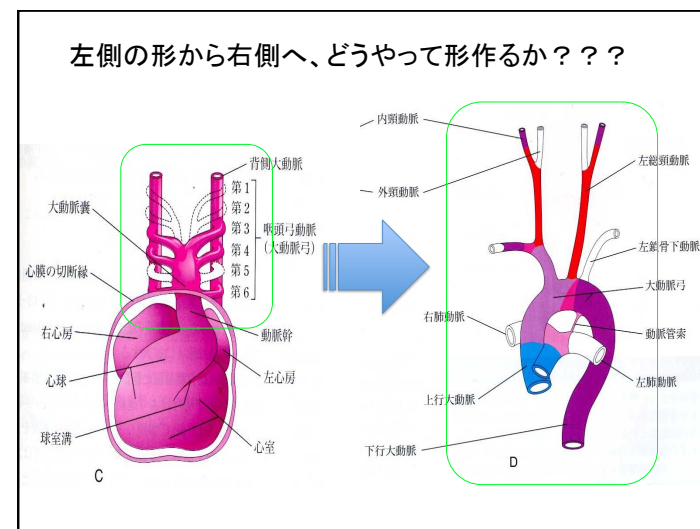
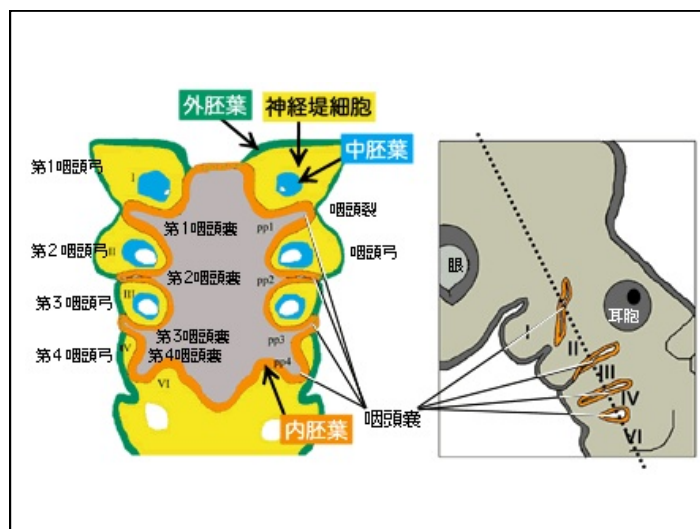
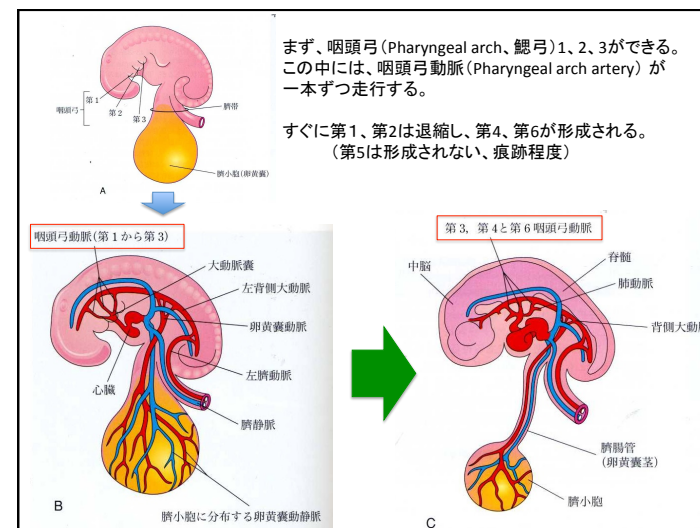
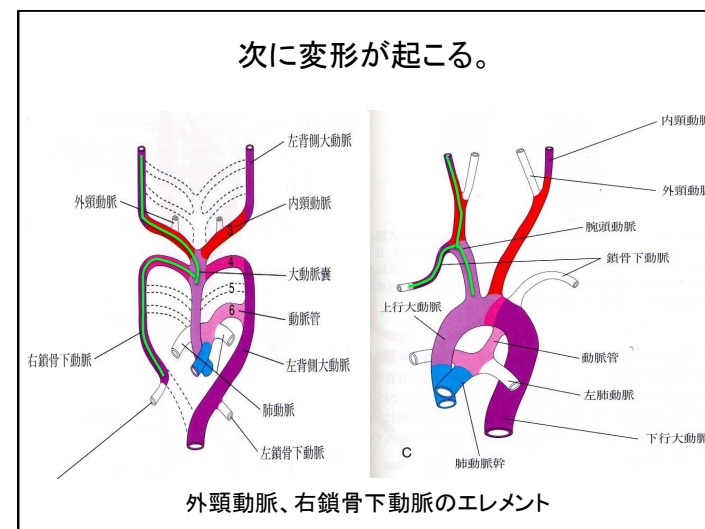
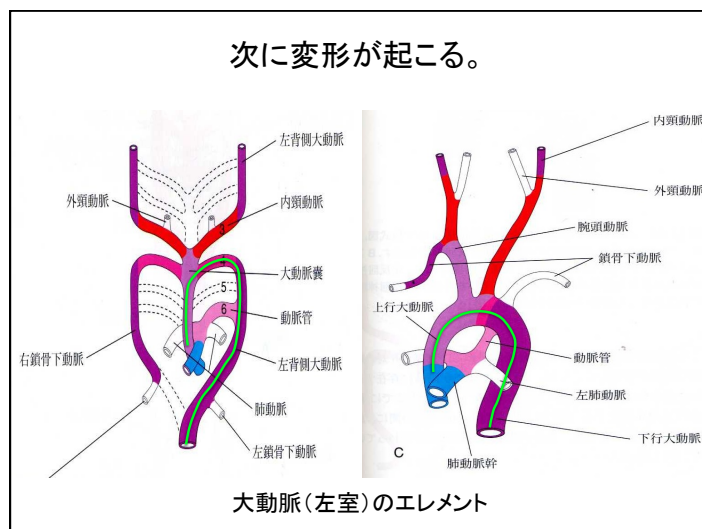
