

## 特 集

## 冠動脈疾患の Interventional therapy

～血管内超音波による評価～

本江 純子\*, 斎藤 穎\*, 上松瀬 勝男\*

## はじめに

血管内超音波法 (IVUS) は1989年に初めて臨床応用されて以来、特に冠動脈インターベンションにおいて new device の進歩とともに普及してきた。本邦でも1996年の4月に保険診療の認可があり、使用の機会も増加している。本稿では、IVUS の特徴と冠動脈インターベンションにおける補助診断法としての IVUS の役割について述べる。

## 冠動脈造影 (CAG) のみでは不十分か？

CAG は血管内腔のシルエットであり、血管壁の状態を把握するのは困難である。図1に示す症例では、CAG 上病変近位部の正常部が3.3mmであるが、実際の血管自体の径は5.1mmとかなり大きな血管であることがわかる。この様に虚血性心疾患患者の場合、CAG 上正常と考えられる部位に実際は動脈硬化性プラークが存在することが多く、IVUS の観察では50%程度の血管内腔を占めるプラークが存在すると報告されている<sup>1)</sup>。CAG 上は正常と判断される場合でも、実はび慢性の病変が存在する血管のこともある (図2-5)<sup>2)</sup>。また、透視では石灰化が明らかでない場合でも実際には高度の石灰化が存在する病変があるため、冠動脈インターベンションを行う際には、病変部の血管径やプラークの性状を把握し、適切な device を選択することが成績向上のために必要と考えられる。

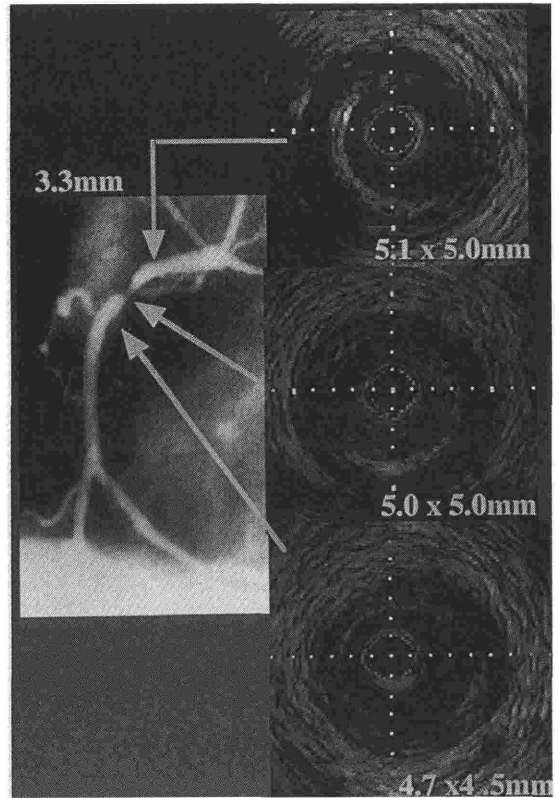


図1 右冠動脈に造影上90%狭窄を有する症例。IVUSにより、造影上正常と思われる部位にもプラークが存在することが明らかとなる。

## IVUS の臨床応用

IVUS が初めて臨床応用されたのは1989年の秋であり、当初は主としてPTCA後の病変部の評価に用いられていた。この頃の観察から、PTCA後も実は多量の残存プラークが存在すること<sup>3)</sup>や、PTCAのメカニズムが明らかとなっている<sup>4)</sup>。そ

\*日本大学医学部第二内科

の後、冠動脈インターベンションが new device の時代に入り、IVUS が安全かつよりよい治療成績を得るための補助診断法として普及した。

### 方向性冠動脈粥腫切除術 (DCA) と IVUS

DCA は、再狭窄率の減少が期待された device である。しかし、1993年に報告された PTCA と DCA との無作為比較試験である CAVEAT の報告<sup>5)</sup>は、再狭窄率が PTCA 後57%、DCA 後50%と、当初の期待を裏切るものであった。この研究は IVUS 導入以前のものであり、CAG 上 DCA 後の minimal lumen diameter (MLD) が2.02 mm と小さく、DCA 後の切除効果が不十分であったことは明らかである。DCA は、new device のなかでも IVUS が最もその役割を果たせるものであり、

