していることにある。画像フレームを加算平均することで画像全体のノイズは低減するのだが、治療デバイスのように動く物体の残像は大きくなってしまふのである。ノイズと残像のバランスをとって、見やすいレベルに調整することで、残像をある程度低減することが可能である。

②ロードマップのコントラストについては、静的解像度の部分で解説したが、それとは別に Guidewire contrast という調整法があ

る。これはロードマップ内で動く物体のコントラスト（濃度）を調整する方法で、この調整が悪いと、たとえロードマップの濃度調整が適切であってもデバイスの視認性が悪くなってしまふ。Vessel contrast と Guidewire contrast 双方を適切に調整することが重要である。

③透視の基本性能は、前述のようにS/N比、FPDのX線画像変換効率、散乱線処理が最適化されていなければならない。

以上、まとめると、ノイズフィルタ、Vessel contrast、Guidewire contrast の3つを、最も自分の好みに近くなるように調整することが重要となる（図10）。

図11に小径の前交通動脈瘤の症例を示す。前記の3条件が良好に調整されたロードマップ画像で、動脈瘤や血管の分枝がDSA画像と遜色なく見えており、静的解像度は良好である。動的解像度に関しても、コイルの動きが非常にシャープに、且つ、リニアに観察できる。例えば、動脈瘤の壁にコイルのテンションがかかり、これ以上押すと破裂の危険があるから引き戻すという判断ができる。あるいは、コイル挿入中にカテ先が逸脱しそうになったので、0.5mmだけ瘤内に押し戻すというような繊細な動きもロードマップ上でとらえることができる。

以上のように、十分に調整されたロードマップ画像は治療において極めて有用なツールである。もしお使いの血管撮影装置の画質に不満がある場合は、病院の技師やメーカーに連絡して可能な限りの調整を試みることをお勧めする。「見える=安全」は血管内治療の基礎である。

以上、脳血管内治療における血管撮影装置の利用法の基本的部分を、初・中級編として概説した。上級編とちょっと未来の話、については、また別の機会にまとめてみたい。

GEtoday

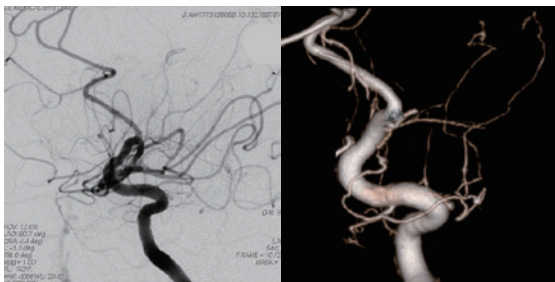


図8：Giant Pituitary Adenoma

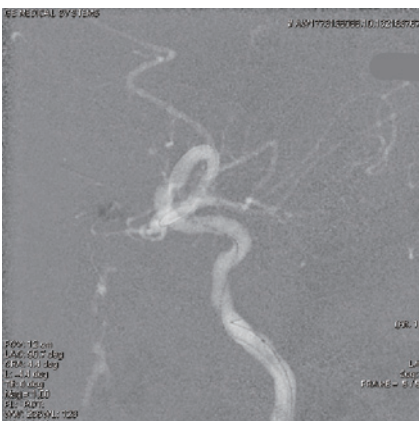


図9：Roadmap

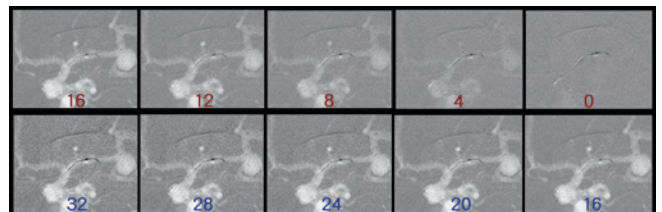


図10：Roadmap 画像の調整項目
(上)Vessel Contrast (下)Guidewire Contrast



図11：前交通動脈瘤
(左) DSA
(右) Roadmap