



人口の変遷モデル



雲地草夫

はじめに

地球上の人口は、今後増えるのであろうか、あるいは減るのであろうか。平均出生数、平均出生率を使って考えてみよう。

数学的モデル

数学的モデルを立て、人口の増減を考えてみる。

変数として導入するのは、平均死亡率 a 、平均出生数 b 、平均出生年齢 c

現在の人口 A 、女性の人口は約 $A/2$

平均死亡率は一年に人口のパーセントが死亡するからだ。平均出生数は、女性一人あたり平均して何人の子供をを産むかというものだ。正確な定義はよくわからない。平均出生年齢は、ここでは次のように定義する。女性の初産の年齢の平均ではなく、二回目の出産、三回目の出産と、複数回の出産があった場合、全部を合わせて平均を取る。

ある年に死去する人数は、 $A \cdot a / 100$

その年に生まれてくる人数は、

マルコフ連鎖を使うべきだろう。

条件を超シンプルにしてみよう

普通に考えると難しいので、条件を極端にシンプルにしてみよう。

平均出生数をきっかり1とする。さらにシンプルにするために次の条件をつける。男性も女性も生涯に必ず一回は結婚し、最初の結婚で一人の子供をもうける。二度目の結婚をしたとしてももう子供をもうけることはない。

そうすると、

ある年に死去する人数は、 $A \cdot a / 100$

ここでさらに条件をつける。人口分布というものがある。発展途上国のように子供が多く老人が少ない国の人口分布はピラミッド型になる。先進国のように子供が少なくて壮年の人口が多い国は釣鐘型の分布になる。ここでは超シンプルにするために、人口の分布を缶から型と仮定する。どの年齢層をとっても人数がほぼ同じということだ。

そしてさらに条件をつける。人間はだいたい80才で死去すると仮定しよう。そうすると人口分布は、0歳から80歳までの高さを持った寸胴の缶からに見立てることができる。

そうすると計算は簡単になる。

その年に生まれる子供の数は、年齢Cの女性の数 * 平均出生数

すなわち $A / (2 \cdot 80) * b$

すなわち $Ab / 160$ だ。

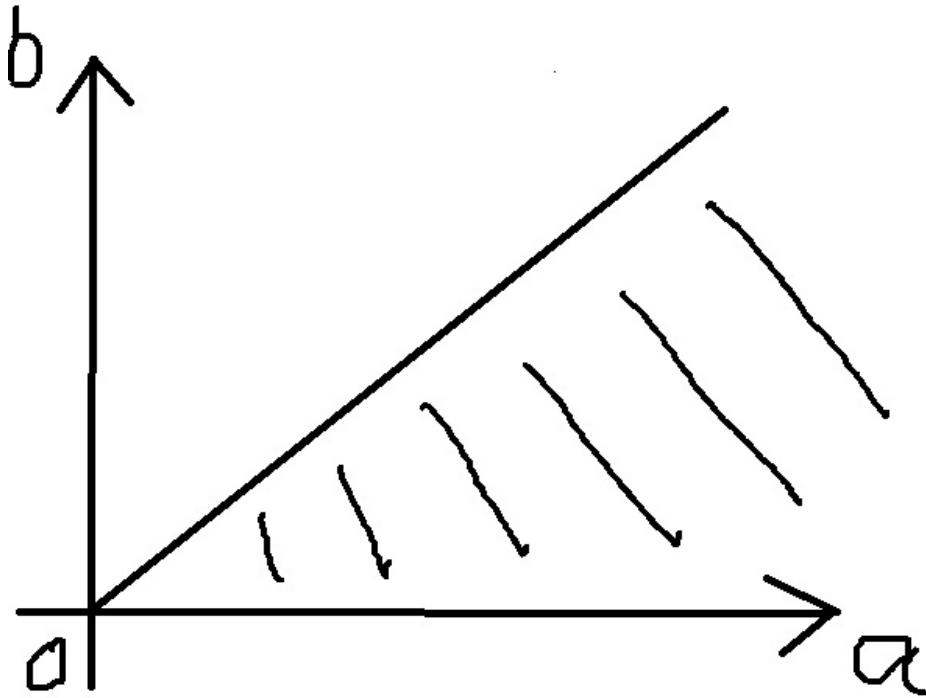
だから、その年の人口の増減は、 $Ab / 160 - A \cdot a / 100$

すなわち $A (b / 160 - a / 100)$

だから人口が増える条件は $A (b / 160 - a / 100) > 0$

$a / 100 < b / 160$

$a < b / 1.6$

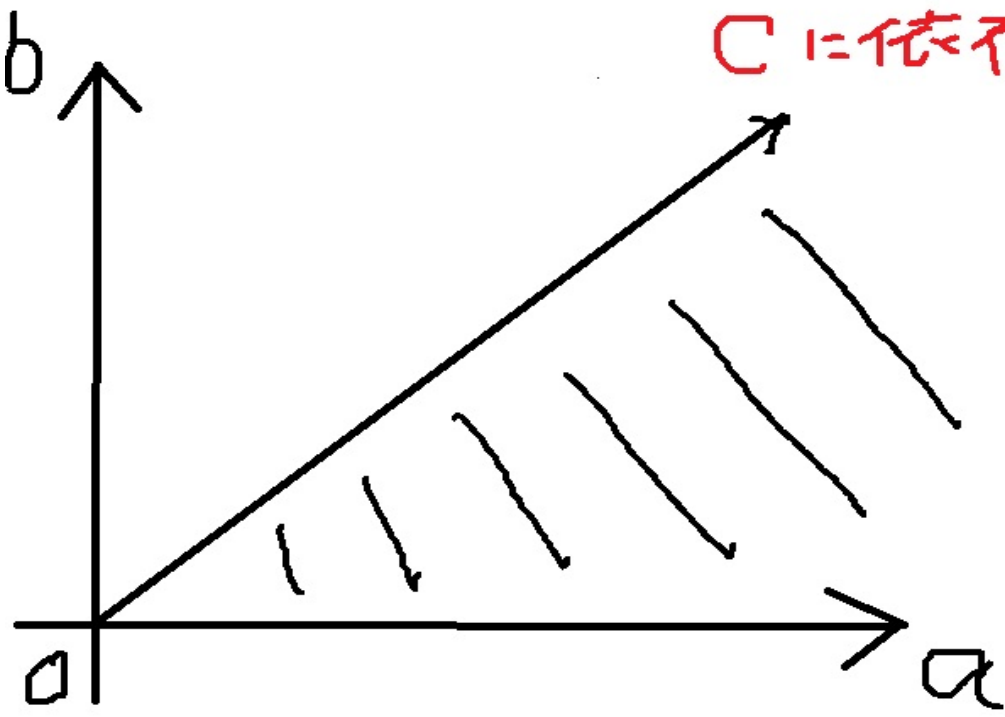


ここで、 b が1だったので、死亡率が0.625パーセント以下なら人口は増加する。すなわち a が0.625でステディだ。

もし平均出生数が2なら、すなわち一家庭に子供が平均二人生まれたとしたら、死亡率が1.25以下で人口は増加する。すなわち1.25でステディだ。

ただし、平均出生年齢 c が低年齢化すればするほど、ステディはステディでも総人口 A 自体が大きくなるということを忘れてはいけない。

C = 依存



おわりに

モデルを極端にシンプルにして人口の増減の様子を見た。