粘菌アメーバコンピュータ：巡回セールスマン問題

バウンスバック制御 (詳細追記180427)

Normalized Area of Amoeba Branch in Lane Vk:

$X_{Vk}(t) \in [0.0,1.0]$,

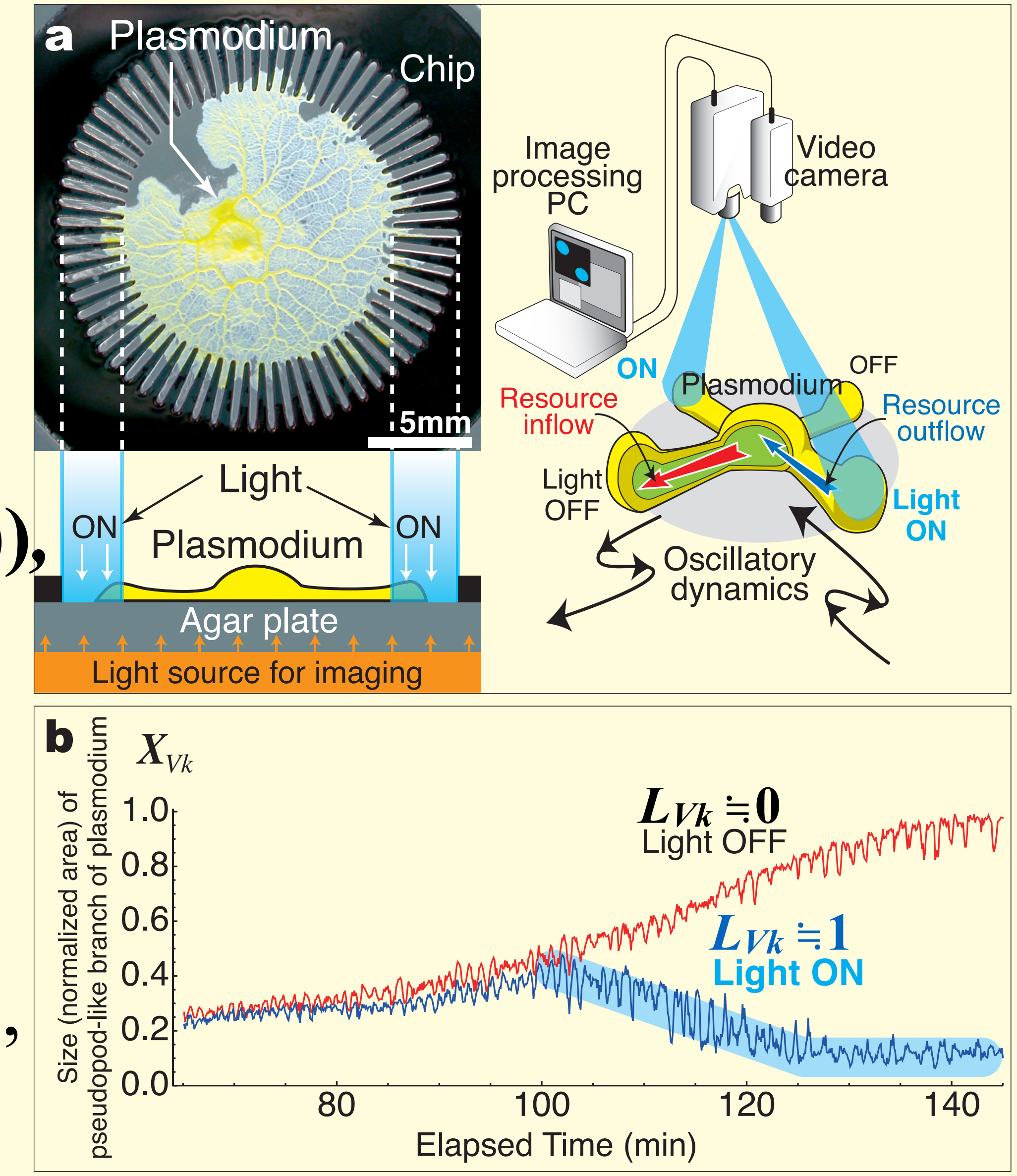
where Vk indicates that **city** V is visited in the kth order.