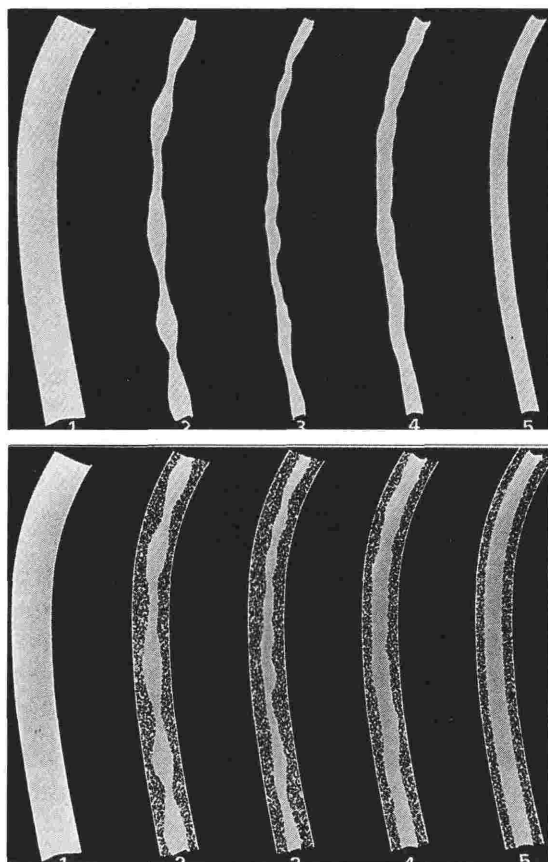


図2 CAG 所見 (上段) と実際の血管 (下段) のシェーマ。CAG は血管の内腔のみを評価しており、血管壁の状態を把握するのは困難である。

プラークの存在する部位を同定して十分な内腔が得られれば、再狭窄は減少するものと考えられる。図3 (a, b) の症例は、他院にて過去3回 PTCA の再狭窄を繰り返している症例であり、long balloon による PTCA 後に CAG 上良好な拡張が得られたと思われた。しかし IVUS で多量のプラークが残存していることが明らかとなったため DCA を施行し、再狭窄を認めなかった症例である。IVUS ガイド DCA の研究である OARS では<sup>6)</sup> DCA 後の残存プラーク面積狭窄率は58%であり、再狭窄率は30%と改善がみられている。

Mintz ら<sup>7)</sup>は、PTCA・DCA 後の再狭窄機序として、新生内膜増殖に加え、病変部の血管径自体が狭小化する negative remodeling が重要な役割を果たしていると報告した。しかし、22%の症例では病変部血管径自体が遠隔期にむしろ拡大する positive remodeling または adaptive remodeling が認められ、こうした病変では再狭窄が減少している。

どのような症例でこのような機序が働くのかは明らかではないが、いずれにしても DCA により十分にプラークを切除することが重要である。そこで、DCA の end point として、Hinohara ら<sup>8)</sup>は MLD が3.0 mm 以上あれば再狭窄率を減少させると報告している。また、当施設では IVUS ガイド DCA を行い、end point として MLD 3.0 mm 以上、面積狭窄率50%以下、血管内腔面積7.5 mm<sup>2</sup> 以上を採用しており、再狭窄率が19%と非常によい成績を得ている。また、このような結果を得るためには症例の選択が重要であり、比較的近位部にある病変であること、また浅在性石灰化が存在すると十分な切除効果が得られないため、術前の IVUS 所見が重要と考えられる。

### ステントと IVUS

ステントは、初期の研究結果<sup>9,10)</sup>から再狭窄率の低下が期待できる new device として、急速に普及した。図4の症例も、病変部に Palmaz-Schatz stent を留置し、再狭窄のなかった症例である。現在では、ステント留置後、高圧による後拡張を行い、アスピリン・チクロピジンを主体とした抗血小板療法を行うことで良好な初期成績が得られている<sup>11)</sup>。このステント留置プロトコルが確立するに至る過程で、IVUS が果たした役割は極めて大きい。CAG 上良好なステント拡張が得られ

