

演化動態

Fitness: 物種繁殖的速度

Payoff: 個體遭遇其他個體時的獲利

Frequency: 物種在所有生物中的比例

$$\phi \equiv \sum_i f_i x_i \quad \text{平均 fitness}$$

Replicator Equation: $\frac{dX_i}{dt} = f_i X_i \rightarrow \frac{dx_i}{dt} = f_i x_i - \phi x_i$

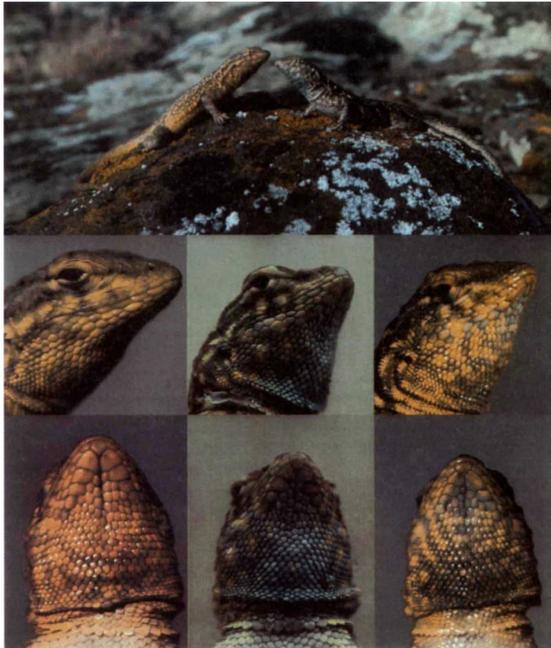
