

S-Cube

2003年1月29日 (水)

流れを見てもみよう

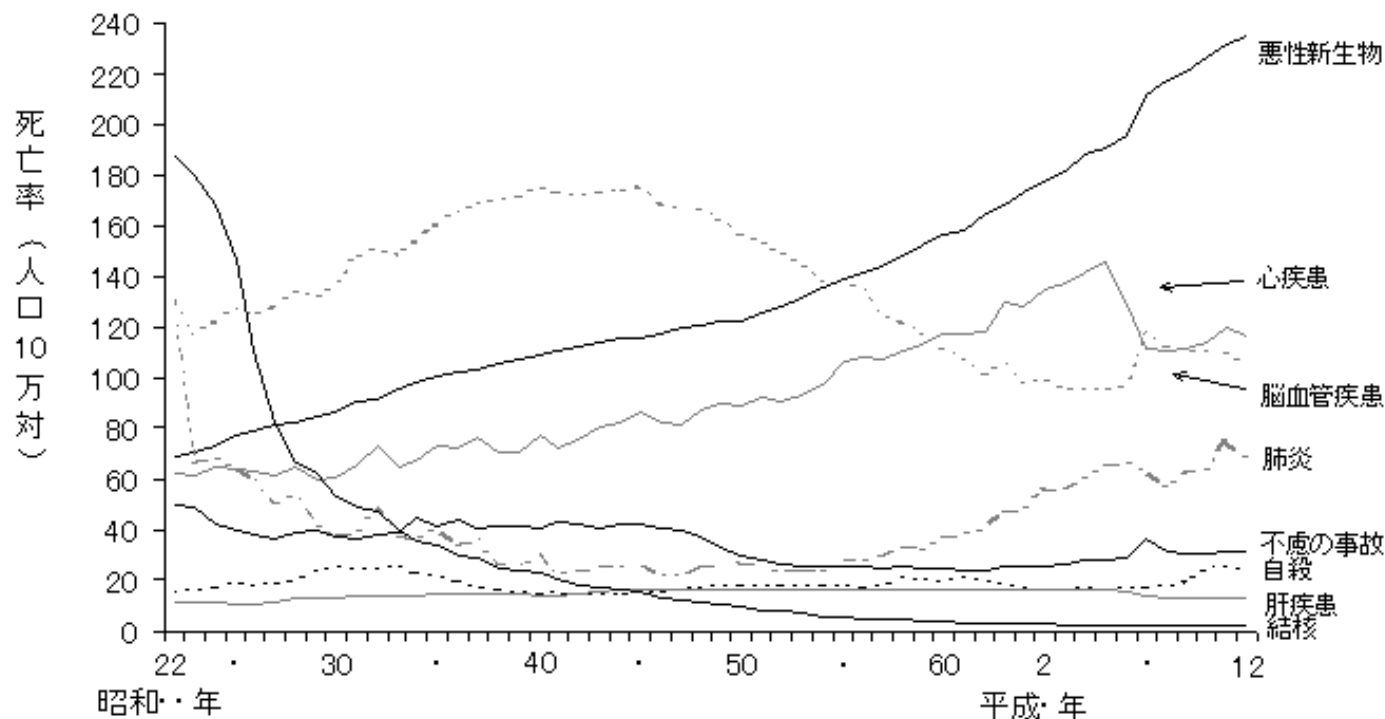


東京大学生産技術研究所
大島 まり 高間 信行

循環器系疾患による死因の割合

日本の三大死因

図5 主な死因別にみた死亡率の年次推移



心臓病
脳血管疾患



循環器系疾患

循環器系の構造 (Circulation System)

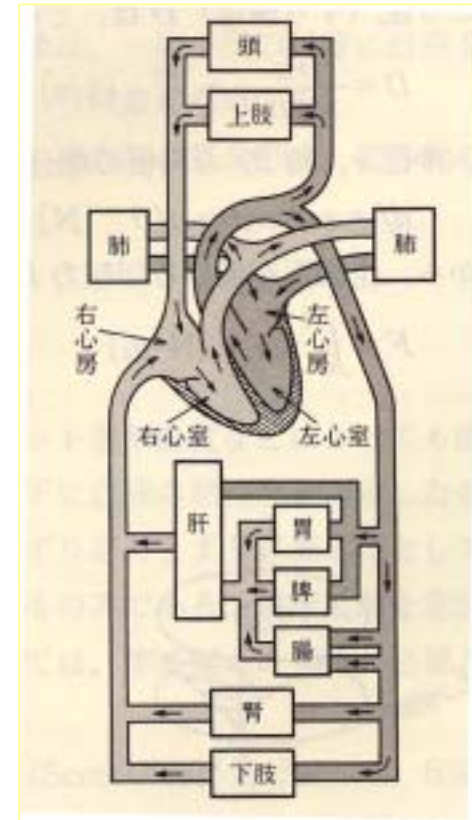
* 心臓 (Heart)

* 動脈 (Artery)

- 大動脈 (Aorta)
- 動脈 (Artery)
- 細動脈 (Arteriole)
- 毛細血管 (Capillary)

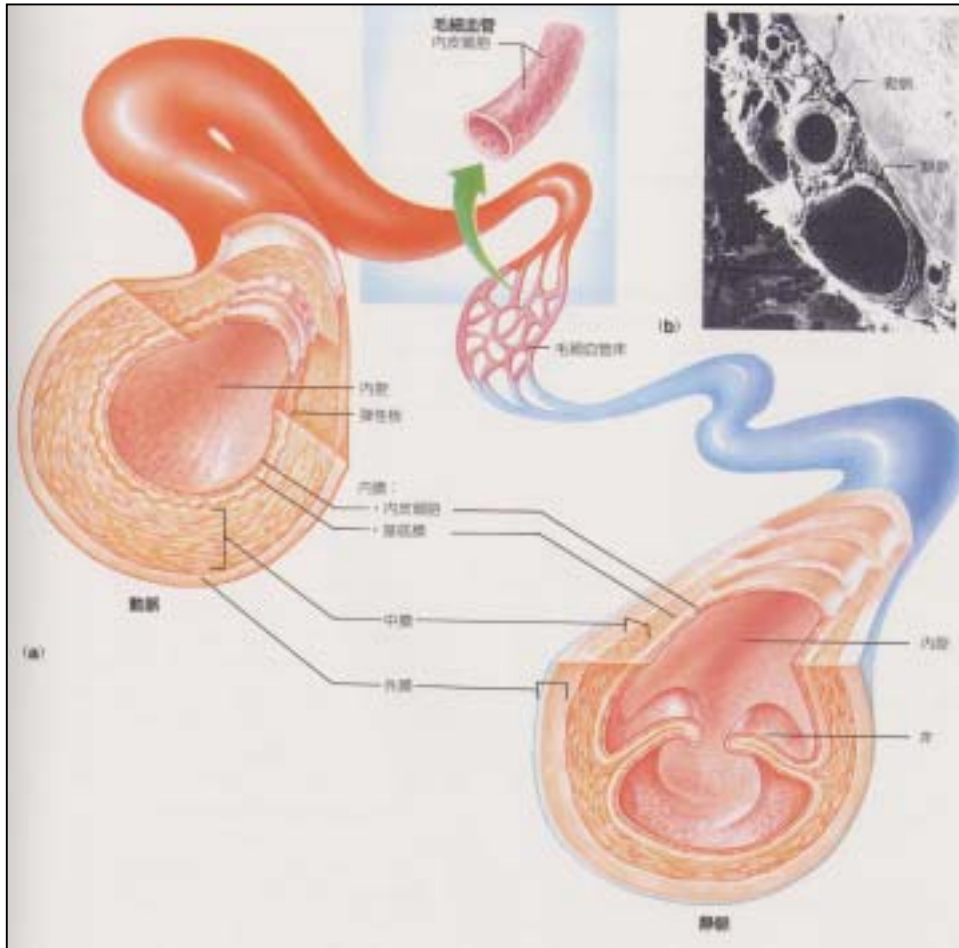
* 静脈 (Vein)