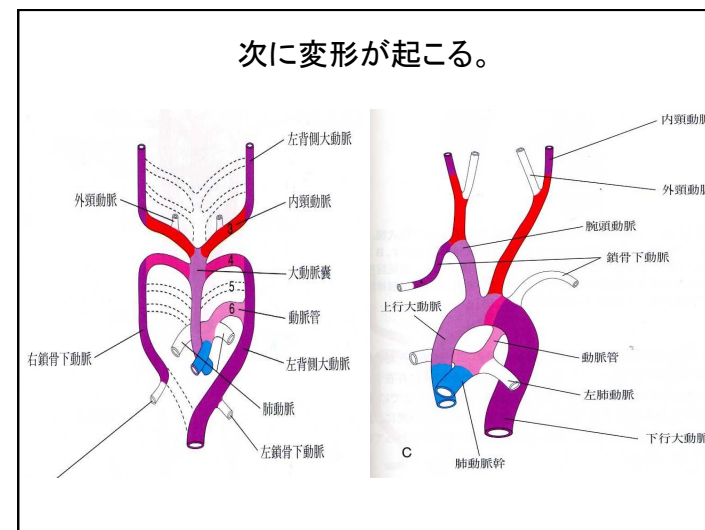
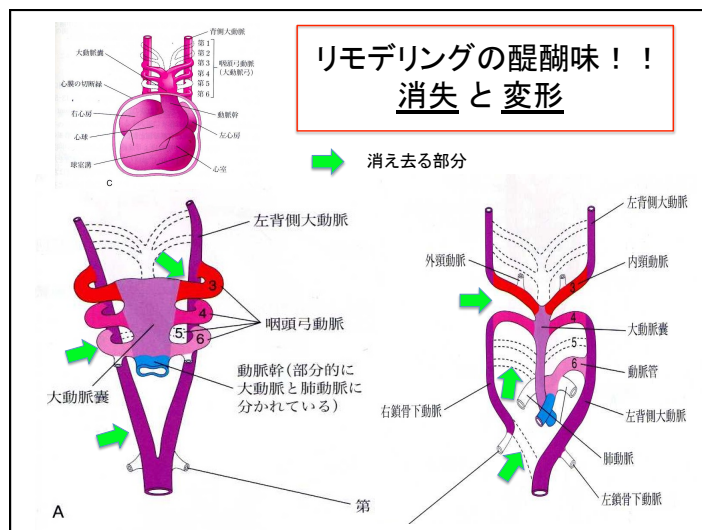
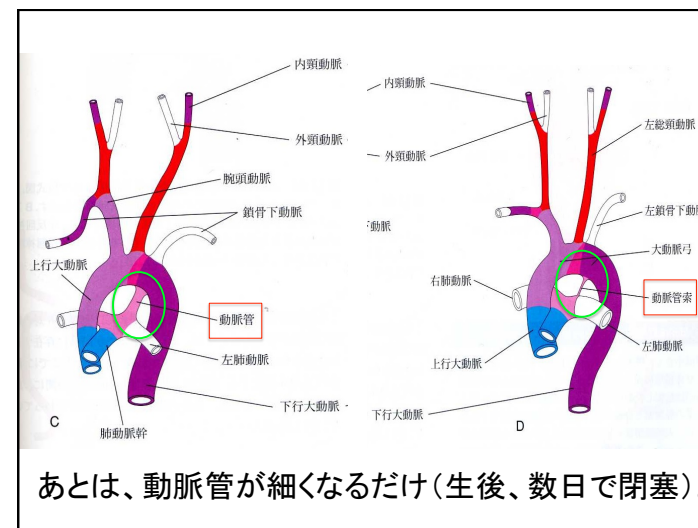
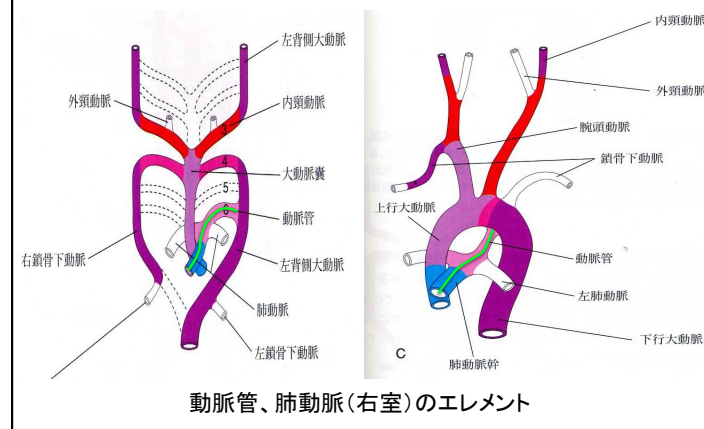