Payoff matrix: $P_{i,j}$

$$f_i = \sum_j P_{i,j} x_j$$

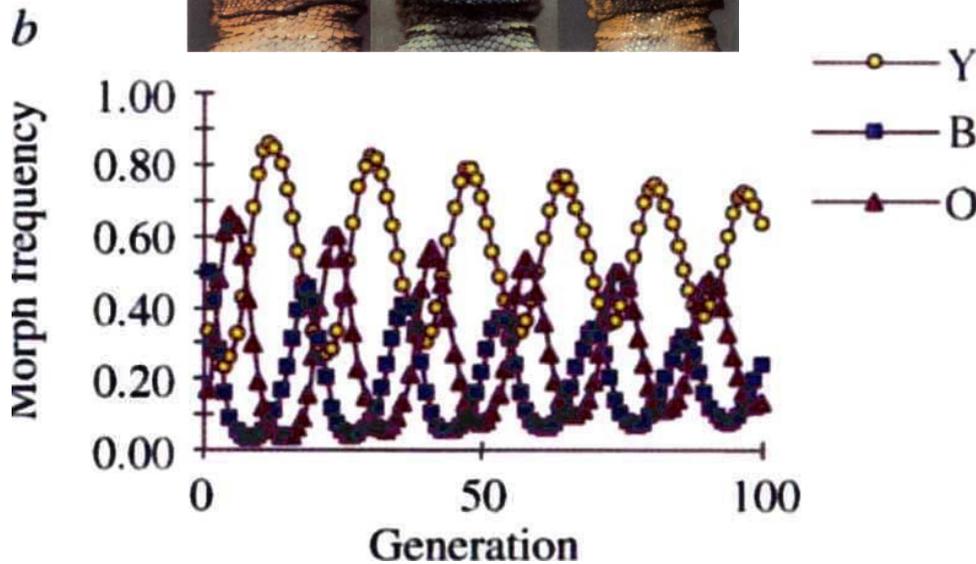
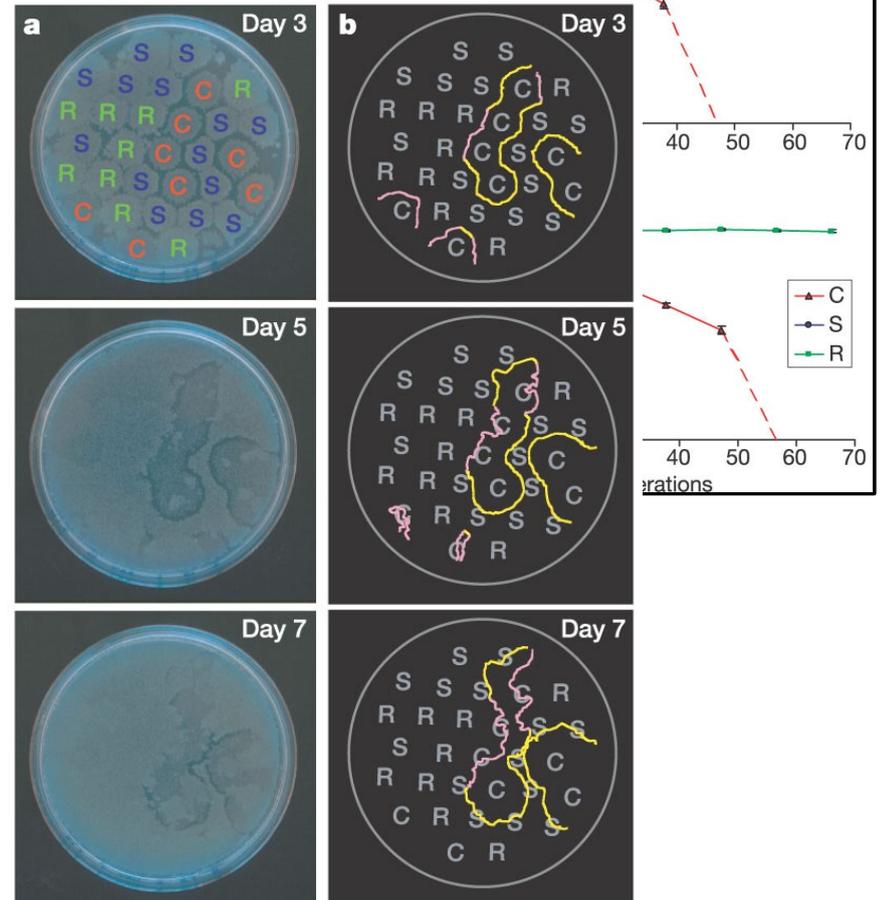
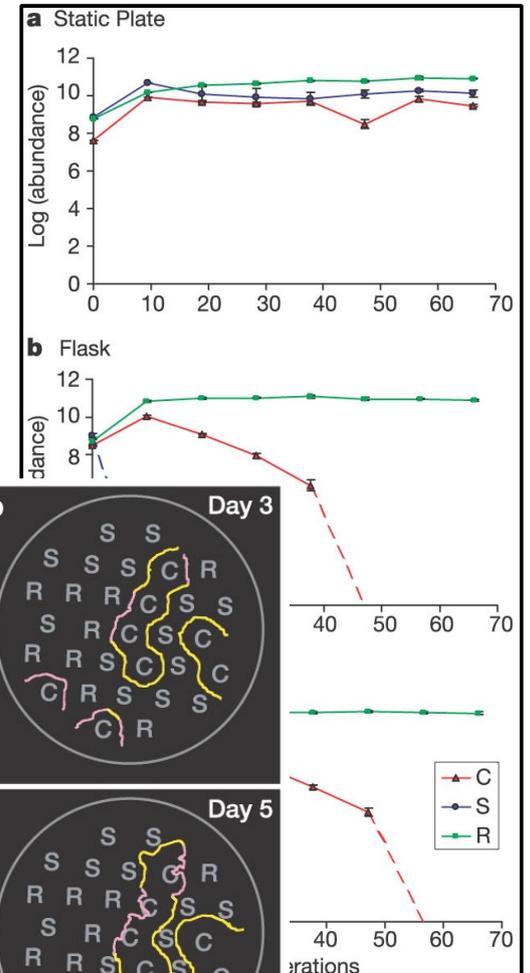
 $\frac{dx_i}{dt} = \sum_j \sum_k (P_{i,j} - P_{j,k}) x_i x_j x_k$ 三階齊次式