- 大静脈 (Vena Cava)
- 静脈 (Vein)
- 細静脈 (Venule)



血管構造

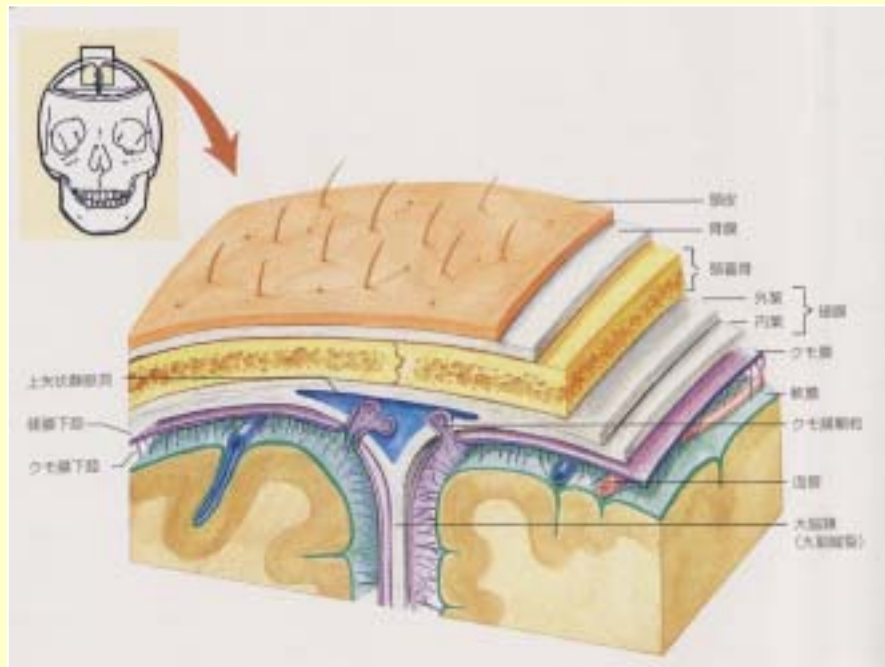
血管構造



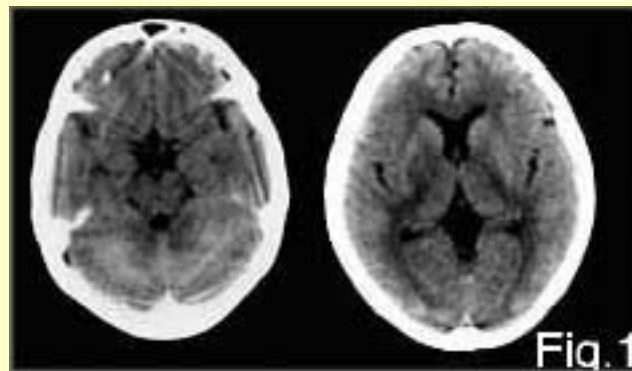
* 血管の長さをすべて合計すると地球を何周分か？

* 血管の重さは、成人の場合、体重の何%を占めるか？

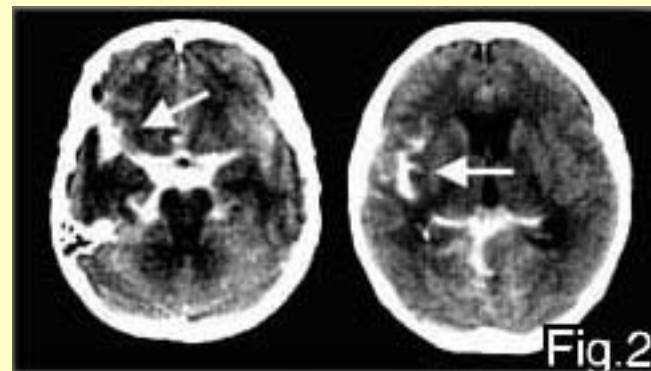
くも膜下出血について



CT(コンピュータ断層撮影)



正常



発生率: 1 / 1万人/年
半数が半年以内に死亡

90%

くも膜下出血
脳動脈瘤の破裂!!

未破裂動脈瘤について

- 動脈瘤とは
 - 比較的太い脳動脈にできる嚢状の瘤 (約10mm)
- 未破裂動脈瘤の成長・破裂の特徴
 - 未破裂動脈瘤: 1/100人 (全人口1%)
 - > 脳ドックの導入により、6%に増加
 - 発生したもののうち約0.5-1.0%が破裂
 - 手術による後遺症の危険性は数%-5.0%



