

遺伝的アルゴリズムの スケジューリング問題への適用

星野研究室

1090263

津田 裕之



目次

- 背景・目的
- スケジューリング問題
- 遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm)
- GAの適用
- スケジュール表作成
- 再スケジューリング
- まとめ



背景

- 人の手でスケジュール表を完成させるためには膨大な時間がかかる

バクテリア進化アルゴリズムを用いた対話型看護婦勤務表作成支援システムに関する一考察

(井上武士, 古橋武, 前田宏, 高羽実)

GA を用いた看護師勤務表自動生成手法に基づく人員増強策提案システム

(板井良太, 村田忠彦)

- こういった問題を解く方法のひとつにGAがある



目的

- GAを用いてバランスの良いゼミの発表スケジュール表を作成
- 要望によって再スケジュール可能

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	発表回数
A君	○	×	○	×	○	3
B君	×	○	○	×	○	3
C君	○	○	×	○	×	3
D君	○	×	○	○	×	3
E君	×	○	×	○	○	3
発表人数	3	3	3	3	3	

○は発表のある日
×は発表のない日



スケジューリング問題

- アルバイトのシフトやナースの勤務表といったスケジュール表を作成するものである
- この研究ではゼミの発表スケジュールを題材とする



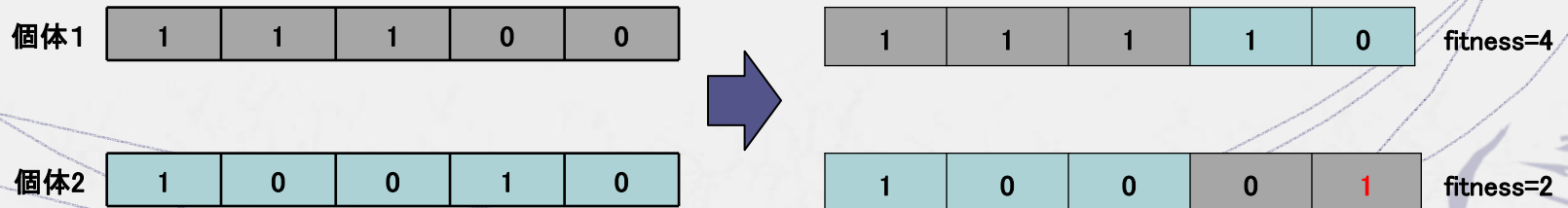
遺伝的アルゴリズム(GA)

- 遺伝子で表現した「個体」を複数用意
- 適応度(fitness)の高い個体を優先して選択
- 交叉(組み換え)などの操作を繰り返しながら解を探索する

$$fitness = \sum_{i=1}^n a_i$$

$n = 5$ (遺伝子の数)

a_i は個体 a の i 番目の遺伝子



GAの適用

- ○と×を1と0に置き換えて考える
- 発表人数と発表回数の適応度を考える必要がある

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	適応度
A君	1	0	1	0	1	3
B君	0	1	1	0	1	3
C君	1	1	0	1	0	3
D君	1	0	1	1	0	3
E君	0	1	0	1	1	3
適応度	3	3	3	3	3	