- 從解析的角度看全域平均的變數是自然的簡化。但從模擬程序的觀點，個體與個體的作用是比较直觀的實作。
- 對方程式中的 **global variable**，我們可以找出其 **agent-based** 的 **interpretation** 來回推它的 **local dynamics**。
- 不同的 **local dynamics** 可能造成相同的 **global**，**mean-field** 的方程式。

Cyclic competition



Kerr *et al* 2002

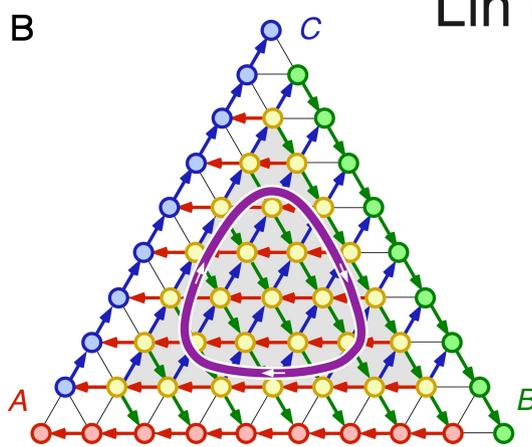
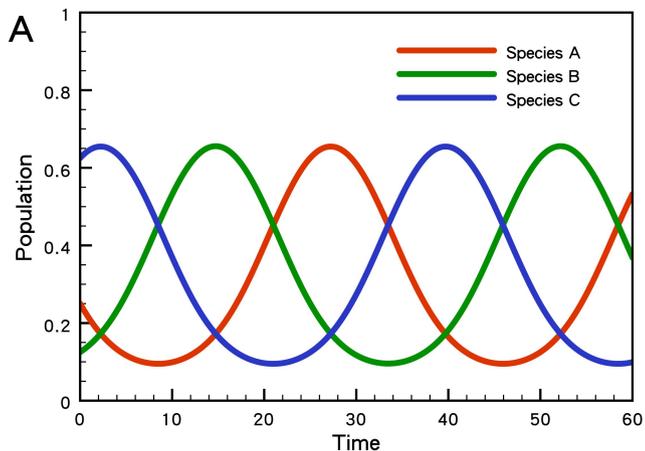