X線撮影画像

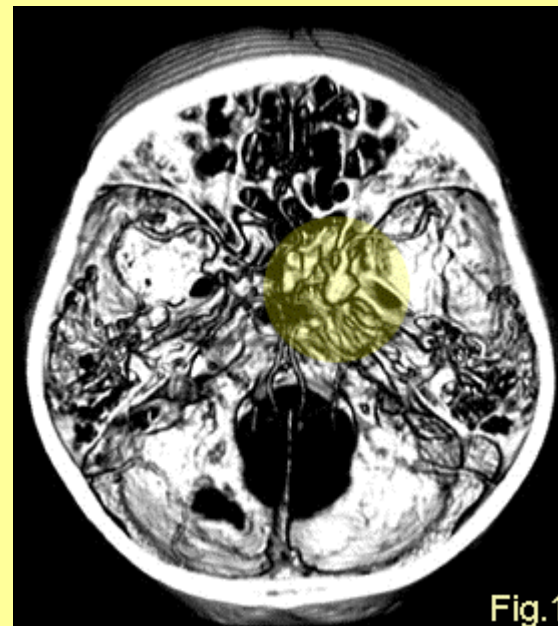
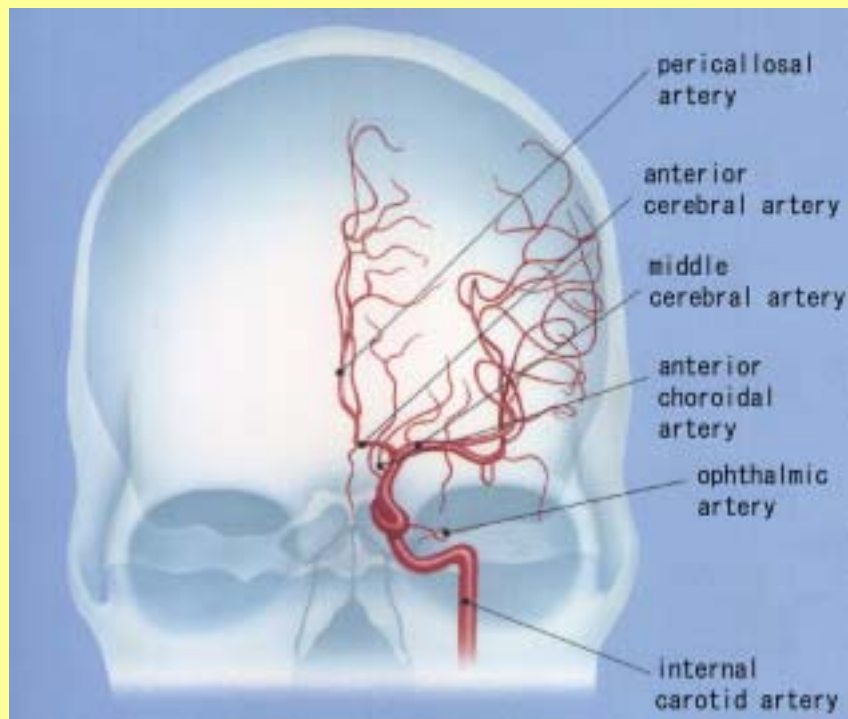
クリッピング
コイルリング