心臓発生 その2

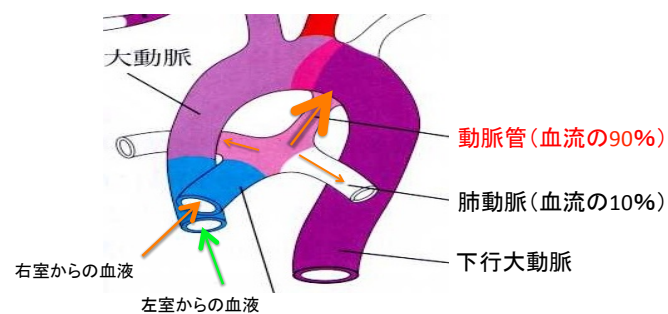




次に変形が起こる。



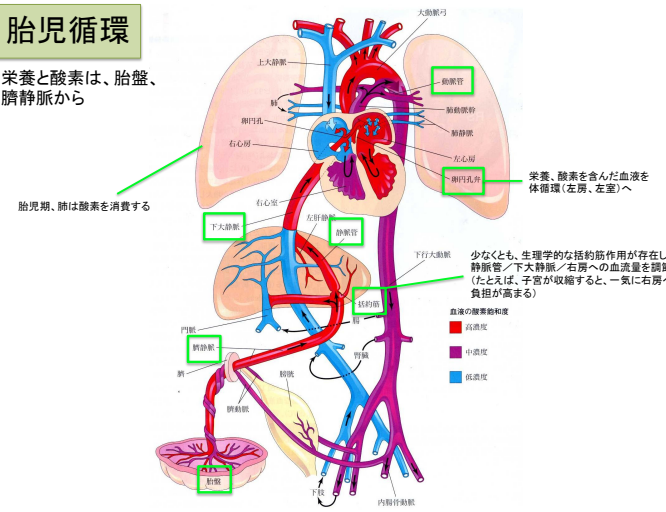
胎児期、動脈管の生理的意義は？



肺呼吸をしていない胎児では、肺が充分拡張しておらず、肺血管抵抗が高い。したがって、肺動脈への血流は少なく、未熟な肺を循環の過負荷から保護する。ただし、動脈管が開存していると血流も多く、左室循環系の負荷が右室にかかっている。この右室への負荷により、右室は発達し、生後に始まる肺循環の準備をしている。