Sinervo and Lively 1996

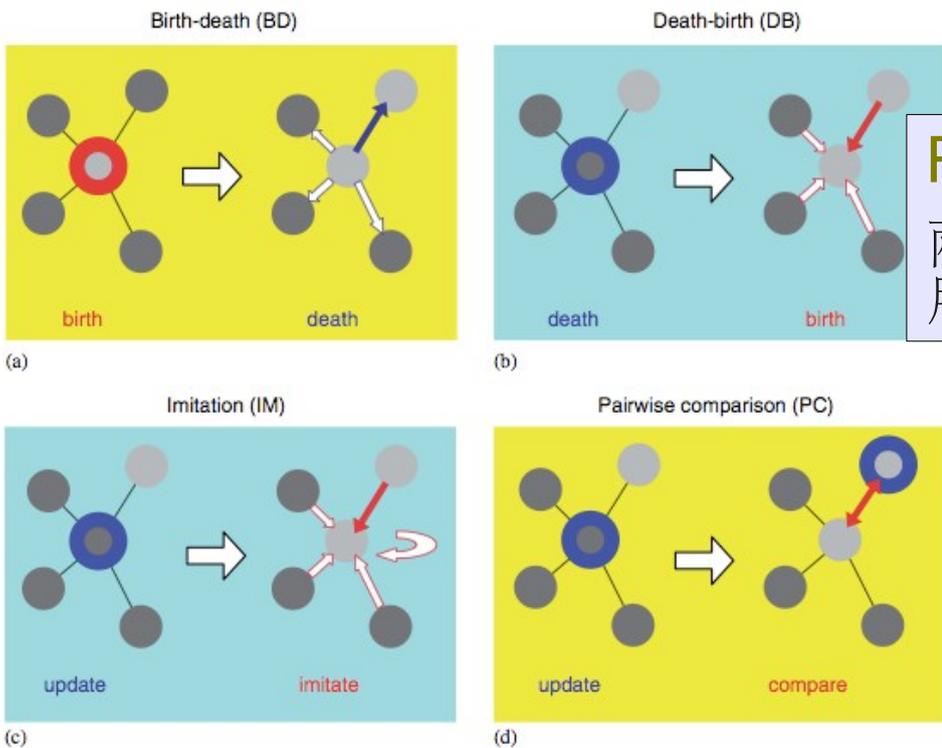
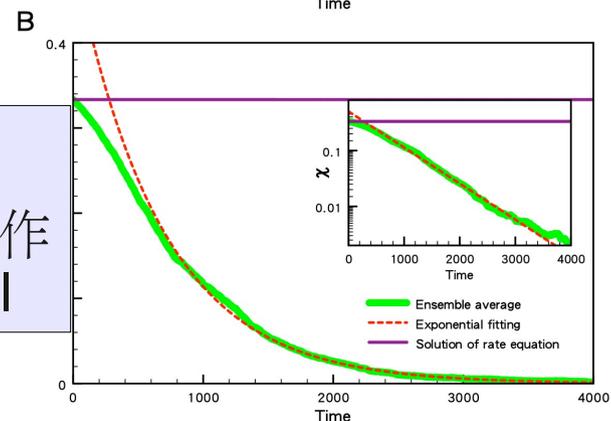
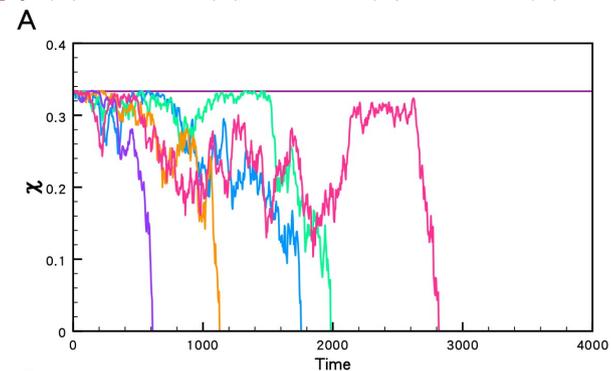
Reference-Gamble-Birth 模型

