

システムとは… (その1)

システム system

- いくつかの構成要素からなる。

サブシステム

地球システム：気圏、水圏、岩圏、生物圏

岩圏 [サブシステム] → 地殻、マントル、核、…

属性…温度、圧力、など

—ある時間におけるシステムの状態を特徴づけるもの—

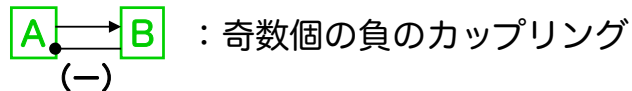
- 構成要素は相互に作用する。

カップリング coupling

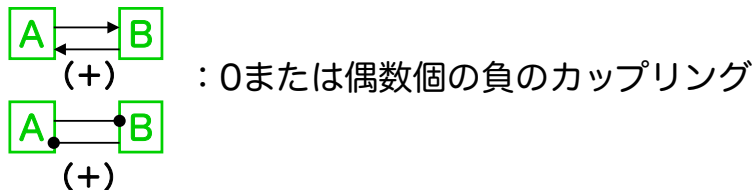
システムの状態の変化を感じ、応答する

フィードバックループ feedback loop

- ◆負のフィードバックループ *negative feedback loop*
…変化の影響を減じるように働く



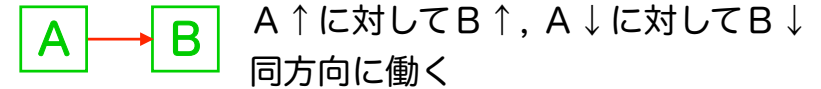
- ◆正のフィードバックループ *positive feedback loop*
…変化の影響を増長するように働く



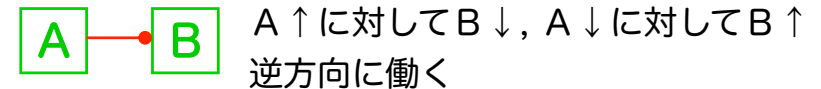
システム system

- 構成要素は相互に作用する。

カップリング coupling



正のカップリング *positive coupling*



負のカップリング *negative coupling*

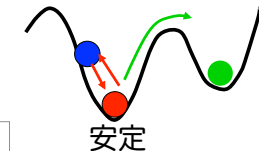
システムを特徴づける状態

平衡状態 equilibrium state

- 負のフィードバックループ
…変化の影響を減じるように働く

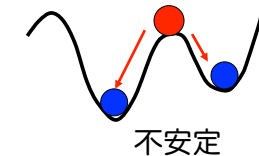
変動を受けても元の状態に戻ろうとする
「安定な平衡状態」

但し、大きな変動に対しては新たな平衡状態に移る
(安定な平衡状態には限界がある！)