現状

手術に対する明確な指針なし

発生・成長・破裂の要因の解明
破裂の危険度の予測
より安全な治療・予防

シミュレーションの役割

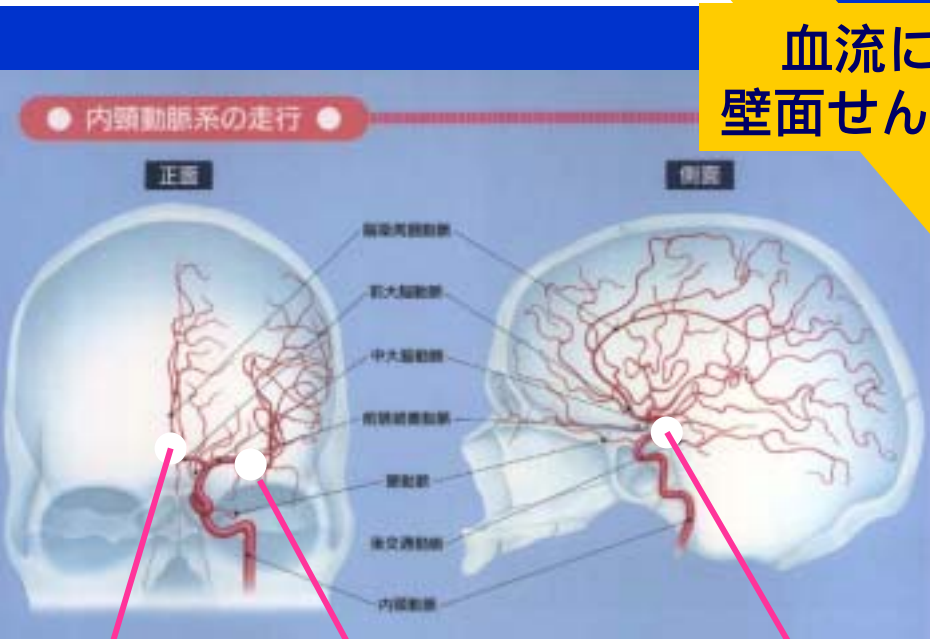


どうして脳動脈瘤ができるのか？
どうして破裂するのか？

シミュレーションにより探る

動脈瘤と血行力学

- 動脈瘤発生の特徴
 - 特定の部位にでき易い
 - 40~50代に多い
 - 性別による違い

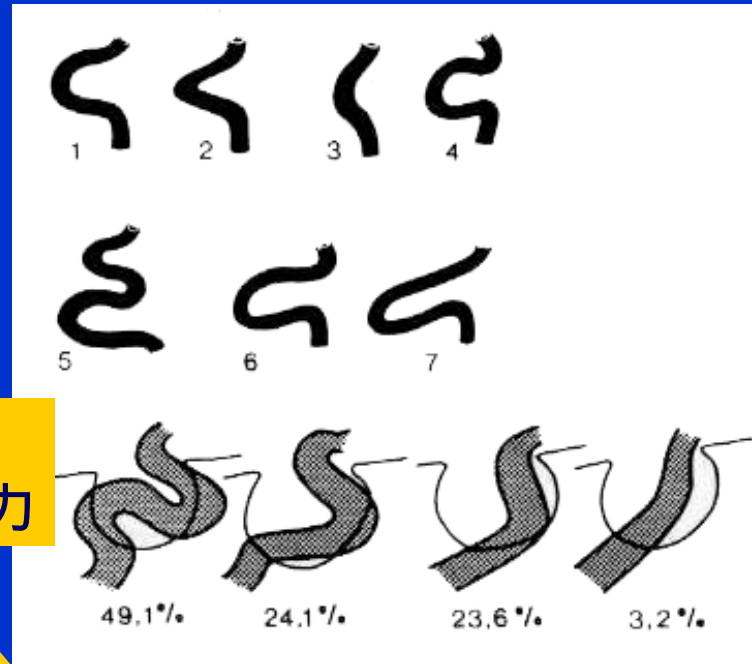


47.5%

20.3%

10.2%

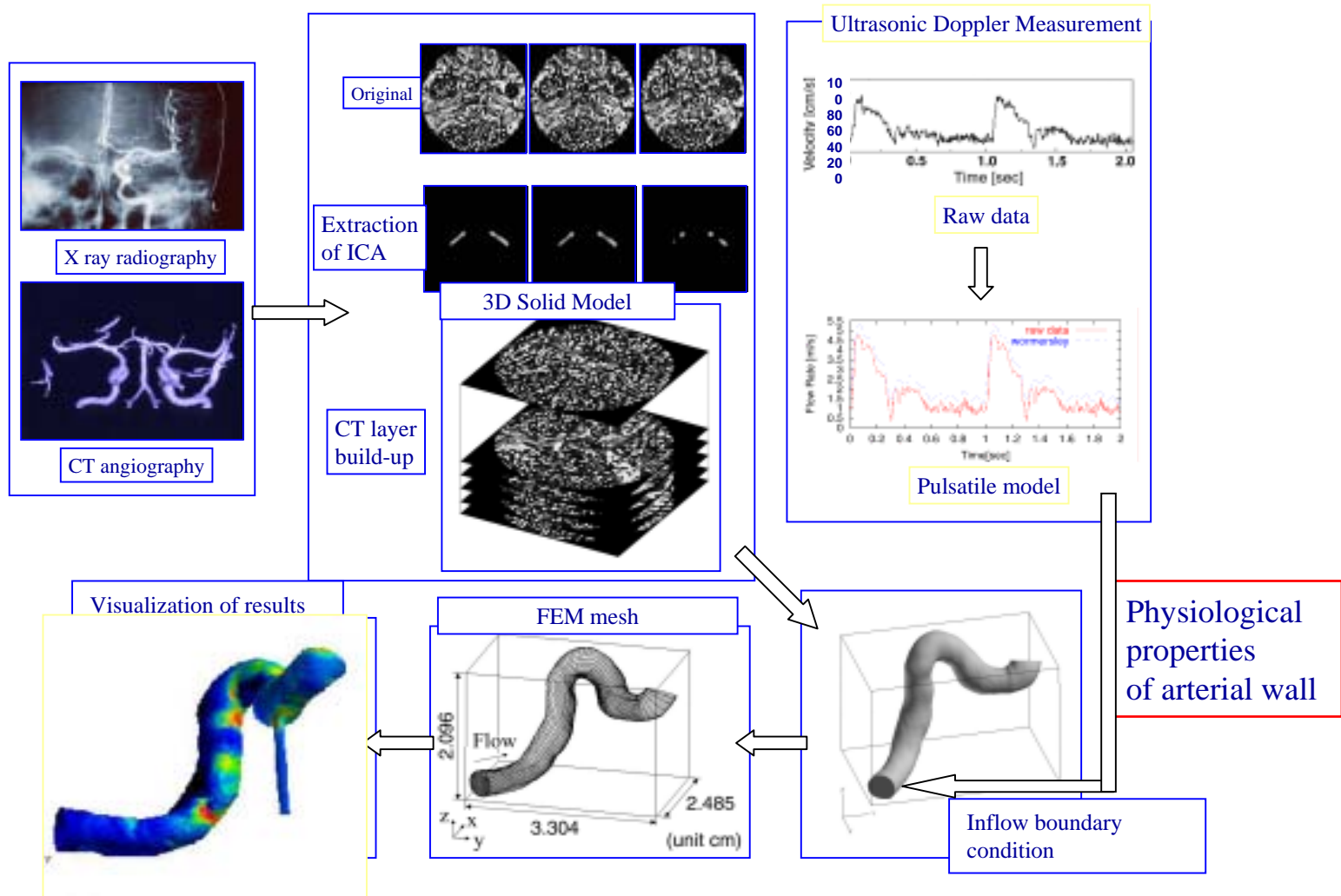
血流による
壁面せん断応力



- 年齢・性別による変化