有限系統中生物多樣性的喪失

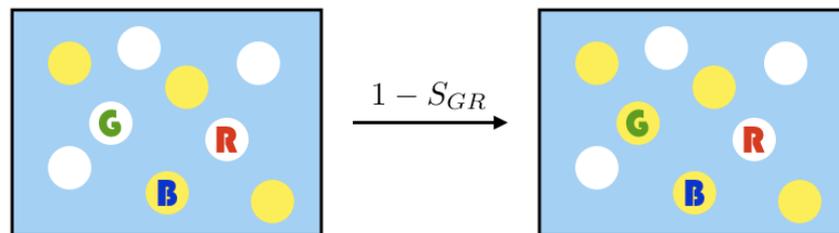
Lin et al arXiv:1005.4335v1



$$\chi(t) = a(t)^{k_{bc}} b(t)^{k_{ca}} c(t)^{k_{ab}}$$

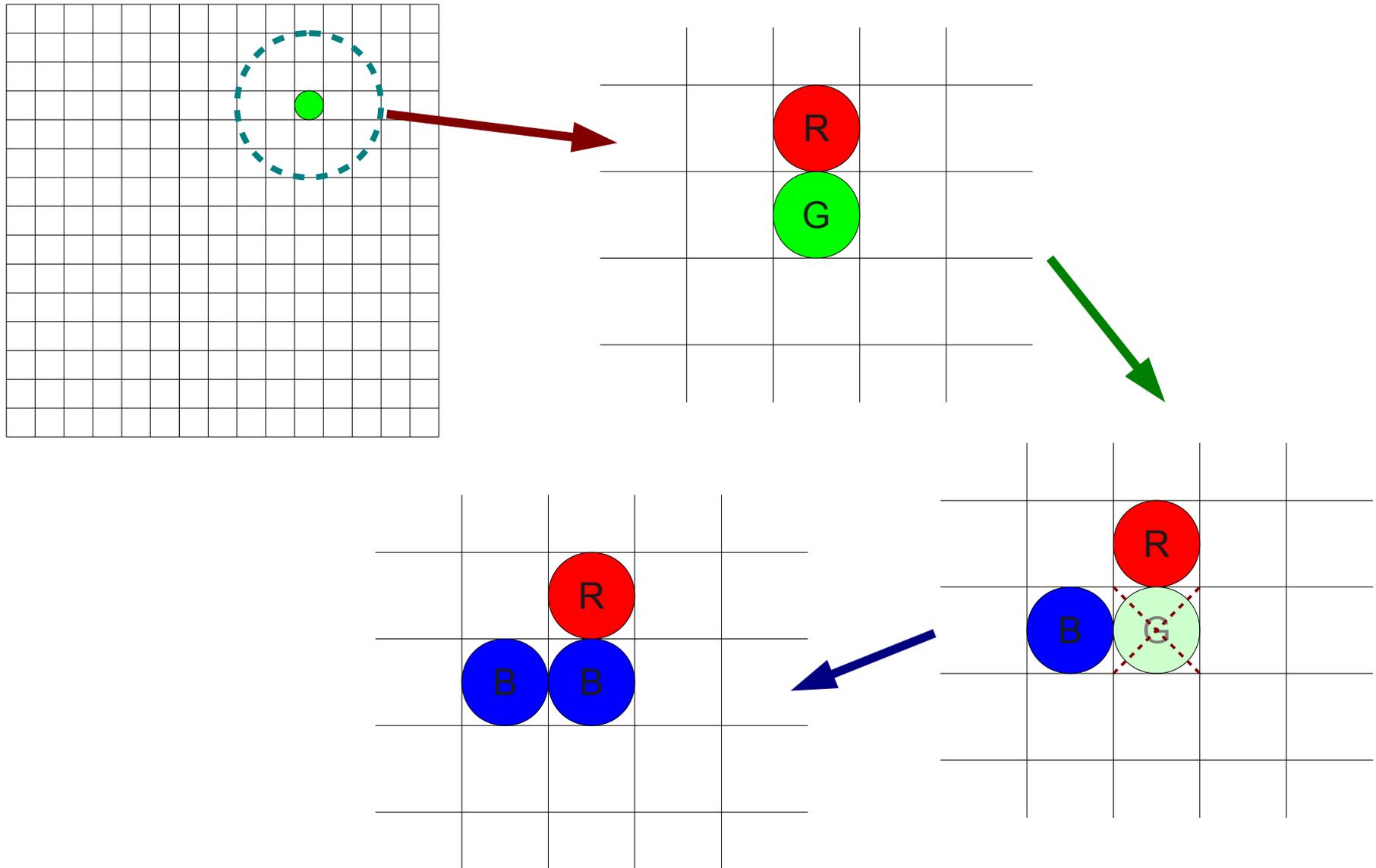


RGB 模型
兩階段、三方向作用的 local model

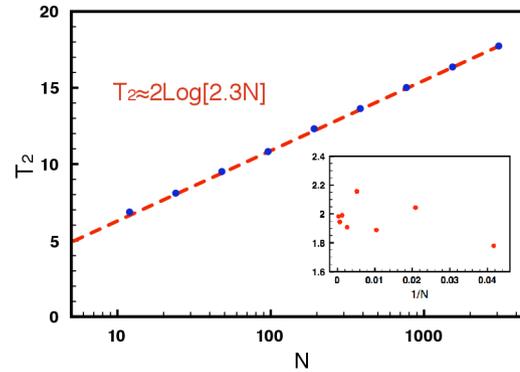
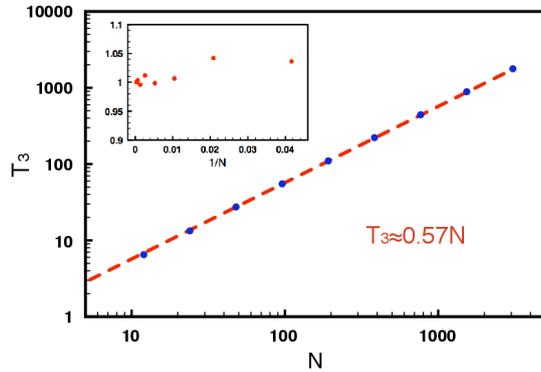