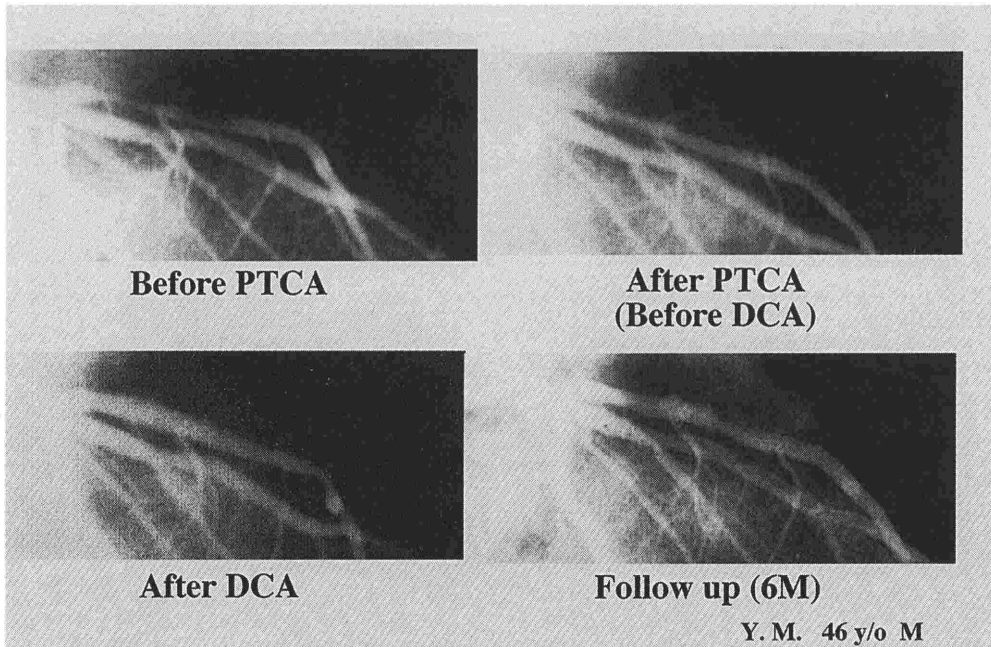


図3-a DCA 代表例のCAG 所見 (本文参照).

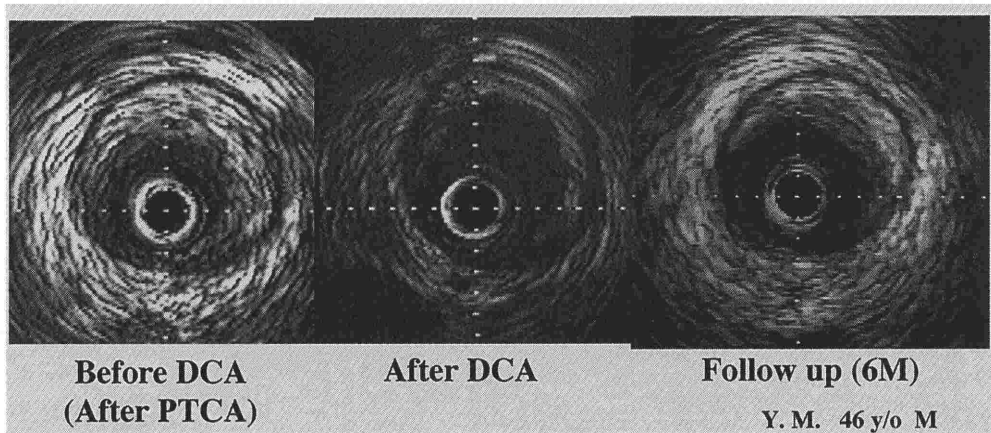


図3-b DCA 代表例のIVUS 所見 (本文参照).

たように思われても、実際にはステント拡張不十分・ステントがプラークに密着していない・ステントが正円形に拡張していない(図5)などの点がIVUSより明らかになったからである<sup>12)</sup>。

ステント高圧拡張の時代にあつて、IVUSがなくても良好な成績が得られるとの報告がある<sup>13)</sup>。しかし、術者が高圧拡張によるステント留置を行い、CAG上満足する結果を得た後にIVUSを行ったSTRUTの成績では<sup>14)</sup>、111例中22%にステントの密着が不十分であり、追加拡張が行わ