0 = ×, 1 = ○として考えている

縦の適応度: 1回目や2回目を一つの個体とする

横の適応度: A君やB君を一つの個体とする

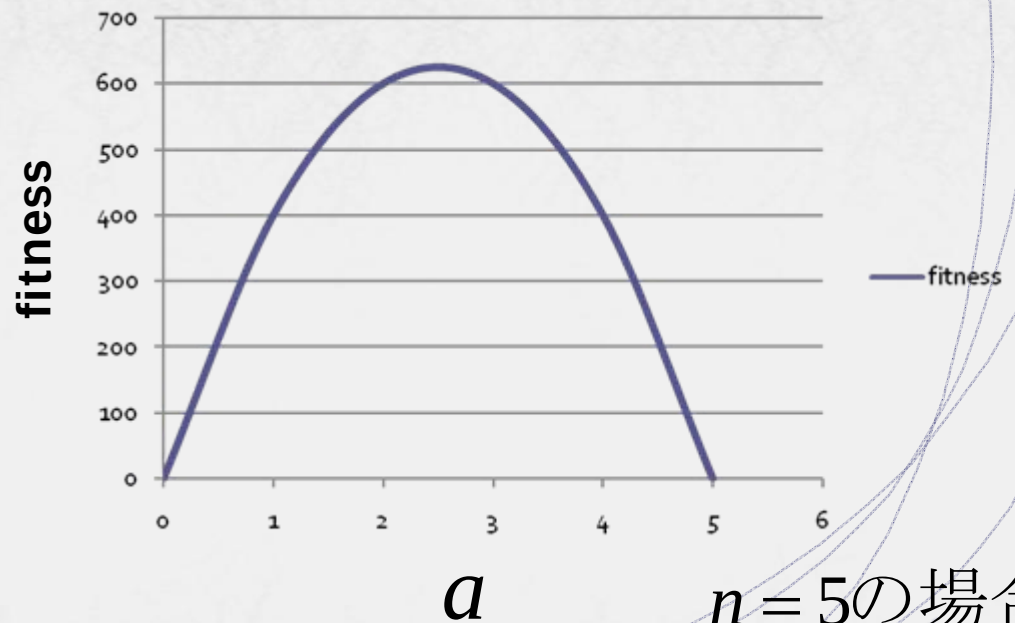
スケジュール表作成

- 適応度が目標値に達成するまで操作を繰り返す
- 結果をテキストファイルに保存する

$$fitness = (n \times a - a^2) \times 100$$

n は遺伝子の数で整数

a は個体の遺伝子の1の和で整数



$n = 5$ の場合

発表人数の適応度

- ルーレット選択を使用
- エリート選択を使用

$$fitness = (n \times a - a^2) \times 100$$

$n > a \times 2$ だった場合 $fitness$ から100を引く

n は遺伝子の数(発表人数)で整数

a は個体の遺伝子の1の和で整数

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
A君	1	0	1	0	1
B君	0	1	1	0	1
C君	1	1	0	1	0
D君	1	0	1	1	0
E君	0	0	0	1	1
適応度	600	500	600	600	600

発表回数の適応度

- エリート保護を使用

$$fitness = (n \times a - a^2) \times 100$$

$n > a \times 2$ だった場合 $fitness$ から100を引く

0または1が3回連続で続いていたら $fitness$ を半分にする

$m \geq n - 2$ だった場合 $fitness$ から100を足す

n は遺伝子の数(発表回数)で整数

a は個体の遺伝子の1の和で整数

m は個体の遺伝子の01と10の和で整数

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	適応度
A君	1	0	1	0	1	700
B君	0	1	1	0	1	700
C君	1	1	0	1	0	700
D君	0	0	1	1	1	300
E君	1	1	0	0	1	600