Illustrated by Huang, I-Ching

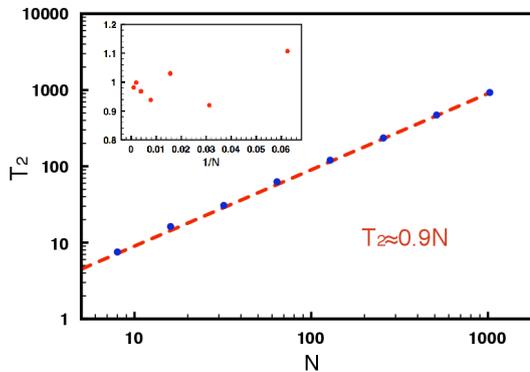
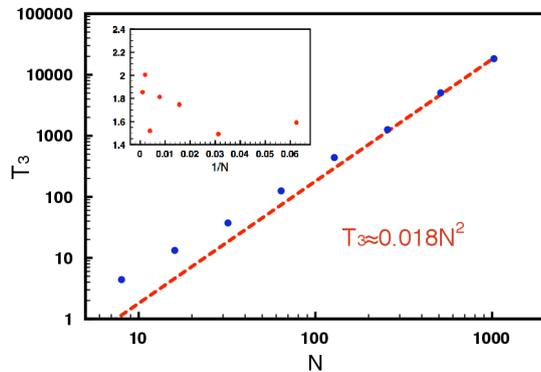
有空間維度的 RGB



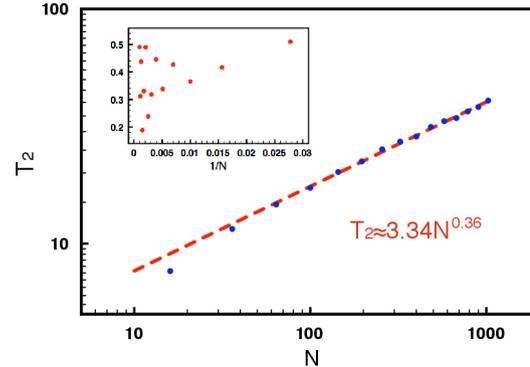
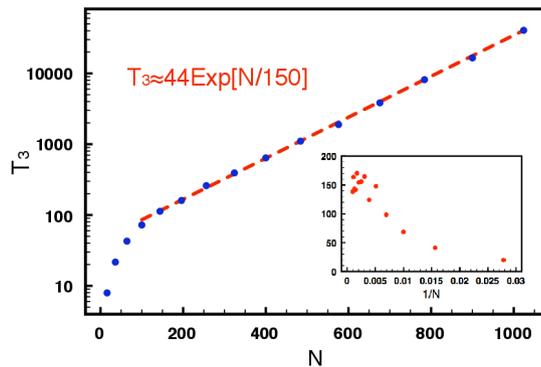
維度決定滅絕時間的 scaling



