* 当研究室で生体に対する血流計測を実施しています
* 通常は対称の固定が必要
* 当研究室はそれが要らないように自動的に測定部位に移動するシステムを構築している
* そのためにカラー画像から血管を抽出プログラムが必要
* 機械学習で血管の外見を学習させることが検討されていますが，そのために血管の位置データが必要
* しかし，肉眼のみで血管の位置推定が難しい
* そこで，血管は赤外線を多く吸収するので
* 図に見えるように，赤外線を当てると血管は濃い線として見える
* この図から血管の位置を抽出して，機械学習のデータとして活用することが目的

谷の検出

* 濃い線を検出するには，まず画像を関数と考えます．
* 図のように，グラフをかくと線のところは谷になっていますから，谷を探せば，血管が検知できます．
* 各点の主曲率の主方向に一致した座標系(p，q)を使って，谷の頂点の特徴はこれらの式で表せる．
* ｑ方向の１次微分が０ということは極小値を意味し，２次微分が正ということは上に曲がることを意味している．
* 最後の式はｑ方向がｐ方向より大きく曲がるという意味

スケール空間

* しかし，谷の広さは一定ではないので，それだけでは足りません．
* そこで，もう１つパラメータ，スケール*t*を導入
* スケールは画像にかけるガウスフィルタの分散に相当するもので，大きければ大きいほど，画像が強くぼかされる．
* 図のように，tが小さいときほとんどノイズである狭い谷が検出されるが，ｔが大きいときその狭い谷が消えて，血管を含んだ広い谷が現れる．

谷強度

* 今見た通り，谷によって適切なスケールが異なる
* どの谷がどのスケールが適切か，判断するために，谷強度という概念を導入する
* 式のように谷強度は主曲率の絶対値に比例する
* この値は，（ｘ，ｙ）において，適切なスケールのとき極大になる
* 具体的には，異なるスケールの画像を重ねて，３次元の空間を作ります．ｔ方向の微分を計算して，式に満たす点は極大であることがわかる
* これらの図は異なるスケールで谷強度が極大になるところを表している
* 真ん中にある血管の太さは同じぐらいですから，だんだんスケールを変えると，そのスケールで検知するところも血管に沿って移る

谷の孤立化

* これをどう使うかというと，前説明した谷の頂点の定義と一緒に使って，両方を満たす点を谷の成分とします．
* 抽出した谷の成分のうち，ｔを含んだ３次元空間上でつながってものの集合ガンマを１本の谷とします．
* 最後に，今言った谷を構成する成分の集合ガンマそれぞれ谷強度を合計して，合計が大きい谷のみ抽出すれば，右図のようになります．
* 血管の一部しか抽出できなかったですが，その原因は対称性がない谷の頂点がスケールが大きいときずれるからです．
* この図の黒い線はスケールが小さいとき検知した谷の頂点，白い線はスケールが大きいとき検知した谷の頂点ですが，抽出できなかったところは谷がずれているのが見えます．