れた。また、ステント留置に際してIVUSガイドの有無を比較するCRUISE trialでは<sup>15)</sup>、IVUSガイド群でより大きなステント内腔が得られ、IVUSガイドにより再狭窄をさらに減少させる可能性が示唆された。やはりIVUSガイドの有無を比較するAVIDでも<sup>16)</sup>、IVUSガイド群で33%に追加拡張が行われ、その結果ステント内腔面積が32%増加したとも報告されている。これらのデータは、高圧拡張の時代にあつてもステントの不十分拡張がかなりの頻度で認められ、IVUSの併用

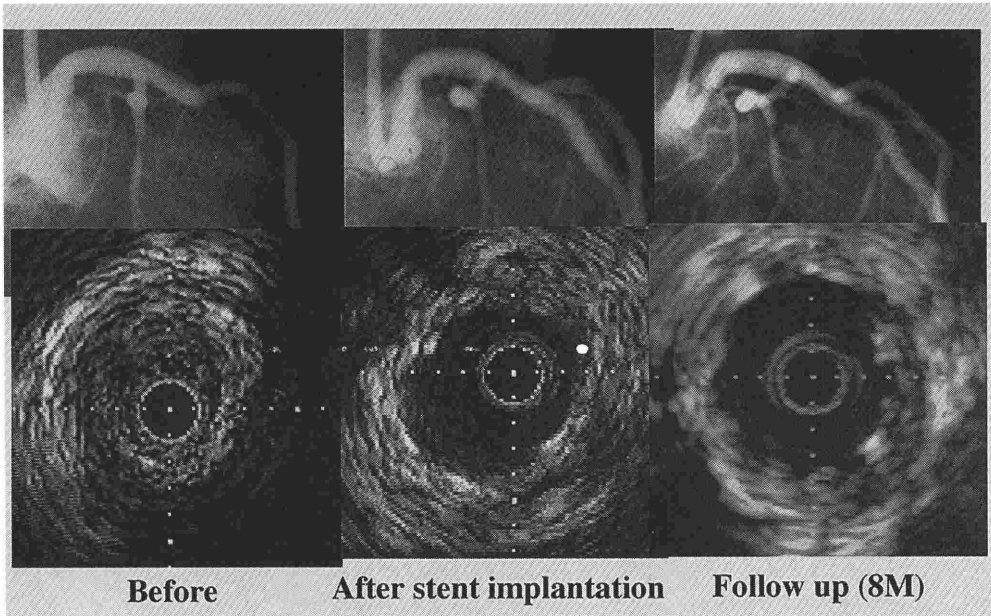


図4 Palmaz-Schatz stent の代表例。約2カ月前に前壁中隔梗塞を発症し、他院にて保存的に加療された。左前下行枝の完全閉塞に対し、バルーンで前拡張した後、Palmaz-Schatz stent を挿入した。6カ月後のrestudyでも、再狭窄は認められなかった。