 - 血管弾性の変化
 - 頭蓋サイズの差

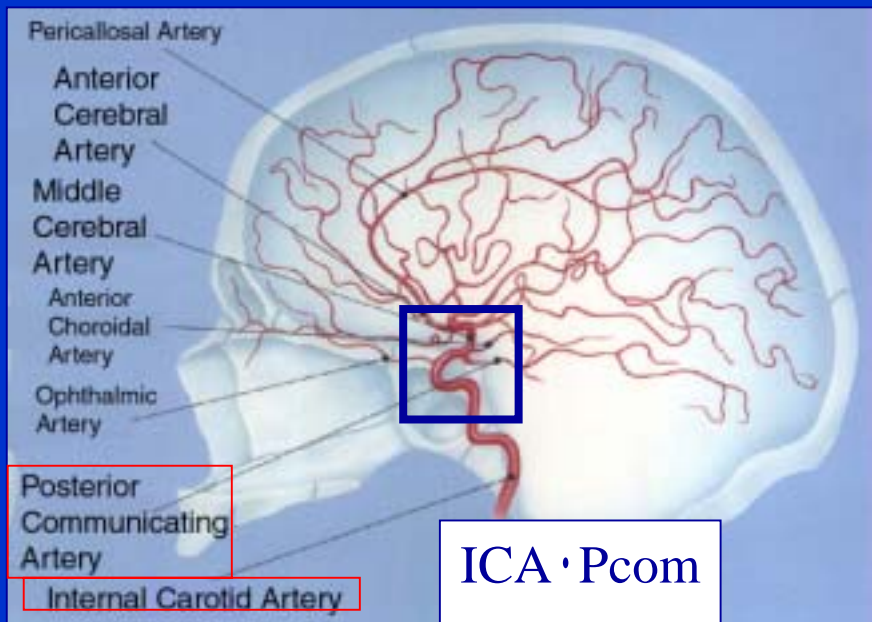
血管形状の変化

血流—血管壁の相互作用を考慮した 計算シミュレーションの概要



Database for EBM

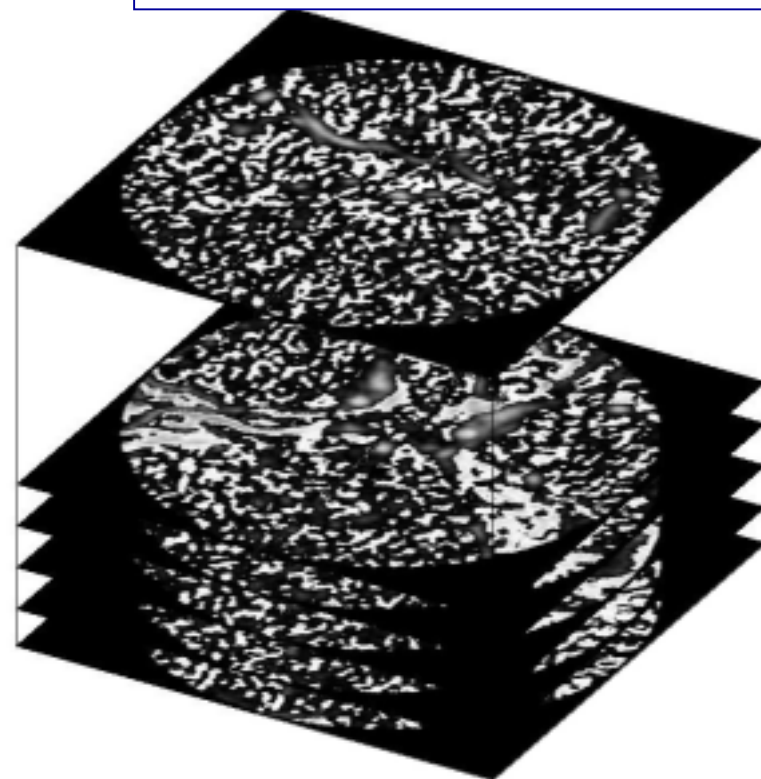
医用画像からの血管抽出



ICA・Pcom
aneurysm

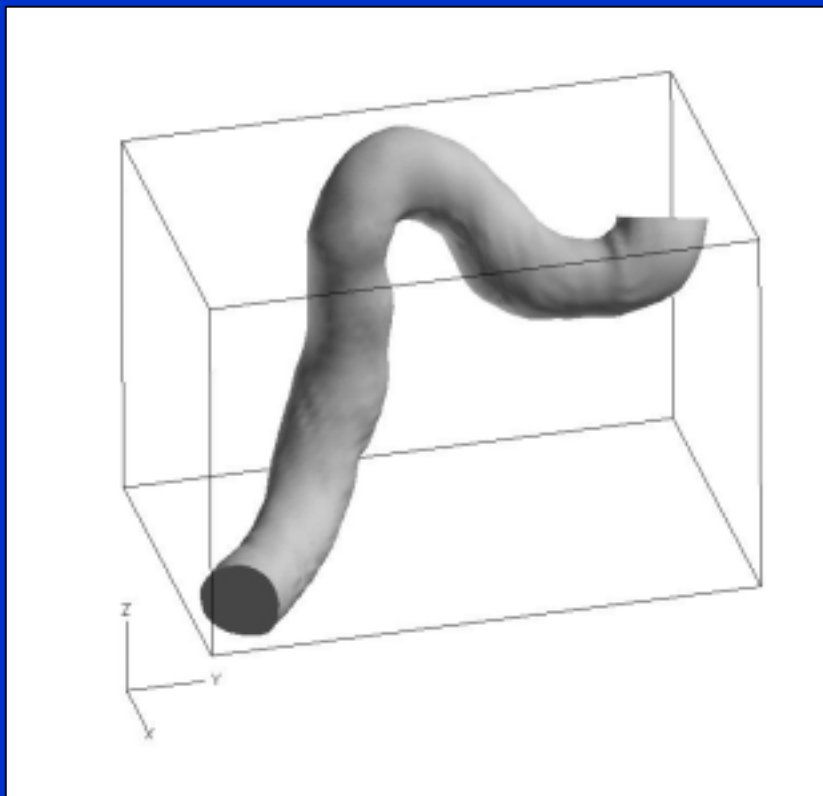


512x512 pixels in 16-bit gray scale
pixel resolution: 0.215 - 0.4mm/s
distance bt. slices: 0.4 - 0.5 mms

