

# べき乗の法則と ランチェスターの法則

ひでき

<http://hidekih.cocolog-nifty.com/hpo/>

# ネットワークとべき乗の法則

- ランダムネットワーク：
  - 各ノードの間にランダムにリンクが存在するネットワーク
- スモールワールドネットワーク：
  - 「近く」と「遠く」にある程度ランダムなリンクをもつネットワーク
- スケールフリーネットワーク：
  - いくつかのノードからスタートして、少しずつノードが増え、リンクが増えていく成長するネットワーク
  - リンクに志向性(適応度)がある。
  - べき乗の法則で記述できる。

# ランチェスターの法則

- 20世紀の初めに戦闘機と潜水艦の戦闘結果をイギリス人の技術者、ランチェスターが分析した結果得られた戦力と戦闘結果との関係をしめす2つの法則
- 第一法則：「ある戦闘部隊(M)と戦闘部隊(N)が一騎打ちをすれば、それぞれの持つ武器効率の比に比例した残存数が残る。」
- 第二法則：数次の戦闘をしていく場合の残存数の法則(次ページ参照)。

# ランチェスターの法則 オリジナル

## •殲滅戦の初期兵力の比

- $E=1$  (兵器レベル同等)、 $N=0$  (N軍が全滅するまで戦う)と仮定
- 兵力比が4:1以上になれば、ほとんど兵力の多い方が被害を受けずに相手を殲滅できることになる。

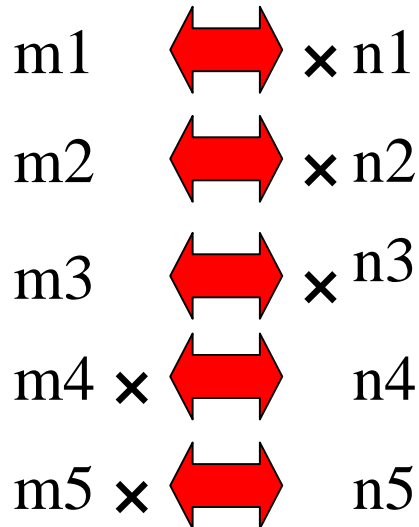
M0	M0 <sup>2</sup>	N0	N0 <sup>2</sup>	M	M消耗率
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	100.00%
2.00	4.00	1.00	1.00	1.73	13.50%
3.00	9.00	1.00	1.00	2.83	5.67%
4.00	16.00	1.00	1.00	3.87	3.25%
5.00	25.00	1.00	1.00	4.90	2.00%
6.00	36.00	1.00	1.00	5.92	1.33%
7.00	49.00	1.00	1.00	6.93	1.00%
8.00	64.00	1.00	1.00	7.94	0.75%
9.00	81.00	1.00	1.00	8.94	0.67%
10.00	100.00	1.00	1.00	9.95	0.50%

第二法則 (確率戦の法則)  
 $M0^2 - M^2 = E(N0^2 - N^2)$   
戦闘力 =  $(E \times \text{兵力数})^2$