Bounceback (Light) Signal $L_{Vk} \in [0.0,1.0]$:

$$L_{Vk}(t+\Delta t) = 1 - \sigma_{1000,-0.5}\left(\sum_{Ul} W_{Vk,Ul} \cdot \sigma_{35,0.6}(X_{Ul}(t))\right),$$

$$\sigma_{\gamma,\theta}(X) = 1/(1+\exp(-\gamma \cdot (X-\theta))) \in [0.0,1.0],$$

$$W_{Vk,Ul} = \begin{cases} -\lambda & (\text{if } V = U \text{ and } k \neq l), \\ -\mu & (\text{if } V \neq U \text{ and } k = l), \\ -\nu \cdot dist(V,U) & (\text{if } V \neq U \text{ and } |k-l| = 1), \\ 0 & (\text{otherwise}), \end{cases}$$



where the **sigmoid function σ** with parameters γ and θ controls the sensitivity. The **coupling weight $W_{Vk,Ul}$ ($= W_{Ul,Vk} < 0$)**, which is defined with parameters $\lambda=0.5$, $\mu=0.5$, ν ($< \nu^*$ [upper limit]), and the **distance between cities V and U**.

$\nu^* = -\theta/(dist(V^*,V'^*)+dist(V'^*,V''^*))$ is obtained numerically, where $\theta = -0.5$ and $\{V^*,V'^*,V''^*\} = \mathrm{argmax}_{\{V^*,V'^*,V''^*\}}(dist(V^*,V'^*)+dist(V'^*,V''^*))$.

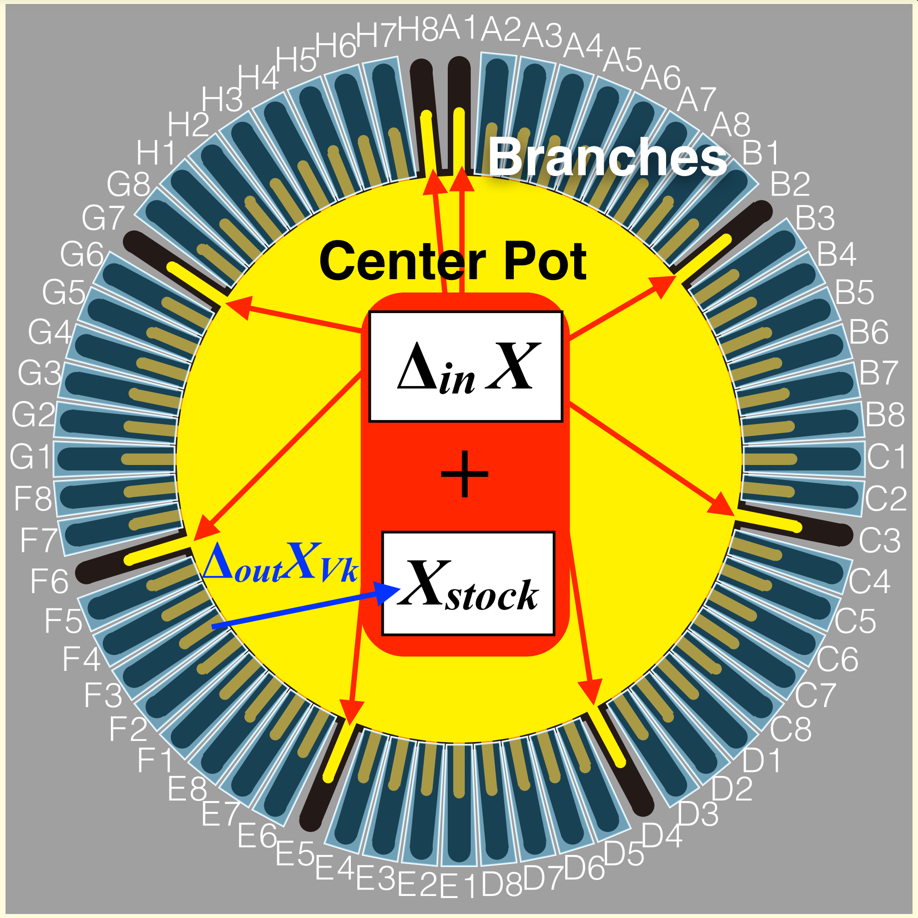
粘菌アメーバコンピュータ：巡回セールスマン問題

モデル: AmoebaTSP (誤記訂正180504)

Normalized Area of Amoeba Branch in Lane Vk:

$$X_{Vk}(t+\Delta t) = \begin{cases} X_{Vk}(t) - \Delta_{out} X_{Vk}(t+\Delta t) + \xi_{Vk}(t), & (\text{if } L_{VK}(t+\Delta t) > 0.5 \text{ Light ON}) \\ X_{Vk}(t) + \Delta_{redist} X_{Vk}(t+\Delta t) + \xi_{Vk}(t), & (\text{if } L_{VK}(t+\Delta t) \leqq 0.5 \text{ Light OFF}), \end{cases}$$

where $\Delta_{redist} X_{Vk}$ is the redistribution from the center pot, and $\xi_{Vk} \in [-\varepsilon,\varepsilon]$ with ε=.03 is random white noise.