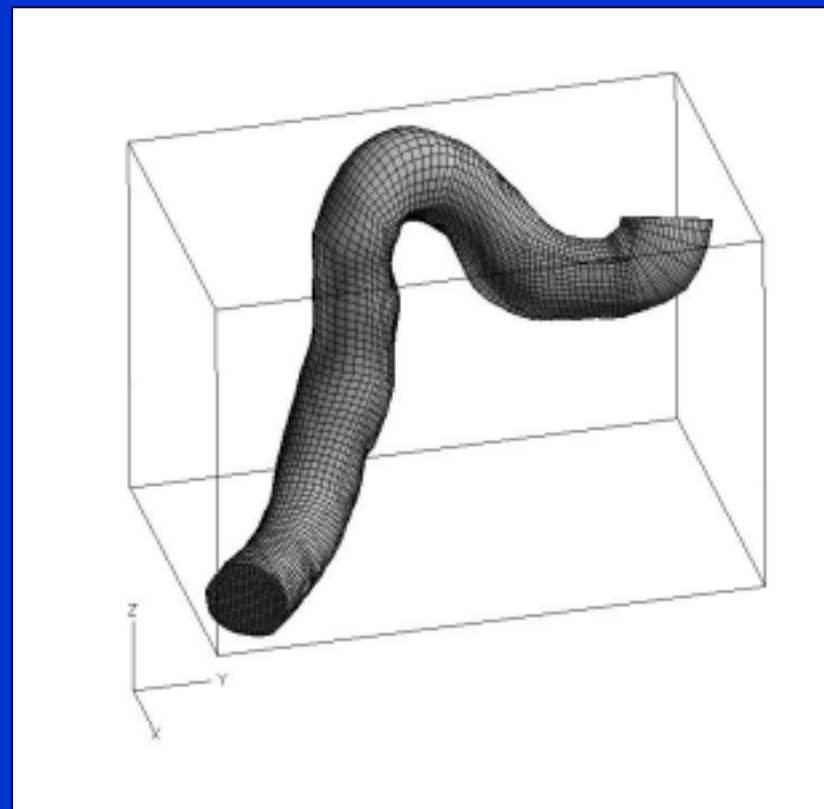


Horizontal Slices of CT

脳の血管の形

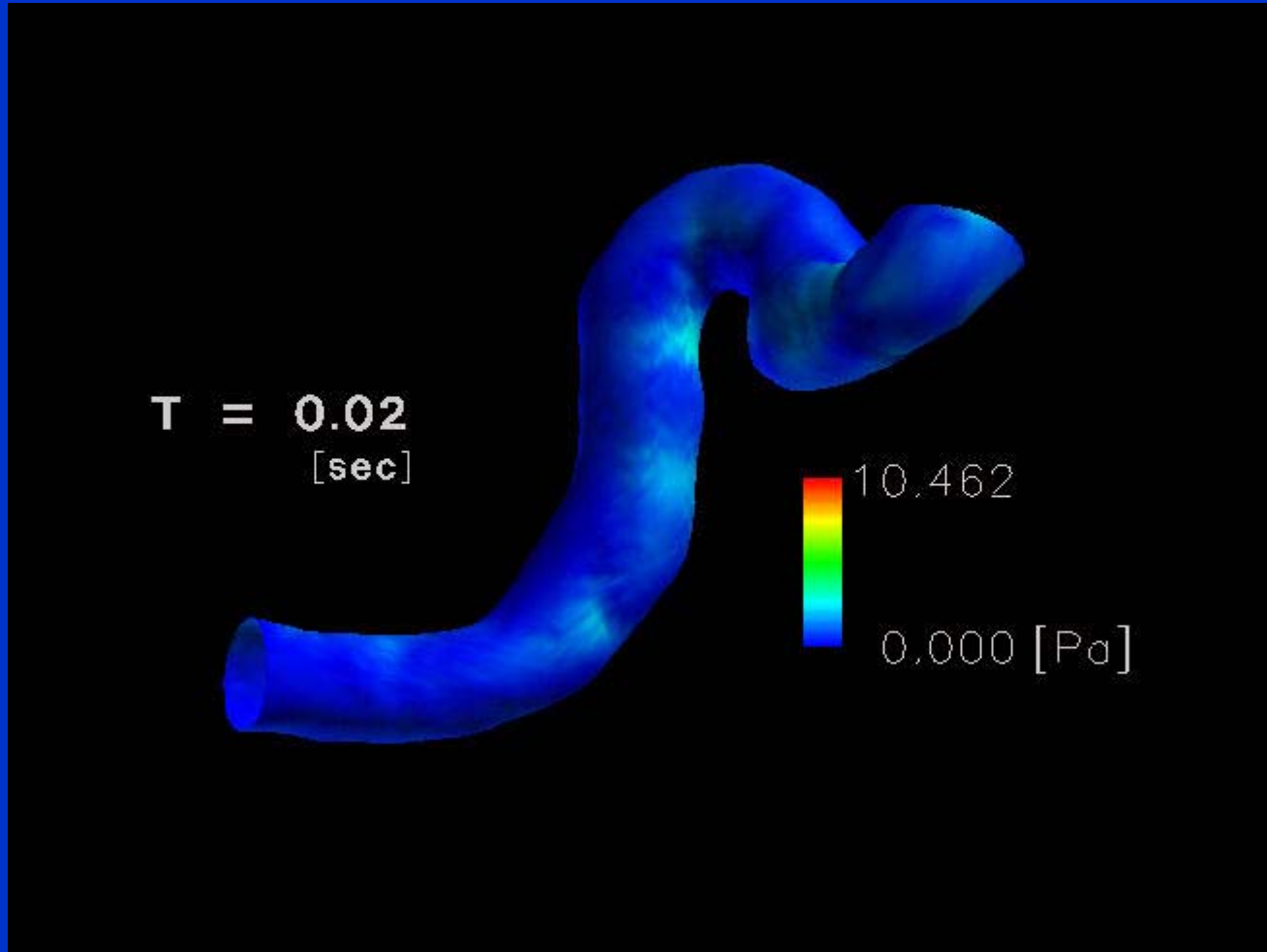


取り出された内頸動脈の3次元形状

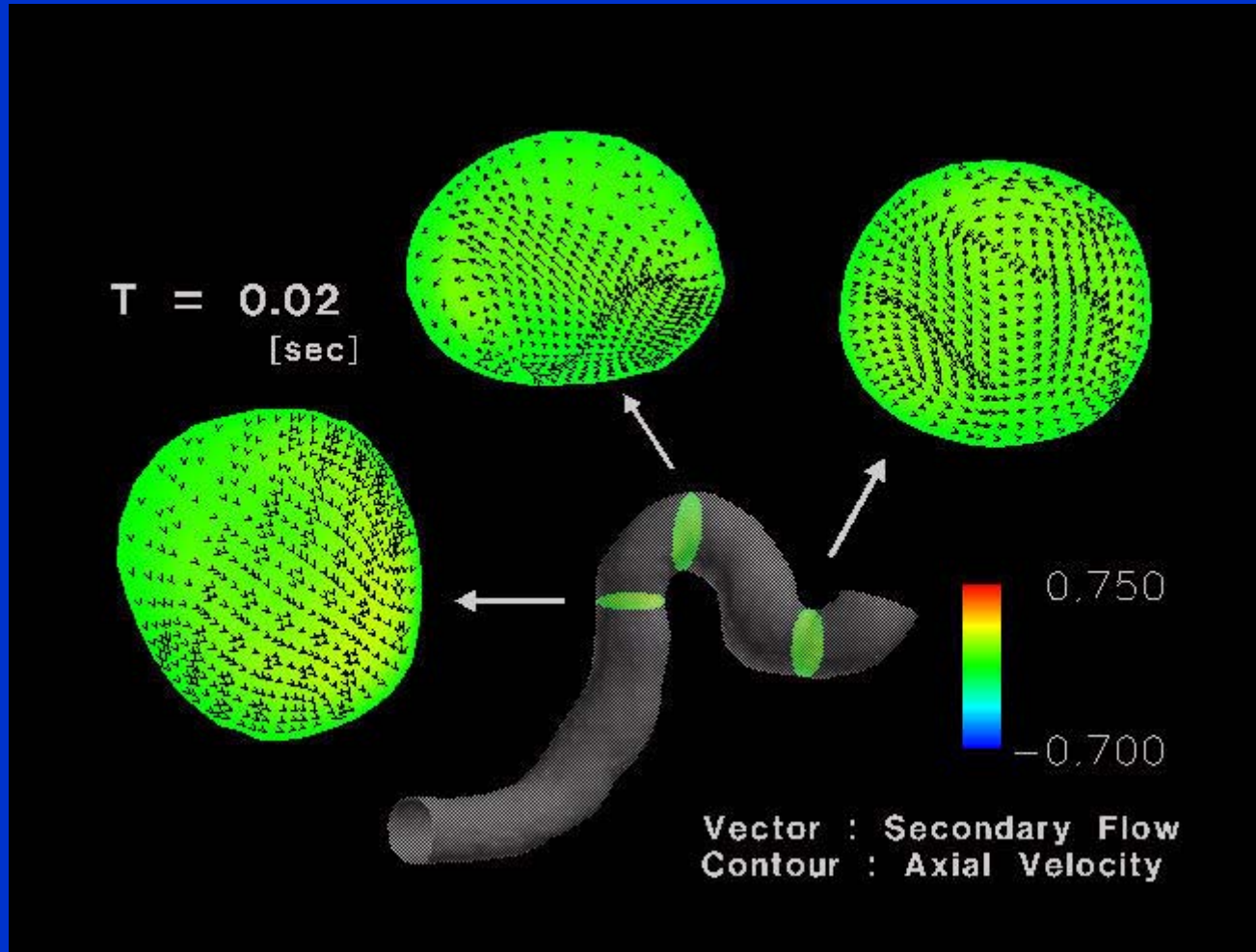


有限要素分割図

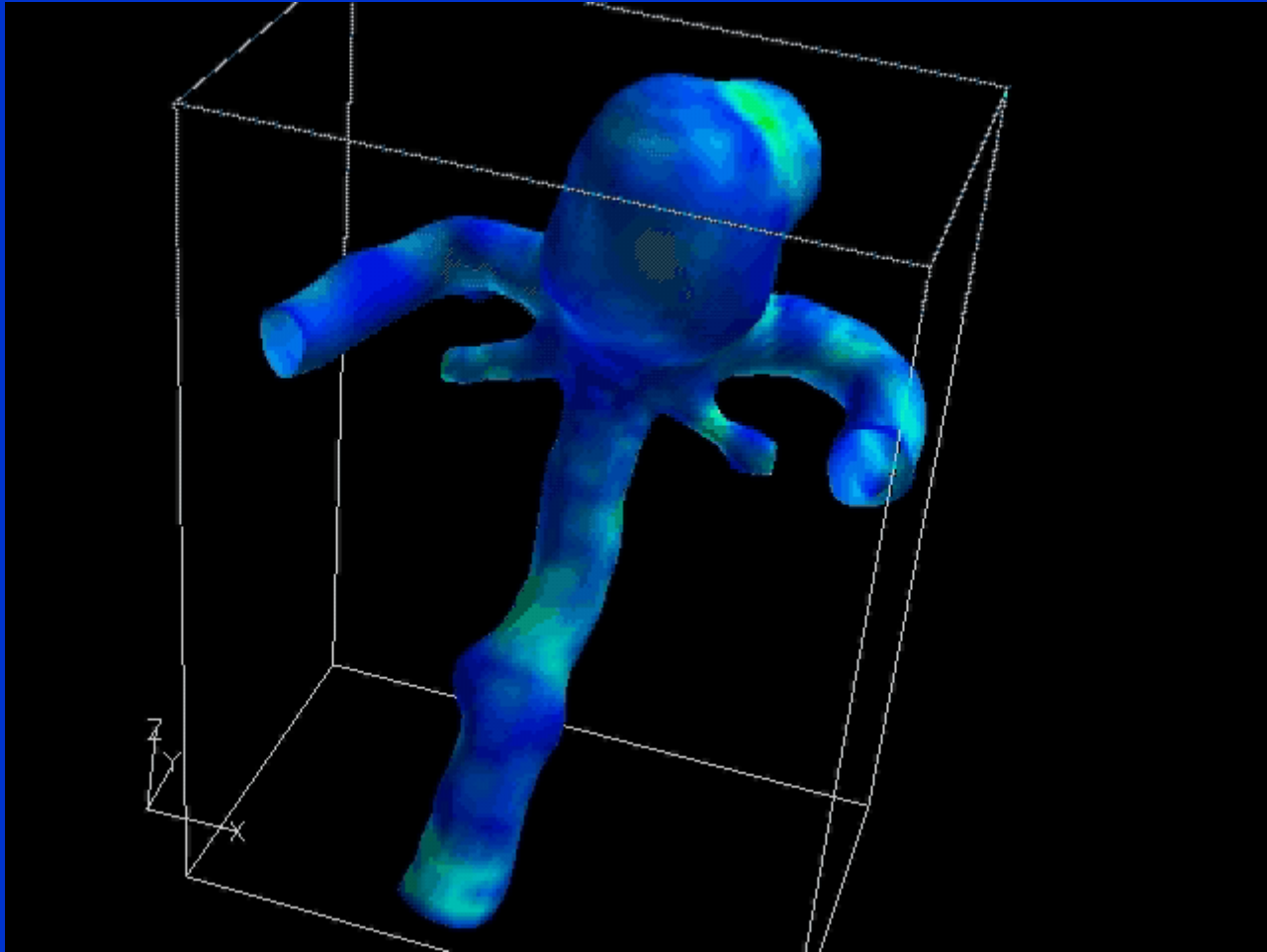
血液が血管の壁をこする力の分布