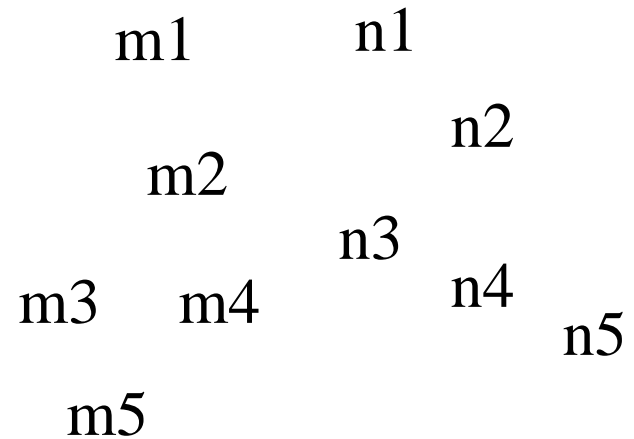
# ランチェスター的戦闘

## 第1ステージ

### 戦闘



### ネットワーク



ここで、

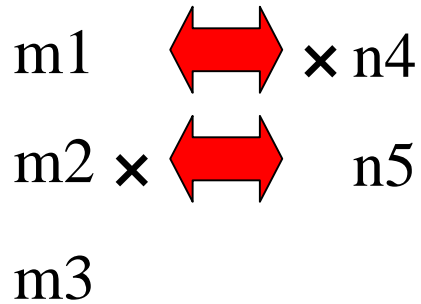
\*m、nはM軍、N軍の1戦闘単位。

\* : 勝利、× : 撃墜

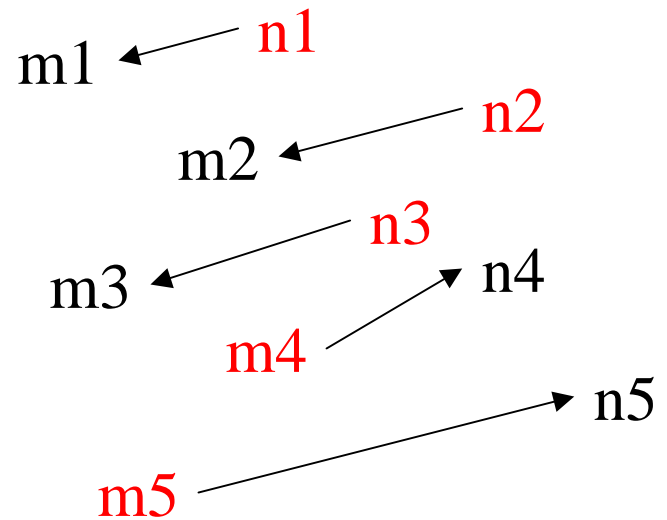
# ランチェスター的戦闘

## 第2ステージ

### 戦闘



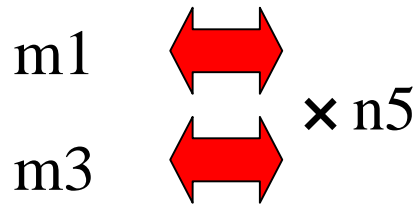
### ネットワーク



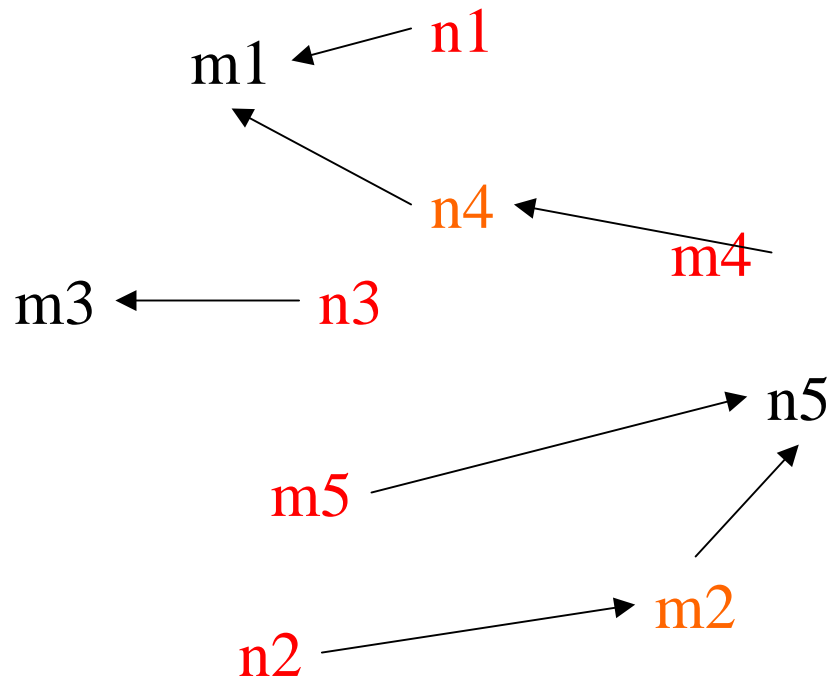
# ランチェスター的戦闘

## 第3ステージ

戦闘



ネットワーク