胎兒循環

栄養と酸素は、胎盤、
臍静脈から



心臓のエネルギー問題

一拍で、約 1mmol の ATP 相当。
1分間で数モルのATPを消費する。
(ちなみに、脳は、脳組織 1g あたり 15mmol/min
@覚醒時)

骨格筋の ATP 濃度は、平均 0.6M
これは、激しい運動時、10～15秒で枯渇する。

胎児:嫌氣的、Glucose がエネルギー源(非効率)

エネルギー代謝のスイッチは???

出生後:好氣的、脂質がエネルギー源

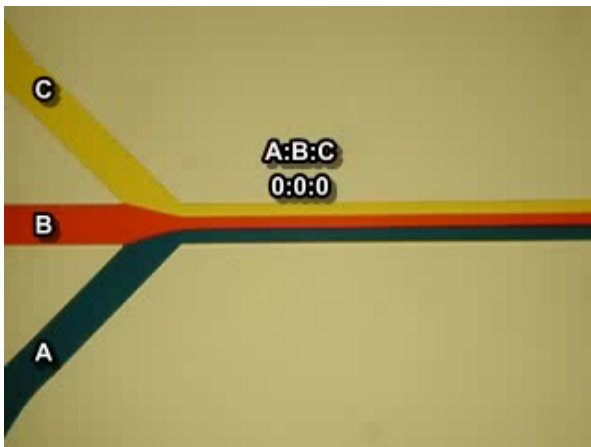
心不全:胎児型に代謝が変わる。なぜ???