Resource Redistributed from the Center Pot:

$$\Delta_{redist} X_{Vk}(t+\Delta t) = \begin{cases} (\Delta_{in} X + X_{stock}(t))/LightOFF(t+\Delta t) & (\text{if } LightOFF(t+\Delta t) > 0), \\ 0 & (\text{if } LightOFF(t+\Delta t) = 0), \end{cases}$$

$$X_{stock}(t+\Delta t) = \begin{cases} 0 & (\text{if } LightOFF(t+\Delta t) > 0), \\ X_{stock}(t) + \sum_{Vk} \Delta_{out} X_{Vk}(t+\Delta t) + \Delta_{in} X & (\text{if } LightOFF(t+\Delta t) = 0), \end{cases}$$

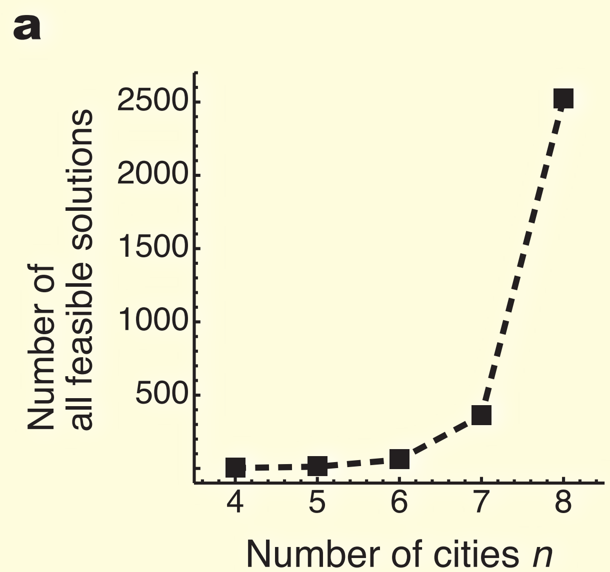
$$\Delta_{out} X_{Vk}(t+\Delta t) = \begin{cases} 2 \cdot \Delta_{out} X \cdot \sigma_{20,0.6}(X_{Vk}(t)) & (\text{if } L_{VK}(t+\Delta t) > 0.5 \text{ Light ON}), \\ 0 & (\text{if } L_{VK}(t+\Delta t) \leqq 0.5 \text{ Light OFF}), \end{cases}$$

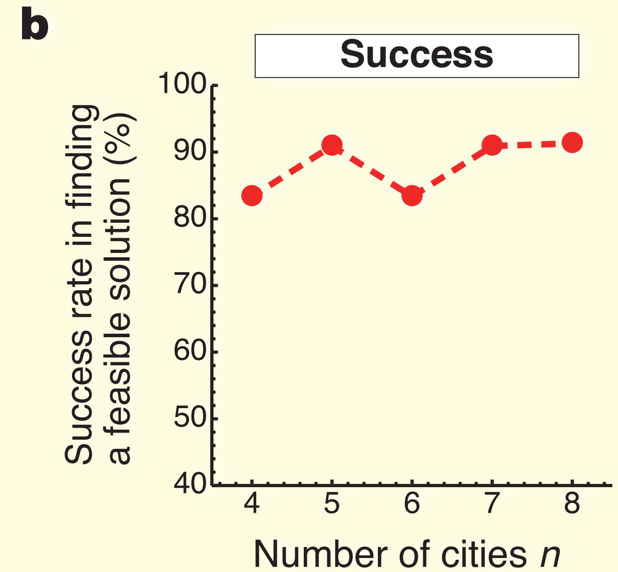
where $\Delta_{in} X$ is the resource inflow rate that is supplied from the center pot to branches, X_{stock} is the resource stocked in the pot, $LightOFF$ is the number of uninhibited lanes, $\Delta_{out} X_{Vk}$ is the outflow from branch Vk that accumulates with a rate adjusted by $\Delta_{out} X$.