エリート選択とエリート保護

エリート選択

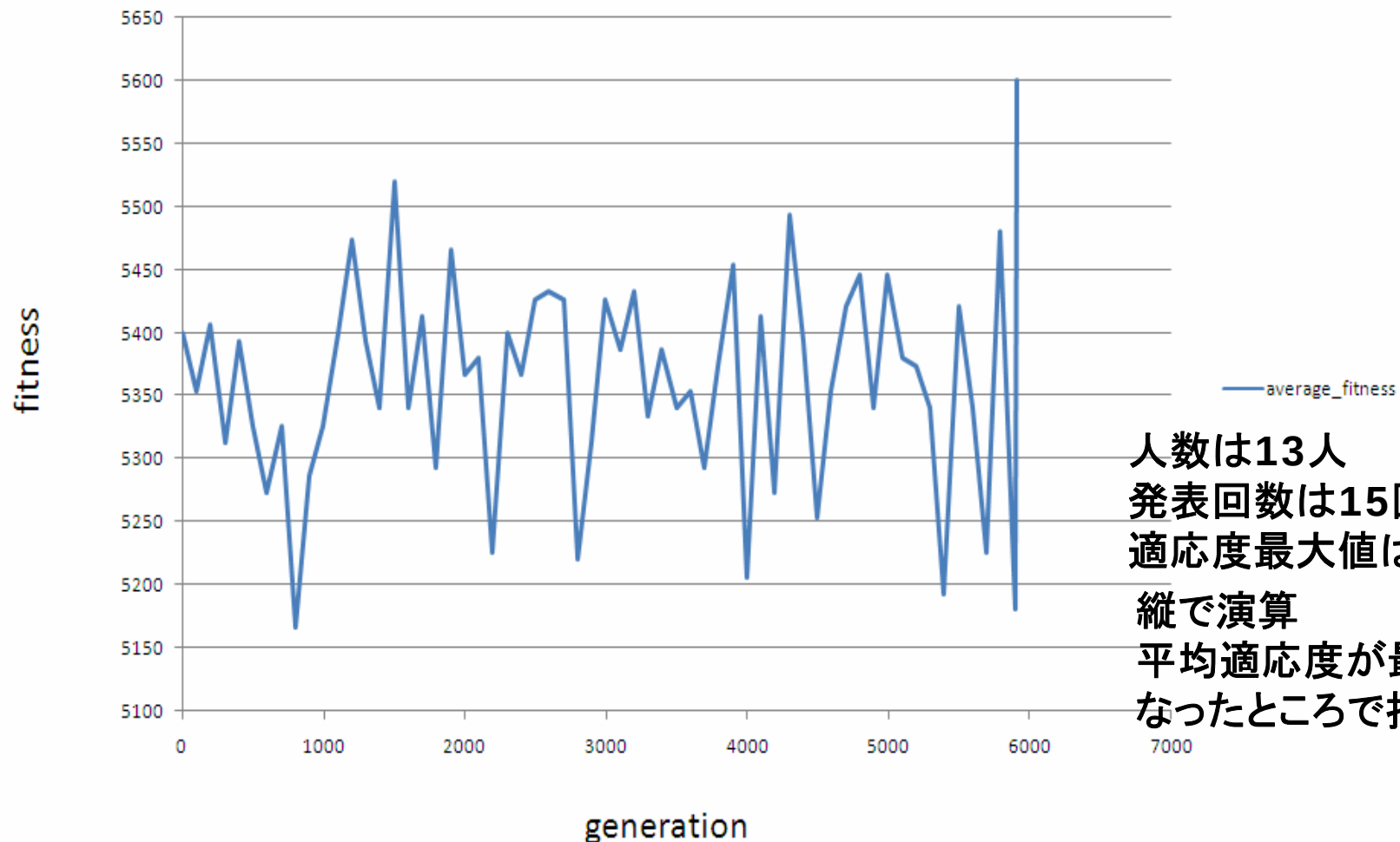
- 適応度が最大値となった個体を選択してコピーする⇒発表人数の適応度

エリート保護

- 適応度が最大となった個体は交叉をせずに保護する⇒発表回数の適応度

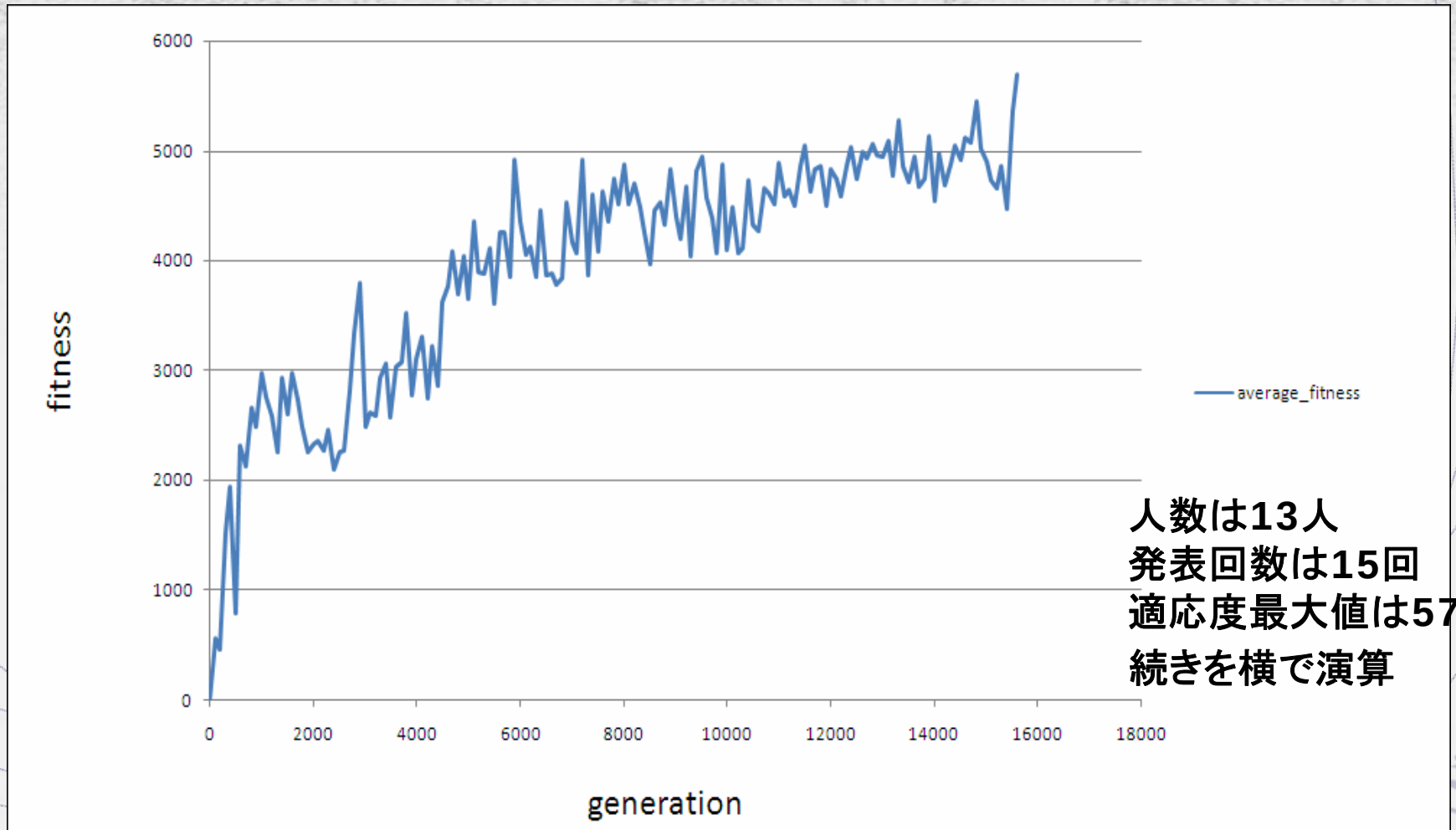


発表人数の適応度



人数は13人
発表回数は15回
適応度最大値は5600
縦で演算
平均適応度が最大値になったところで打ち切り

発表回数の適応度



再スケジューリング

テキストファイルを読み込む

- スケジュール表作成で書き込んだテキストを読み込む

変更箇所と変更可能範囲を決める

- 何人目の何回目の発表を変更したいのか
- 何回目以降の発表から変更できるのか

適応度の式と条件はほぼ同じ