Well Mixed
 $T_3 \sim N$
 $T_2 \sim \log N$



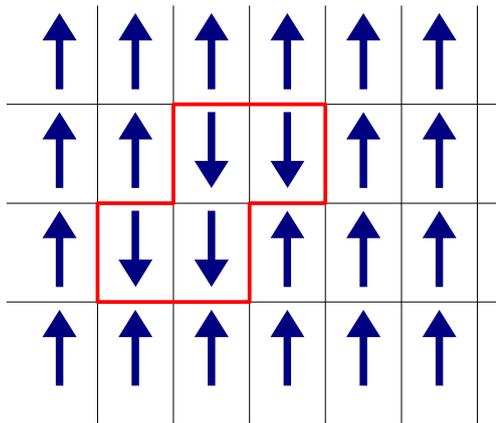
一維
 $T_3 \sim N^2$
 $T_2 \sim N$



二維
 $T_3 \sim \exp(N/N_0)$
 $T_2 \sim N^{0.35}$

plots by Huang, I-Ching

二維 Ising 模型程式



初始化系統

```
for (size_t i = 0; i < n_spins; i++)
    spins[i] = rng.uniform() > 0.5 ? 1 : -1;
uspin = 0; walls = 0;
for (size_t i = 0; i < n_spins; i++) {
    if (spins[i] == 1) uspin++;
    int ns = spins[(i % lsz) ? i - 1 : i + lsz - 1]
        + spins[(i >= lsz) ? i - lsz : i + n_spins - lsz];
    walls += 1 - spins[i] * ns / 2;
}
```

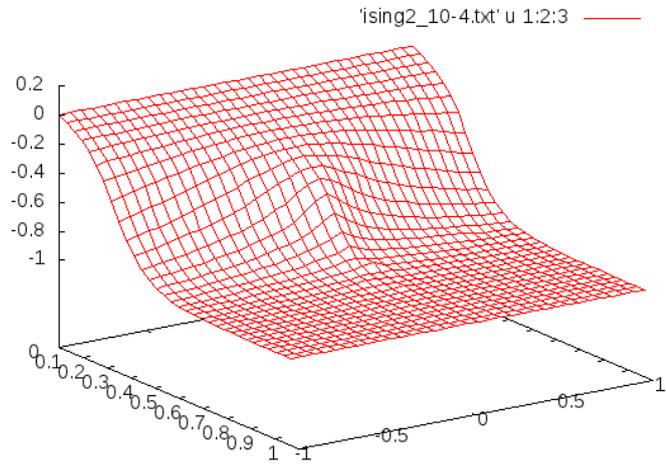
翻一個 spin

```
size_t i = size_t(rng.uniform() * n_spins);
int ns = spins[(i % lsz) ? i - 1 : i + lsz - 1]
    + spins[((i + 1) % lsz) ? i + 1 : i + 1 - lsz]
    + spins[(i >= lsz) ? i - lsz : i + n_spins - lsz]
    + spins[(i < n_spins - lsz) ? i + lsz : i + lsz - n_spins];
double dE = 2 * spins[i] * (ns + field) * beta;
if (rng.uniform() < exp(- dE)) {
    spins[i] = - spins[i];
    uspin += spins[i]; walls -= ns * spins[i];
}
```

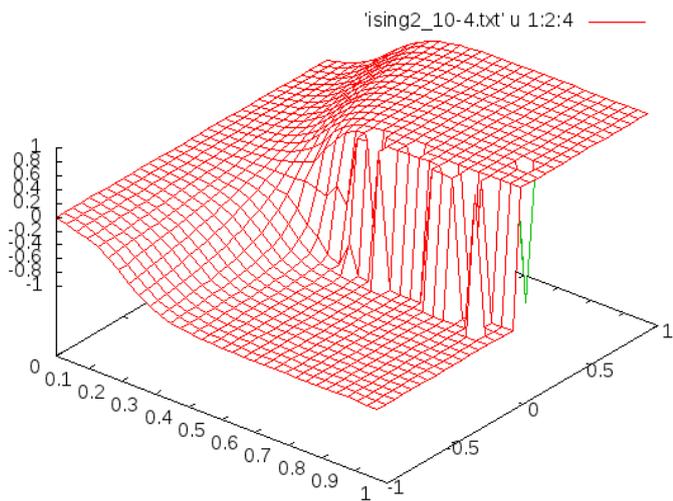
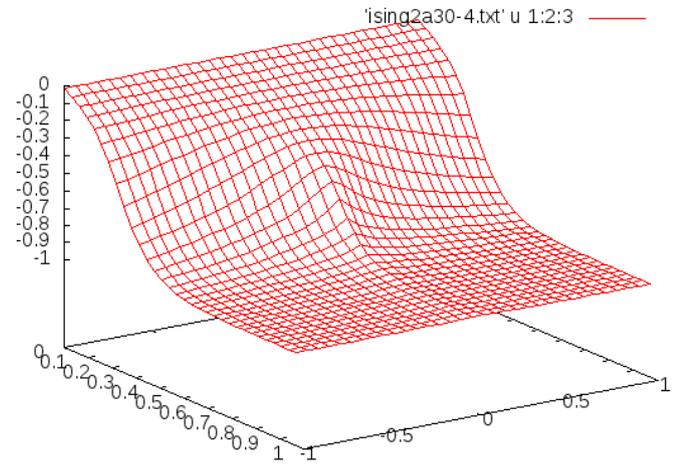
可用查表法來找相鄰的 sites