流れの問題

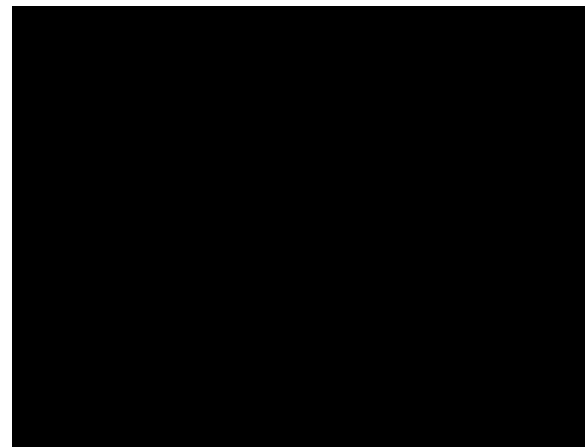
レイノルズ数

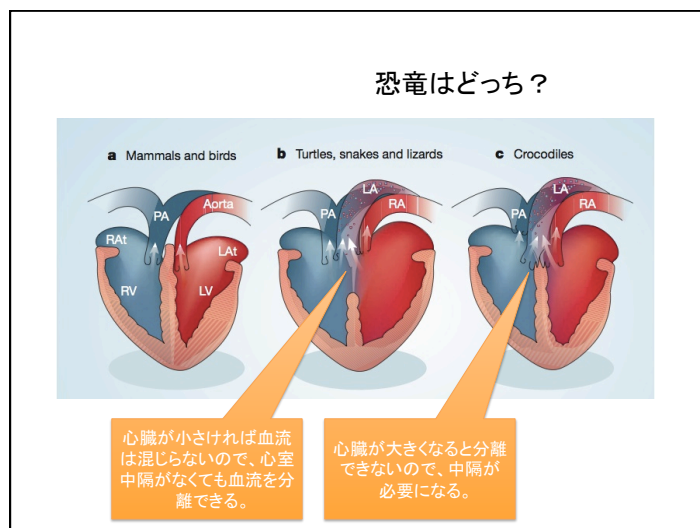
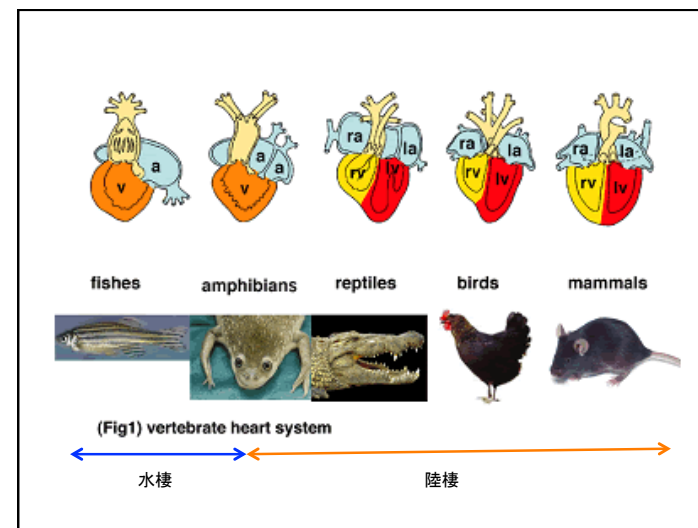
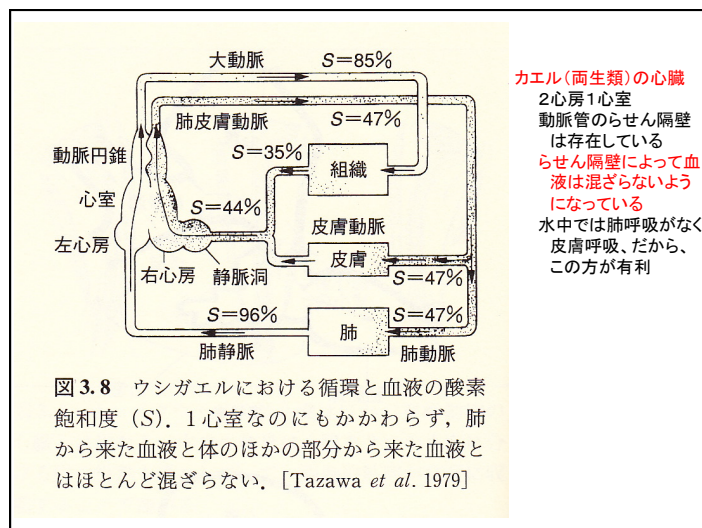
慣性力と粘性力の比
層流(低レイノルズ数)
乱流(高レイノルズ数)

<https://www.youtube.com/watch?v=g2EqmmsG17k>



<https://www.youtube.com/watch?v=k7ZZtdtmeQ>





流れの効率性

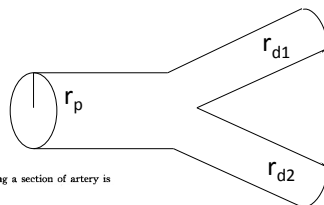
血管の形態

定常流が良いのか？
拍動流が良いのか？

血管形態の最適解???

Murray's Law

$$r_p^3 = r_{d1}^3 + r_{d2}^3$$



or blr^4 . The total work, E , involved in operating a section of artery is then given by the equation

$$E = pf + bvol. = \frac{f^2 l 8 \eta}{\pi r^4} + bl\pi r^2. \quad (2)$$

Now the condition for maximum economy of work, given the flow, f , and the length, l , of some arterial section, is that the total work, E , shall be a minimum. We have then two variables, E , and the radius, r . Differentiating and equating to zero, we obtain:

$$\frac{dE}{dr} = -\frac{4f^2 l 8 \eta}{\pi r^5} + 2bl\pi r = 0 \quad (3)$$

and, therefore,

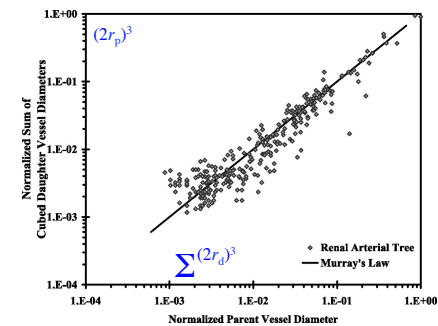
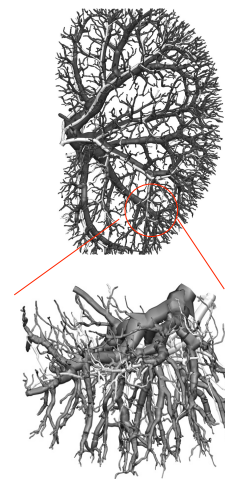
$$b = \frac{2f^2 8 \eta}{\pi^2 r^3}. \quad (4)$$

$$\frac{f_p^2}{r_p^6} = \left[\frac{f}{r^3} \right]^2 = \frac{b\pi^2}{16\eta} = \text{constant}$$

$$f_p = f_{d1} + f_{d2}, \quad \frac{f_p}{r_p^3} = \frac{f_{d1}}{r_{d1}^3} = \frac{f_{d2}}{r_{d2}^3}$$