- 変更したい箇所が変更されていなければ横の適応度が0になる

縦と横の適応度の調整を同時に行う。

- スケジュール表作成時には縦が終わってから横を計算していた

再スケジュールリング

変更したい人のみで調整

二人の四箇所調整

変更箇所から3回で調整

変更可能範囲で調整

適応度が目標値に達成した時点で終了
今回は個別に動作確認

変更したい人のみで調整

- 変更箇所はB君の3回目
- 変更可能範囲は2回目から
- 灰色部分の中でランダムに並び替え

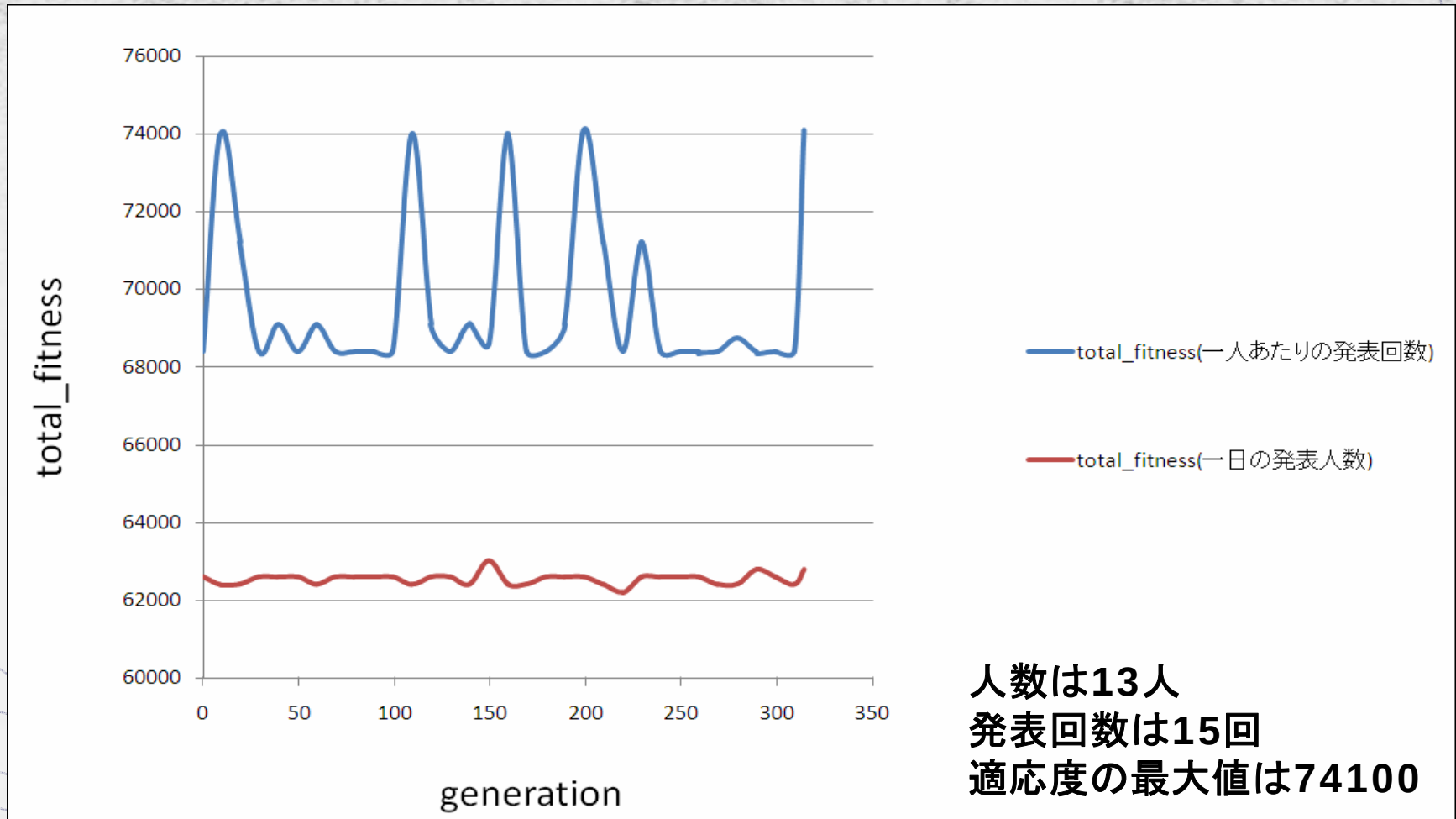
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
A君	1	0	1	0	1	0
B君	1	0	1	0	1	0
C君	1	0	1	0	1	0
D君	0	1	0	1	0	1
E君	0	1	0	1	0	1