血管の中の血液の速度分布



脳底動脈瘤内のずり応力分布



流れはニュートン力学

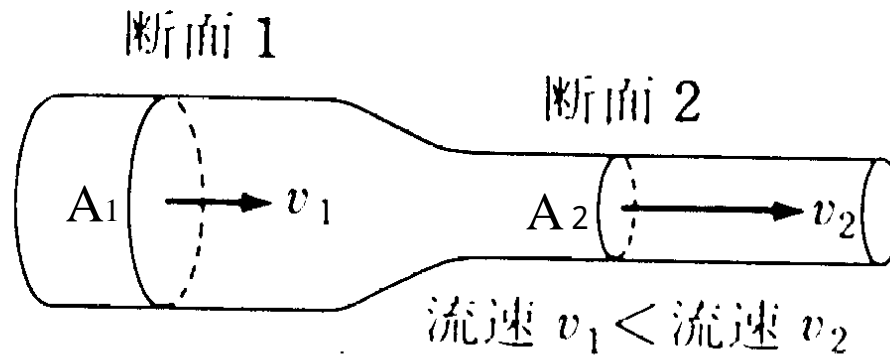
ニュートン力学とは

質量保存の法則

運動量保存の法則

エネルギー保存の法則

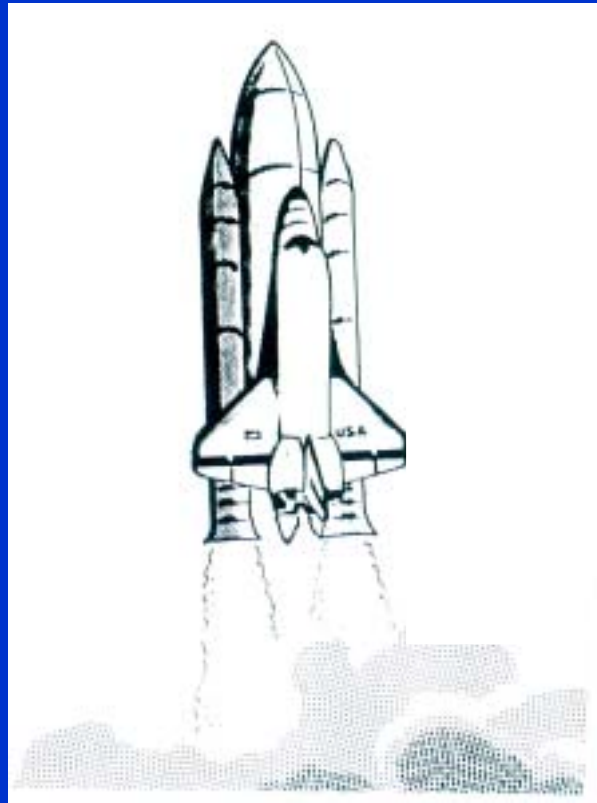
質量保存の法則



管の太さが変わっても各断面を単位時間に通る流体の質量（流量）は変化しない。

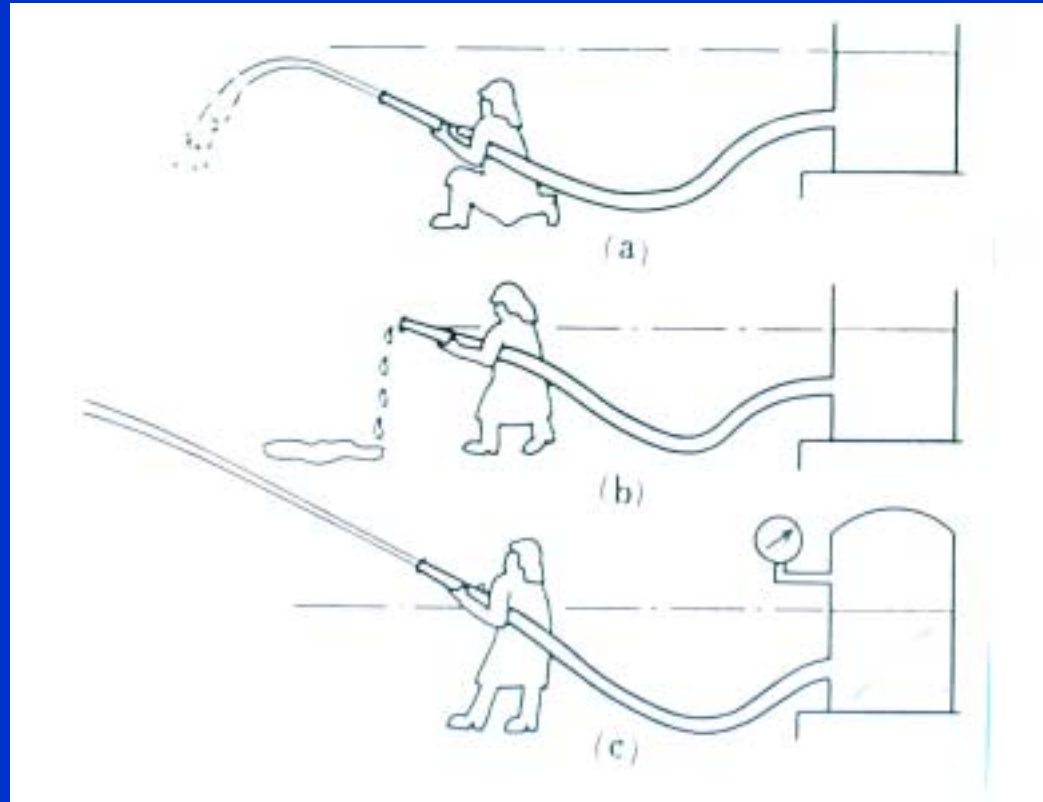