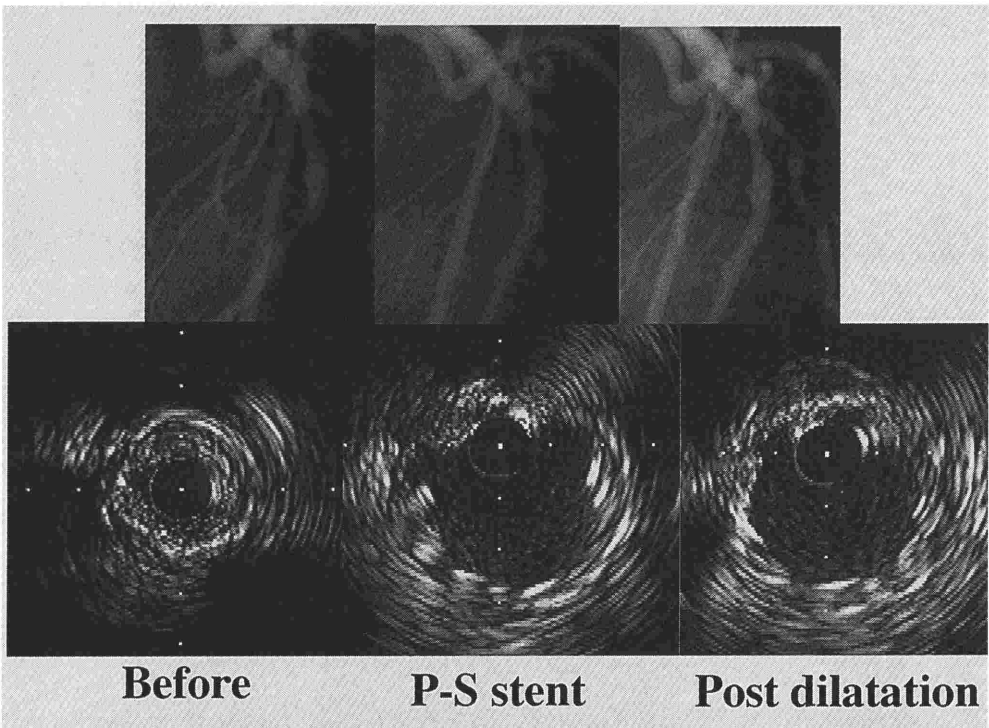


図5 ステント不十分拡張・ストラットが血管壁に密着していない症例。追加拡張を行うことにより、良好な結果が得られた。

により更なる効果が期待できるものと考えられる。

高圧拡張を行う場合、ステント端にかかるストレスがステント端の傷害 (edge tear) を招く可能性がある。実際、edge tearは13~17%と比較的よく認められる現象であり、特にステント端に多量のプラークが存在する場合に多く認められると報告されている<sup>17)</sup>。筆者らの施設では、ステント再狭窄率はoverallで18%であるが、この再狭窄を来した症例のうち70%にIVUS上ステント端の傷害 tear または解離が認められている。このように、ステント端の傷害は再狭窄につながる可能性があるにもかかわらず、そのほとんどはCAGでは検出できない。筆者らは、IVUSによりステント端の解離を検出し、追加ステント留置などを決定することで、良好な成績を得た症例を経験している (図6)。このためステント留置に際してもIVUSを併用することは、更なる初期および遠隔期成績の改善に寄与するものと考えられる。

## おわりに

CAGが地図であるとするならば、IVUSはその地図を頼りにそれぞれの場所の情報をより詳細に得るための補助手段である。冠動脈インターベンションを行う際、特に再狭窄を減少させるために重要なことは、lesion specific therapy, すなわち標的的病変に見合ったサイズの適したdeviceを選択することである。この点については、特に治療前における病変部のIVUS所見が重要である。また、インターベンションのend pointの決定にもIVUS所見が参考となり、必要に応じて追加治療を決定することにより良好な拡張効果を得ることが、より良い遠隔成績に結びつくものと考えられる。

## 文 献

- 1) Mintz GS, Painter JA, Pichard AD, et al : Atherosclerosis in angiographically "normal" coronary artery reference segments: an intravascular ultrasound study with clinical correlations. *J Am Coll Cardio* 25 : 1479-1485, 1995
- 2) Waller BF : Coronary anatomy and pathology : what the angiogram does not reveal. In: Tobis JM, Yock PG, eds, *Intravascular Ultrasound Imaging*, Churchill Livingstone, 1992, pp. 17-34