赤字部分: 変更箇所

灰色部分: 実際に変更の可能性がある箇所



変更したい人のみで調整



二人の四箇所調整

- 変更箇所はB君の3回目
- 変更可能範囲は2回目から
- 変更箇所と同個体の遺伝子で1と0のセットをつくる
- 逆の遺伝子をもつ他の個体を探して遺伝子を交換

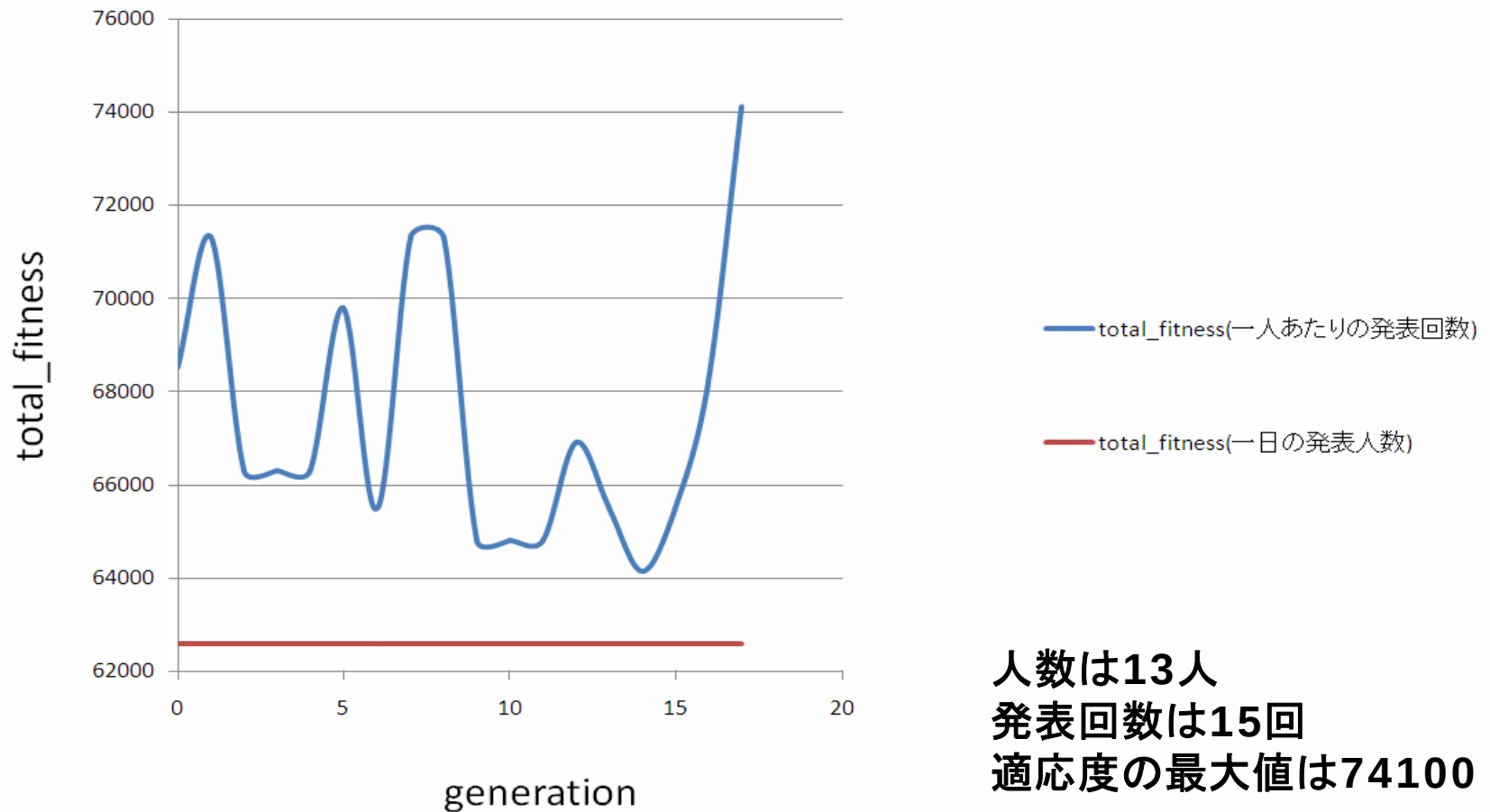
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
A君	1	0	1	0	1	0
B君	1	0	1	0	1	0
C君	1	0	1	0	1	0
D君	0	1	0	1	0	1
E君	0	1	0	1	0	1