# ランチェスター的戦闘

## 第5ステージ

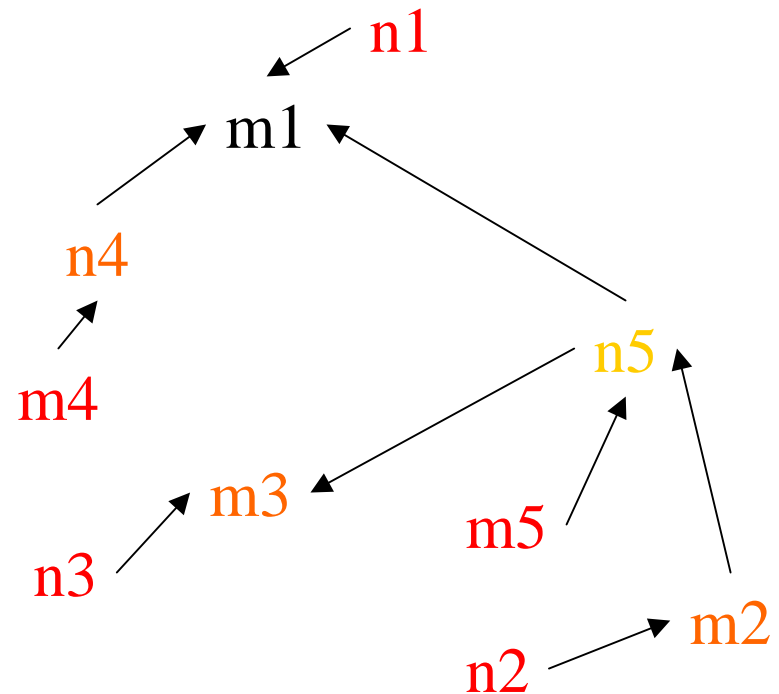
戦闘

m1

m3

残存単位:2  
次の戦闘へ

ネットワーク



# ランチェスター的戦闘

## 戦闘結果

### 形成されたネットワーク

ノード:10

リンク総数:9

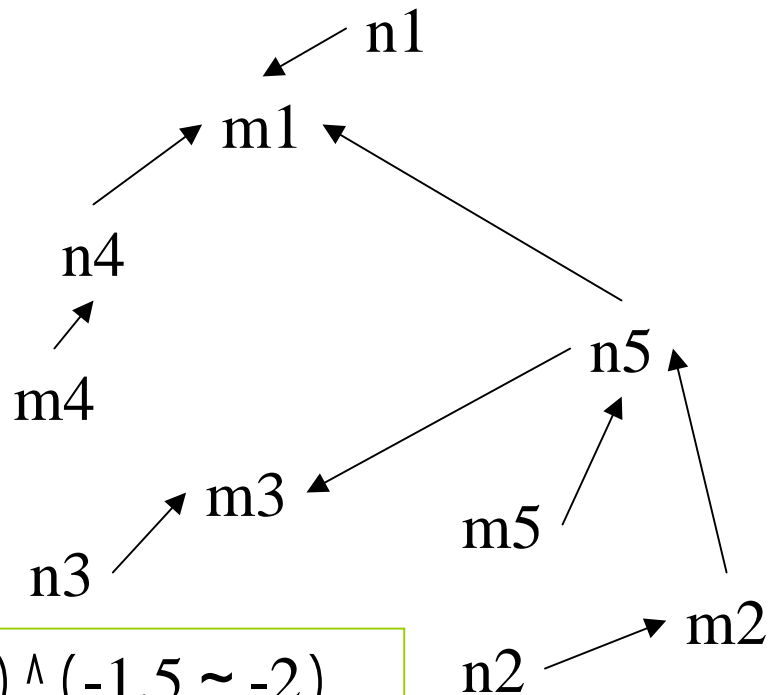
4リンク:1

3リンク:1

2リンク:3

1リンク:5

### ネットワーク



近似式: ノード数 =  $5 \times (\text{リンク数})^{(-1.5 \sim -2)}$

# べき乗の法則と ランチェスターの法則

## • 比較

- 撃墜数 = ハブのもつリンクの数
- 強者 = ハブ: 多くのリンクを持つノード
- 弱者 = 少ないリンクしかもたないノード
- 戦闘 = ネットワークの成長
- 戦闘力 = ノードの適応度
- 確率戦 = べき乗の法則？