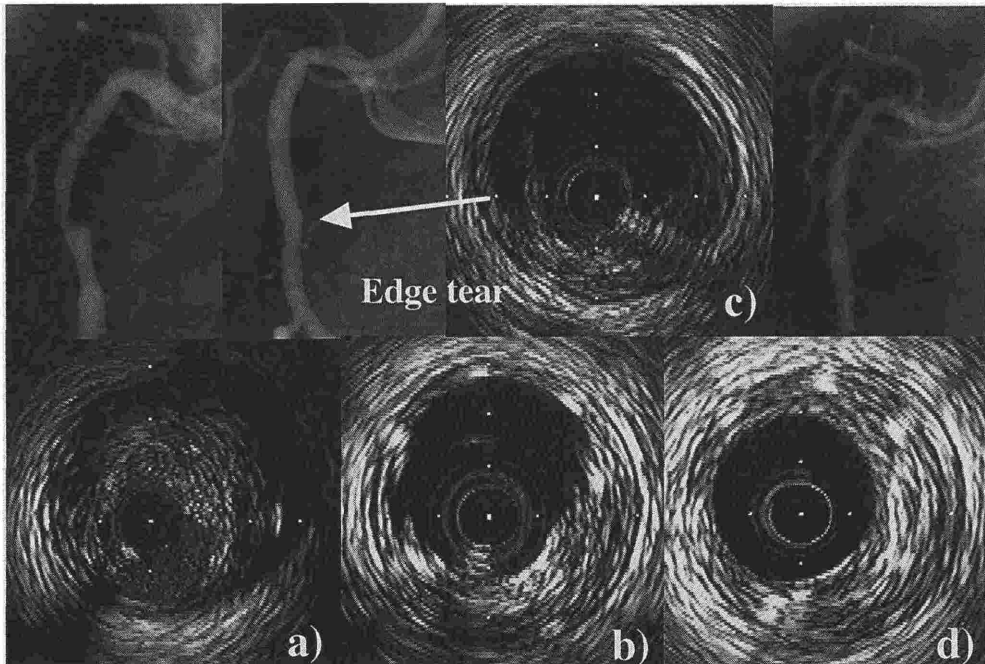


図6 Palmaz-Schatz stent の edge に生じた flap. 追加ステントを行い、慢性期も良好な開存を得ている。

- 3) Honye J, Mahon DJ, Jain A, et al : Morphological effects of coronary balloon angioplasty in vivo assessed by intravascular ultrasound imaging. *Circulation* 85 : 1012-1025, 1992
- 4) 本江純子, 森内正人, 鎌田智彦 : PTCA 前後における血管内エコー像の比較. *心血管* 8 : 281-286, 1993
- 5) Topol EJ, Leya F, Pinkerton CA, et al : A comparison of directional atherectomy with coronary angioplasty in patients with coronary artery disease. *N Eng J Med* 329 : 221-227, 1996
- 6) Popma JJ, Baim DS, Kuntz RE, et al : Early and late quantitative angiographic outcomes in the optimal Atherectomy Restenosis Study (ORAS) (abstract). *J Am Coll Cardiol (Suppl A)* : 291A, 1996
- 7) Mintz GS, popma JJ, Pichard AD, et al : Arterial remodeling after coronary angioplasty: a serial intravascular ultrasound study. *Circulation* 94 : 35-43, 1996
- 8) Hinohara T, Robertson GC, Selmon MR, et al : Restenosis after directional coronary atherectomy. *J Am Coll Cardiol* 20 : 623-32, 1992
- 9) Fischman DL, Leon MB, Baim DS, et al : A randomized comparison of coronary-stent placement and balloon angioplasty in the treatment of coronary artery disease. *N Engl J Med* 331 : 496-501, 1994
- 10) Serruys PW, de Jaegere P, Kiemeneij F, et al : A comparison of balloon-expandable stent implantation with balloon angioplasty in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med* 331 : 489-495, 1994
- 11) Colombo A, Hall P, Nakamura S, et al : Intracoronary stenting without anticoagulation accomplished with intravascular ultrasound guidance. *Circulation* 91 : 1676-1688, 1995
- 12) Nakamura S, Colombo A, Gaglione A, et al : Intracoronary ultrasound observations during stent implantation. *Circulation* 89 : 2026-2034, 1994
- 13) Sankardas MA, McEniery PT, Aroney CN, et al : Elective implantation of intracoronary stents without intravascular ultrasound guidance of subsequent Warfarin. *Cathet Cardiovasc Diagn* 37 : 355-359, 1996
- 14) Metz JA, Mooney MR, Walter PD, et al : Significance of edge tears in coronary stenting: initial observations from the STRUT registry (abstract) *Circulation (Suppl I)* 546, 1995
- 15) Metz JA, Fitzgerald PJ, Oshima A, et al : Impact of intravascular ultrasound guidance on stenting in the CRUISE substudy (abstract). *Circulation (Suppl I)* 94, 1996
- 16) Russo RJ, Nicosia A, Teirstein PS for the AVID investigators : Angiography versus intravascular ultrasound-directed stent placement (abstract). *J Am Coll Cardiol* 29 (Suppl A) 60A, 1997
- 17) Schwarzacher SP, Metz JA, Yock PG, et al : Vessel tearing at the edge of intracoronary stents detected with intravascular ultrasound imaging. *Cathet Cardiovasc Diagn* 40 : 152-155, 1997