赤字部分: 変更箇所

灰色部分: 実際に変更の可能性がある箇所



二人の四箇所調整



変更箇所から3回で調整

- 変更箇所はB君の3回目
- 変更可能範囲は2回目から
- 変更箇所から3回の範囲内で交叉
- エリート保護を使用

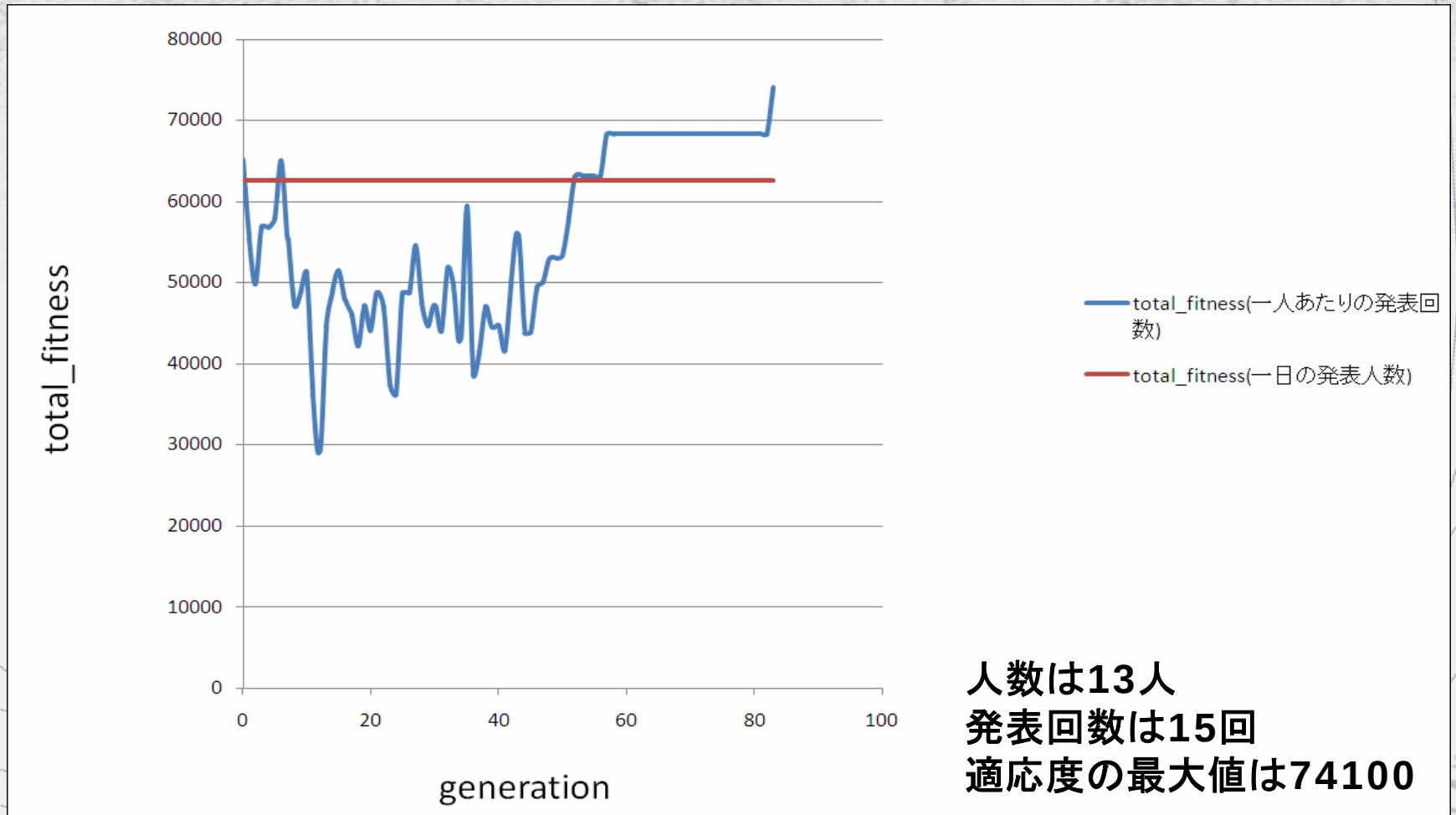
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
A君	1	0	1	0	1	0
B君	1	0	1	0	1	0
C君	1	0	1	0	1	0
D君	0	1	0	1	0	1
E君	0	1	0	1	0	1

赤字部分: 変更箇所

灰色部分: 実際に変更の可能性ある箇所



変更箇所から3回で調整



変更可能範囲で調整

- 変更箇所B君の3回目
- 変更可能範囲は2回目から
- 変更可能範囲内で交叉
- エリート保護を使用

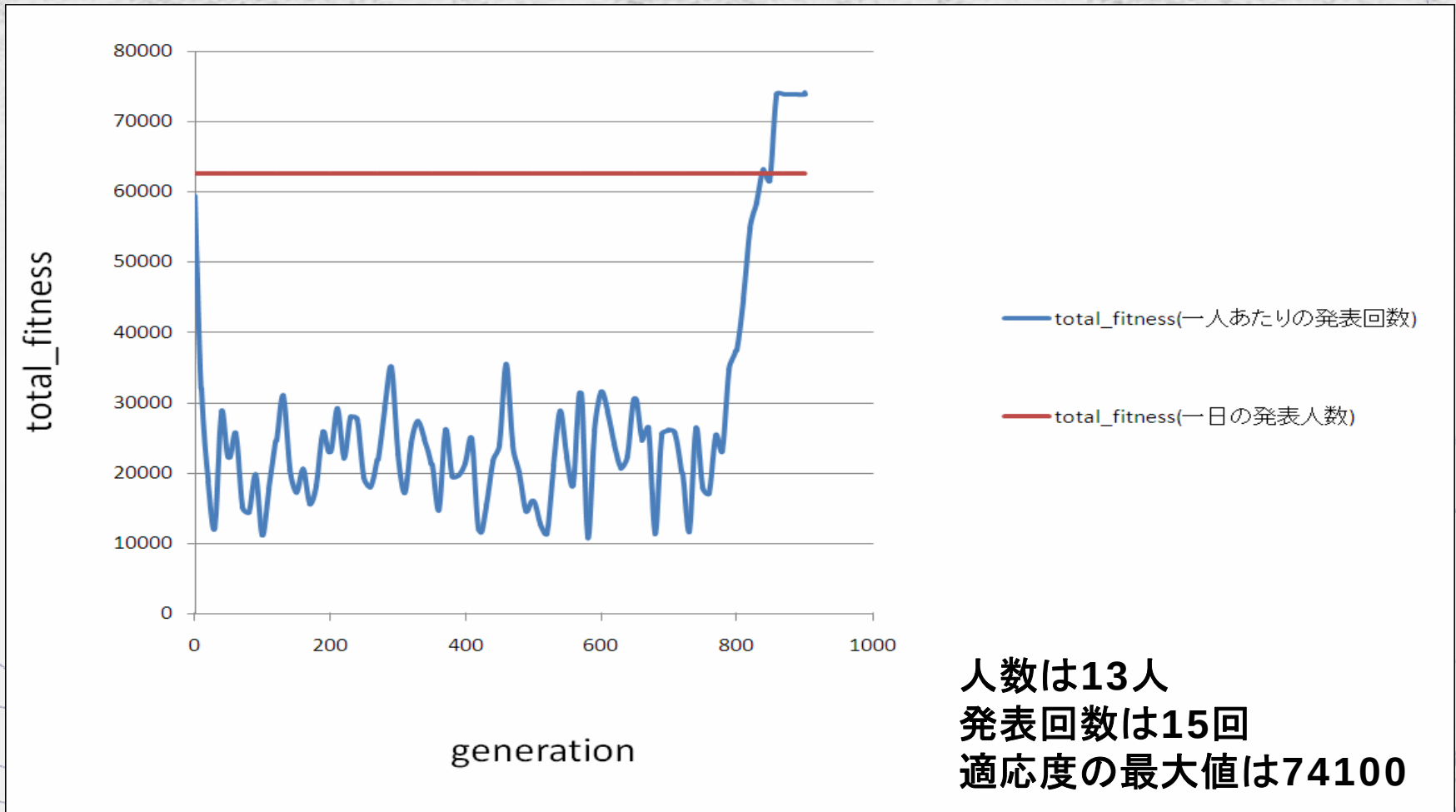
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
A君	1	0	1	0	1	0
B君	1	0	1	0	1	0
C君	1	0	1	0	1	0
D君	0	1	0	1	0	1
E君	0	1	0	1	0	1