- 把二維陣列線性化: spins[i]
- 維持系統總能及總磁化: walls, uspin

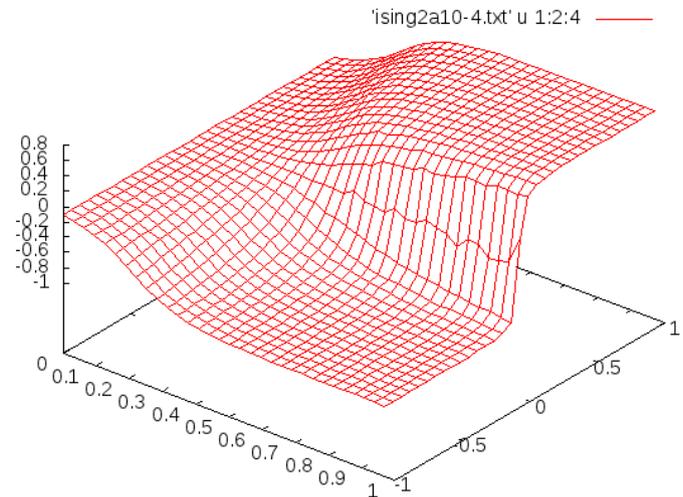
二維 Ising 模型結果說明



增大系統



固定邊界



計算物理概論期末核對清單

- 了解電腦的軟、硬體架構
- 了解程式如何讓電腦做事
- 知道如何從網路上取得需要的資訊
 - ▶ 知道如何搜尋及篩選資訊
 - ▶ 可以有效率閱讀、吸收資訊
- 建立、取得一個可以編輯、編譯、執行程式的環境
- 知道如何使用一個程式語言
 - ▶ 可以查手冊來看懂程式
 - ▶ 可以修改程式來得到不同的結果
 - ▶ 可以獨立寫程式來解問題
- 用程式來解物理問題
 - ▶ 可以把問題的解法明確的描述清楚
 - ▶ 在不同可能中找出合於程式化的的解法
 - ▶ 可以把方法的描述轉化成實際的程式
- 實作各種物理計算的程式問題
 - ▶ 有效的設計、組織程式
 - ▶ 用程式求取所需的數據結果
 - ▶ 用工具或程式來分析數據及作圖
- 程式庫、工具的使用
- 計算過程及動態系統的視覺化

基本的知識、能力
用電腦工具寫程式
把物理問題變成程式問題
累積實作的經驗
進一步的工具學習

當我們辨識出物理量並用數學式寫下它們之間的關係時我們就定出了一個描述自然現象的模型。在以往，要知道這樣一個模型可以告訴我們什麼資訊，多數情況下需要解析的推導。現在，有電腦作為工具，我們可以在更多情況下從模型中得出有用的資訊來了解自然現象。這包括了數值上和感官上（視覺、聽覺等）的了解。而運用工具的計算也在現代物理學發展中佔有逐漸重要的地位。不過在我們快樂的計算出許多數據結果的同時，須要記得：這一切都是架構在我們前面定下的模型之上的。而目前要能建立一個正確而有效的模型，絕大部分，還是要靠人腦。我們可以猜想到：計算不同等於思考，也無法完全取代思考。