粘菌アメーバコンピュータ：巡回セールスマン問題

実験

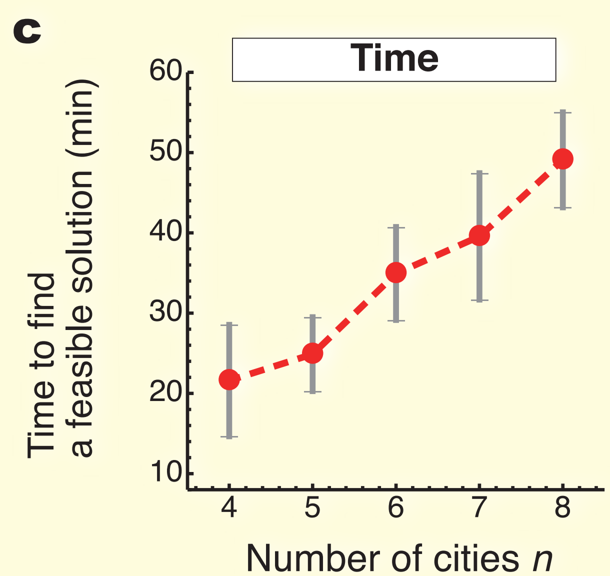
解空間のサイズ
(可能なルートの数)は
指数関数的に成長する

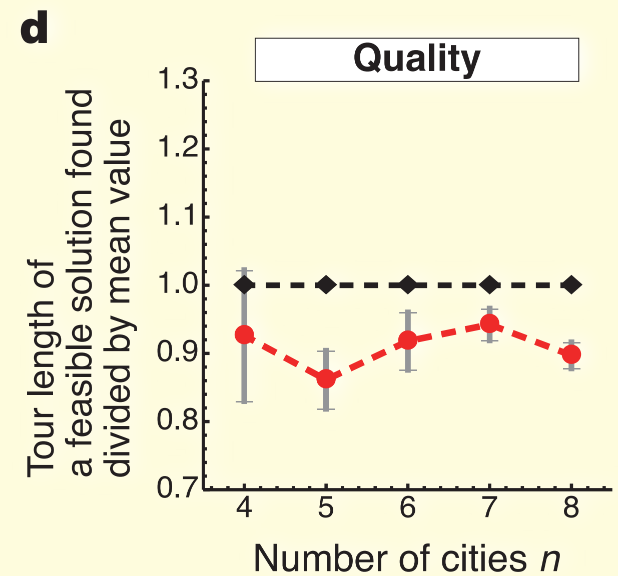




高確率で計算停止
(可能なルートの発見)
に成功した

解到達に要する時間
はどのように成長するか？
→Nの(ほぼ)線形関数
　に抑えられた！





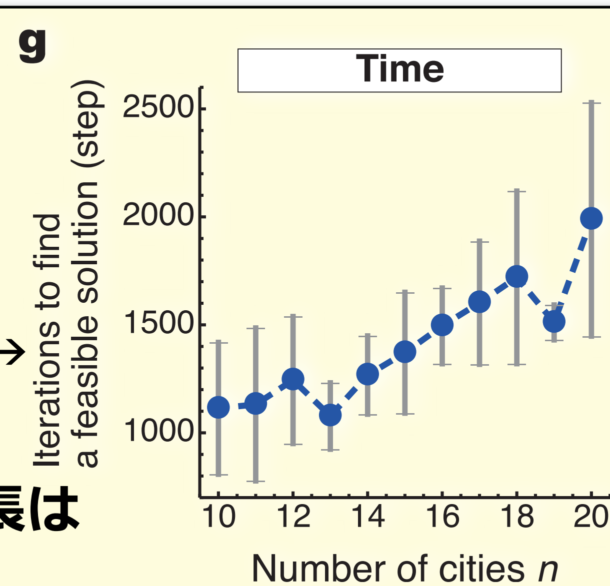
粘菌はどの程度の質
(ルート長の短さ)
の解を発見できるか？
→ そこそこ良い解を発見し、
　その質を劣化させること
　なく維持できた

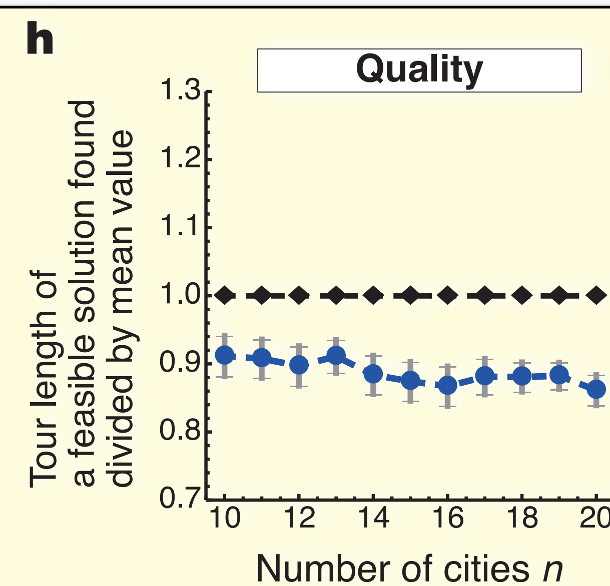
モデル: AmoebaTSP

実験結果を大体再現できた

ただし、
反復回数(単位:ステップ)→
であることに注意！

ランタイム(単位:秒)の成長は
Nの５次関数となっていた





解釈：
一定レートでリソースを
再配分できるような
ダイナミクスをもつデバイス
(ex. アナログ電子回路？)
で物理的に実装すれば、
線形時間でそこそこ良い解
を導出できる！