赤字部分: 変更箇所

灰色部分: 実際に変更の可能性がある箇所



変更可能範囲で調整



まとめ

スケジュール表作成

- 精度の点で改良の余地あり

再スケジューリング

- 精度の点で改良の余地あり

スケジューリング問題へのGAの適用

- 有効であると言える

御清聴ありがとうございました

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	11回目	12回目	13回目	14回目	15回目	発表回数
A君	×	○	×	×	○	×	○	○	×	○	○	×	○	×	○	8回
B君	○	×	○	○	×	×	○	×	○	×	○	×	○	○	×	8回
C君	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	×	○	○	8回
D君	○	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	○	×	8回
E君	○	×	○	×	○	×	×	○	×	○	×	○	○	×	○	8回
F君	○	×	○	○	×	○	×	×	○	×	○	×	○	○	×	8回
G君	×	○	×	×	○	×	○	×	○	○	×	○	○	×	○	8回
H君	○	×	○	×	○	○	×	○	×	○	○	×	×	○	×	8回
I君	×	○	○	×	○	×	○	○	×	○	×	○	×	×	○	8回
J君	×	○	×	×	○	○	×	○	×	○	×	○	×	○	○	8回
K君	×	○	×	○	○	×	○	×	○	×	○	×	○	○	×	8回
L君	○	×	×	○	×	○	×	○	○	×	○	○	×	○	×	8回
M君	×	○	×	○	×	○	○	×	○	○	×	○	×	×	○	8回
発表人数	7人	7人	6人	6人	8人	6人	7人	7人	7人	8人	7人	7人	6人	8人	7人	

適応度のコーディング

- 目標とする適応度(fitness)を式によって定め、それによって個体の適応度を定めることである。また、式(1)をここでの適応度の式とした。
$$fitness = \sum_{i=1}^n a_i \quad (1)$$

$n = 5$ (遺伝子の数)