例：ホースから出る水

運動量保存の法則



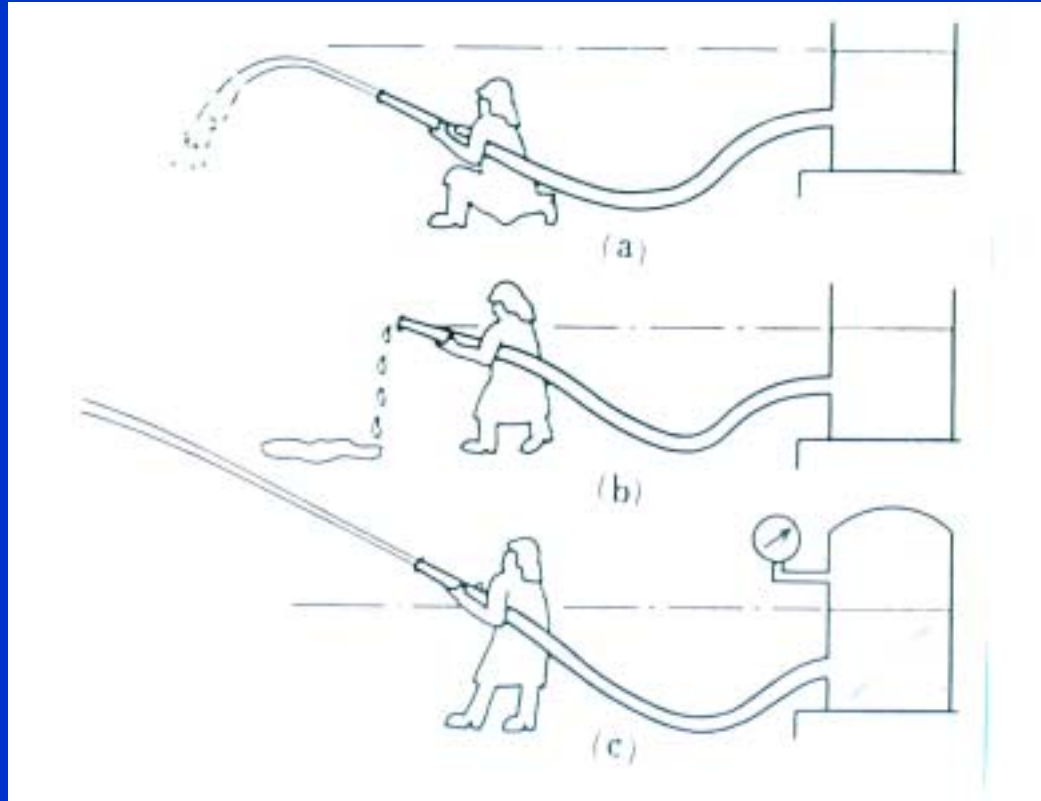
単位時間に質量 m のガスを速度 v で噴出すると、
ロケットは運動量 mv に等しい力を受けて上昇する。

エネルギー保存の法則



速度エネルギー + 位置エネルギー + 圧力のエネルギー = 一定

エネルギー保存の法則



速度エネルギー + 位置エネルギー + 圧力のエネルギー = 一定

$$\frac{1}{2}mv^2$$

$$mgh$$

$$PV$$