Therefore, $r_p^3 = r_{d1}^3 + r_{d2}^3$ (PNAS 12, 207, 1926)

Murray's Law in Renal Vasculature



Am J Physiol Heart Circ Physiol 291, H296, 2006

無数の心筋細胞は、どうやって同期するようになるか？

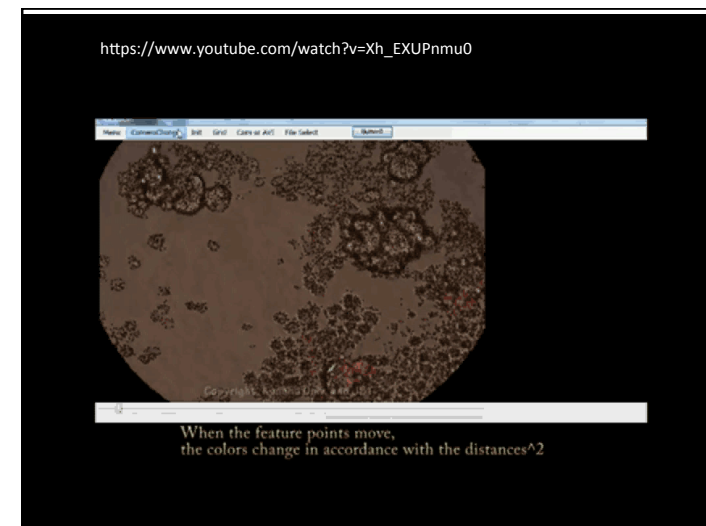
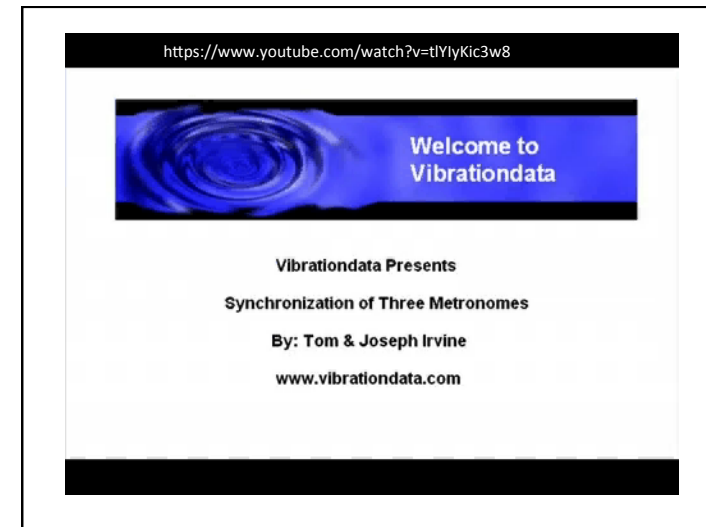
同期するホタル

同期するメトロノーム

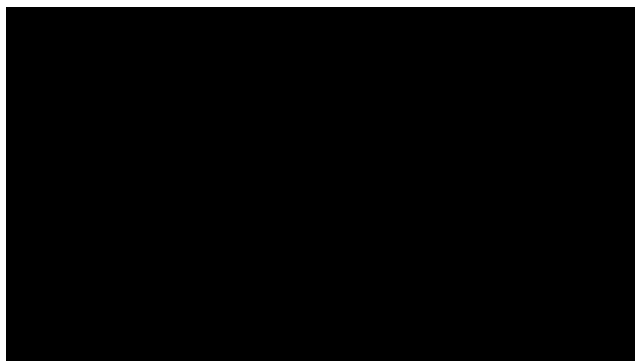
無数のホタルが同期して明滅する!!!



<https://www.youtube.com/watch?v=sROKYelaWbo>



Meandering (曲がりくねり)



<https://www.youtube.com/watch?v=CMYISqxS3K4>

Meandering (曲がりくねり)



Meandering (曲がりくねり)