a_i は個体 a の i 番目の遺伝子

個体1

1	1	1	1	1
---	---	---	---	---

 fitness=5

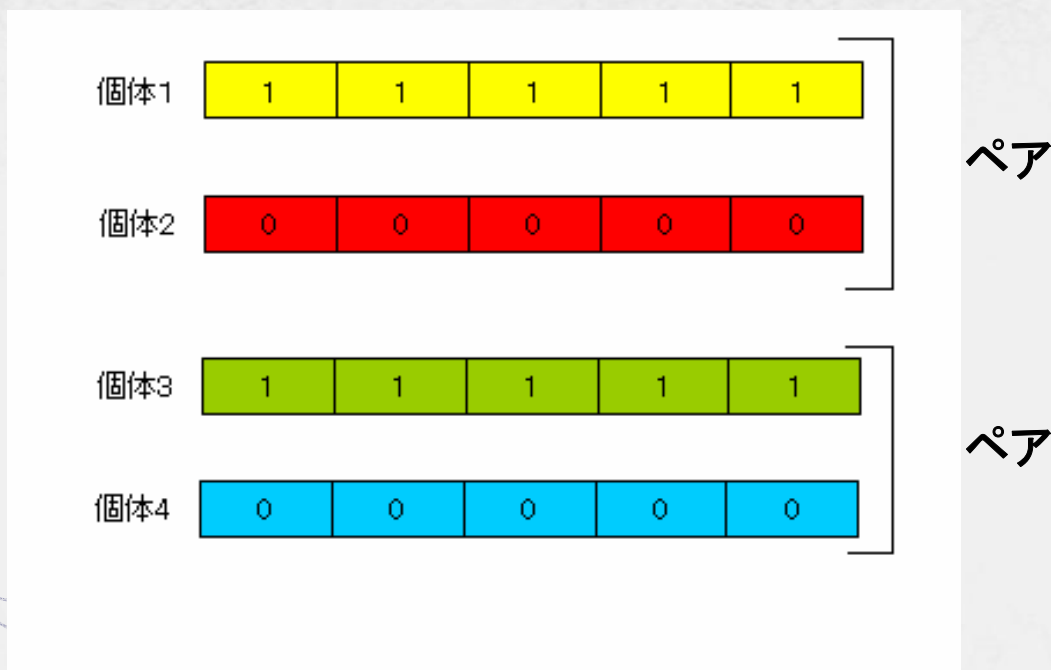
個体2

0	0	0	0	0
---	---	---	---	---

 fitness=0

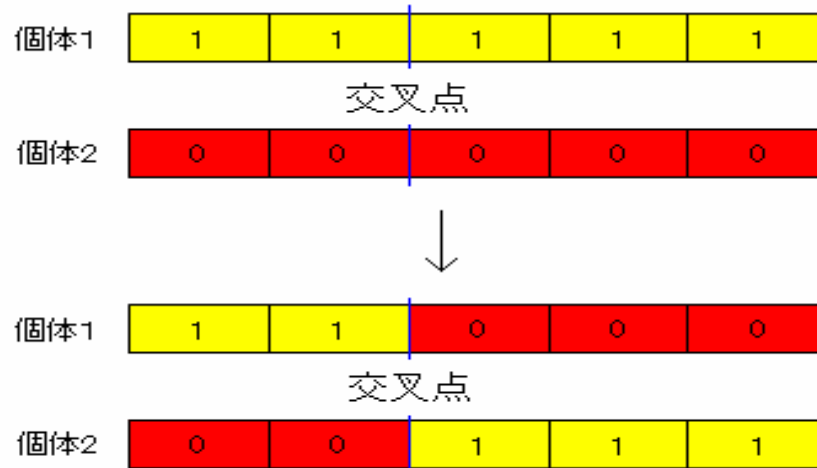
ペアリング

- 複数の個体の中から 2 つを選びそれをペアとする。



一点交叉

- ある一点(交叉点)を境にお互いの遺伝子を交換する。



突然変異

- 定められた確率(突然変異率)で1と0が反転する。ここではわかりやすいように100%とした。

個体1

1	0	1	0	1
---	---	---	---	---

個体2

1	1	0	0	0
---	---	---	---	---



個体1

0	1	0	1	0
---	---	---	---	---

個体2

0	0	1	1	1
---	---	---	---	---

ルーレット選択

- 適応度に応じた確率によってランダムに個体を選択する。

$$\text{選択する確率} = \frac{\text{個体の適応度}}{\text{全個体の適応度の合計}}$$

個体1

1	1	1	1	1
---	---	---	---	---

 fitness=5 確率 $\frac{5}{13}$

個体2

1	1	1	1	0
---	---	---	---	---

 fitness=4 確率 $\frac{4}{13}$

個体3

1	0	1	0	0
---	---	---	---	---

 fitness=2 確率 $\frac{2}{13}$

個体4

1	0	0	1	0
---	---	---	---	---

 fitness=2 確率 $\frac{2}{13}$

発生する問題

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	発表回数
A君	1	0	1	0	1	0	3
B君	1	0	1	0	1	0	3
C君	0	1	0	1	0	1	3
D君	0	1	0	1	0	1	3
E君	1	1	1	1	1	1	6
発表人数	3	3	3	3	3	3	

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	発表回数
A君	1	0	1	0	1	0	3
B君	1	0	1	0	1	0	3
C君	1	0	1	0	1	0	3
D君	0	1	0	1	0	1	3
E君	0	1	0	1	0	1	3
発表人数	3	2	3	2	3	2	
Y君	1	1	1	1	1	1	



エリート選択

- 適応度が最大のものを選択する

個体1

1	1	1	1	1
---	---	---	---	---

 fitness=5 選択

個体2

1	1	1	1	0
---	---	---	---	---

 fitness=4

個体3

1	0	1	0	0
---	---	---	---	---

 fitness=2

個体4

1	0	0	1	0
---	---	---	---	---

 fitness=2



エリート保護

- 適応度が考えられる最大値となった場合に交叉から保護する

個体1

1	1	1	1	1
---	---	---	---	---

 fitness=5 保護

個体2

1	1	1	1	0
---	---	---	---	---

 fitness=4

個体3

1	0	1	0	0
---	---	---	---	---

 fitness=2

個体4

1	0	0	1	0
---	---	---	---	---

 fitness=2



エリート保存

- 交叉，突然変異によって得られた次世代の個体候補の評価が終了した後に行う
- エリート保存の目的は探索によって得られた解の改悪を防ぐことである
- 保存したエリートを遺伝的操作に参加させるかどうかによってエリート保存は2種類に分けることができる。