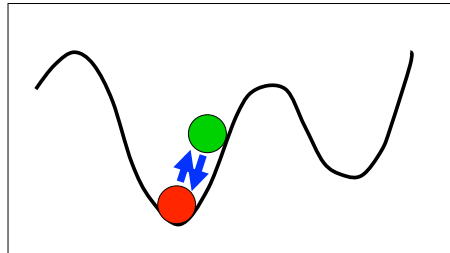
- 正のフィードバックループ
…変化の影響を増長するように働く

わずかな変動で異なる平衡状態に移る
「不安定な平衡状態」

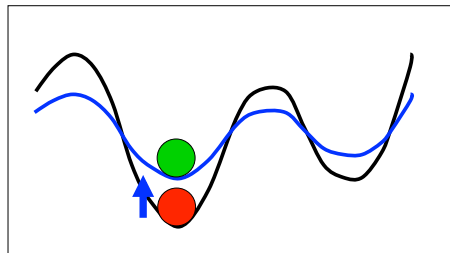


システムに影響を与える変動

- ・ 短期、一時的：
擾乱 perturbation

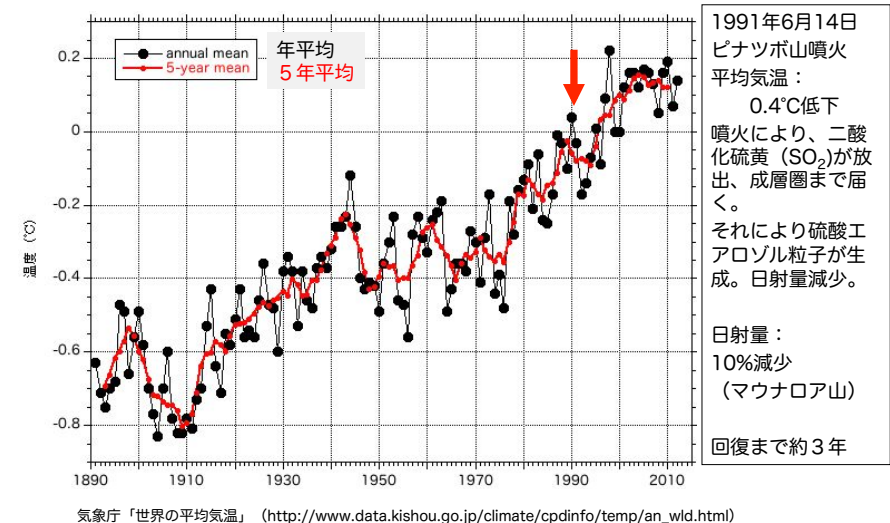


- ・ 長期、持続的：
外力 forcing



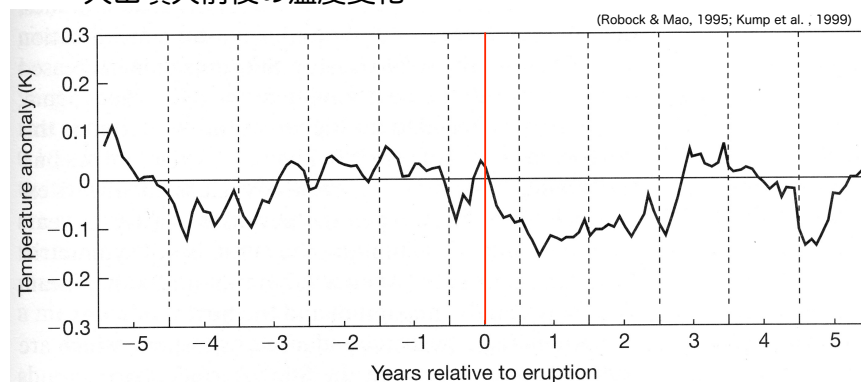
擾乱：火山噴火と地表温度変化

世界の平均気温の変動 [平均(1981-2010)からの偏差]



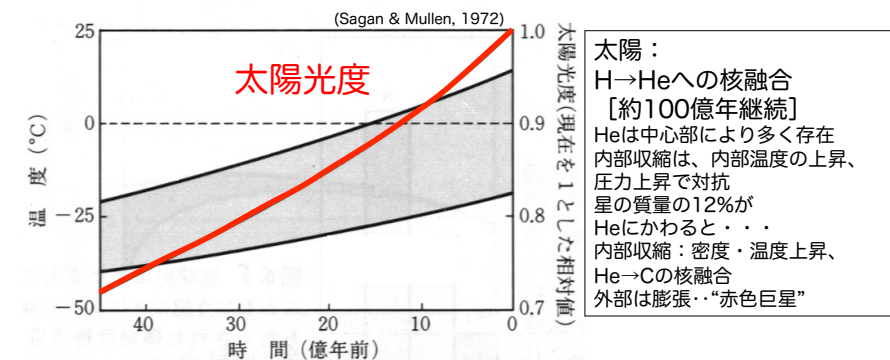
火山活動と地表温度変化

火山噴火前後の温度変化



クラカウ山：1883年 サンタマリア山：1902年 カトマイ山：1919年
アグン山：1963年 エルチヨン山：1982年

外力：太陽光度の地球史的变化



$$\text{太陽光度} : L(t) = L^* / \{1 + 0.4(1 - t/t^*)\}$$

t : 太陽の形成以来の年代

t* : 現在の太陽の年齢

L* : 現在の太陽の光度 (Gough, 1981)