

Technological Progress and Growth

長期の経済のダイナミクス：
経済成長で決定
(一定の労働者の元での
生産量が増える)

経済成長の源泉：
資本蓄積(投資)と技術進歩

本章では技術進歩の効果を考
えよう

CHAPTER 12



技術進歩の効果：

- 同じ量の労働と資本を用いて、以前よりも...
 - 多くの量の生産が出来る quantity
 - よい製品を生産できる quality
 - 新しい製品を生産できる new
 - 多様な製品を生産できる variety

- いずれも消費によって得られる効能serviceが上昇。
 - 効能で産出outputを計ろう
 - 技術進歩はおなじ量の労働と資本からより多くの産出outputの生産を可能にする

Technological Progress and the Production Function



技術水準と生産関数

- 経済の技術水準the state of technologyを A で表す
- 生産関数を一般的に書くと

$$Y = F(K, N, A)$$

(+ + +)

- 生産は資本・労働の他に技術によっても左右される
- 便利な特定化:

$$Y = F(K, AN)$$

- おなじ量の資本の元で、 A 倍の労働が投入されたのとおなじだけの生産が出来る。
- $1/A$ の労働投入でおなじだけの生産が出来る

Technological Progress and the Production Function



効率労働

- AN を効率労働 effective laborと呼ぶ
 - 技術水準=1の時代に AN 人が働いているのとおなじだけの効果がある
 - 効率単位で計った労働 labor in efficiency unitとも呼ぶ
 - 技術進歩は、効率労働を増加させる
- 生産関数 $F(K, AN)$ は規模に関して収穫一定(一次同次)
 - 一定の労働者数の元で、資本・技術水準が2倍になると

$$2Y = F(2K, 2AN)$$

- より一般的に:

$$xY = F(xK, xAN)$$

Technological Progress and the Production Function

効率労働あたりの生産関数

■ 効率労働あたりの生産量

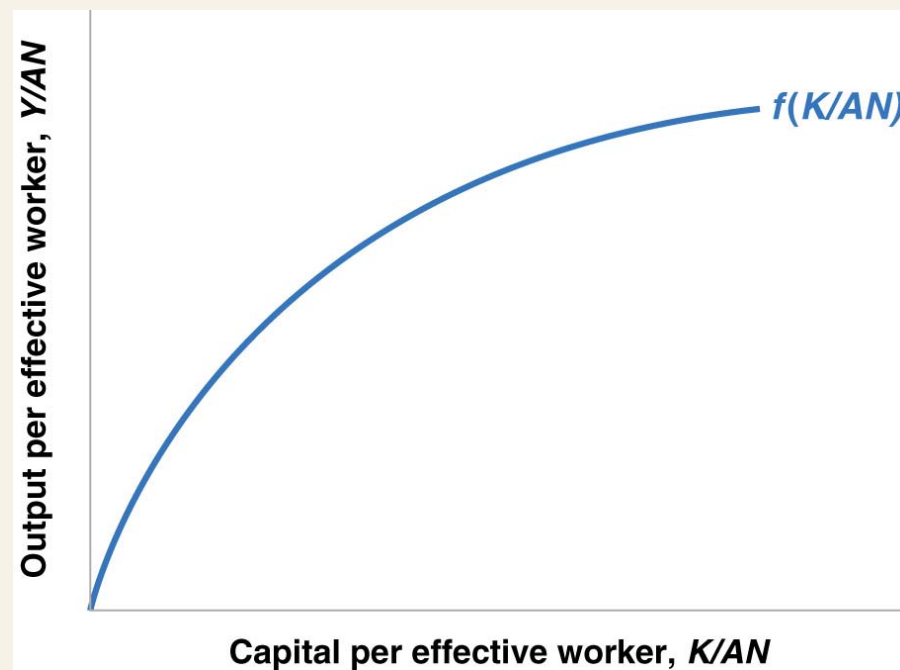
Output per effective worker は

$$\frac{Y}{AN} = \frac{1}{AN} F(K, AN) = F\left(\frac{K}{AN}, 1\right)$$

- 生産関数Fの一次同次性を利用

■ 簡単に書くと: $\frac{Y}{AN} = f\left(\frac{K}{AN}\right)$

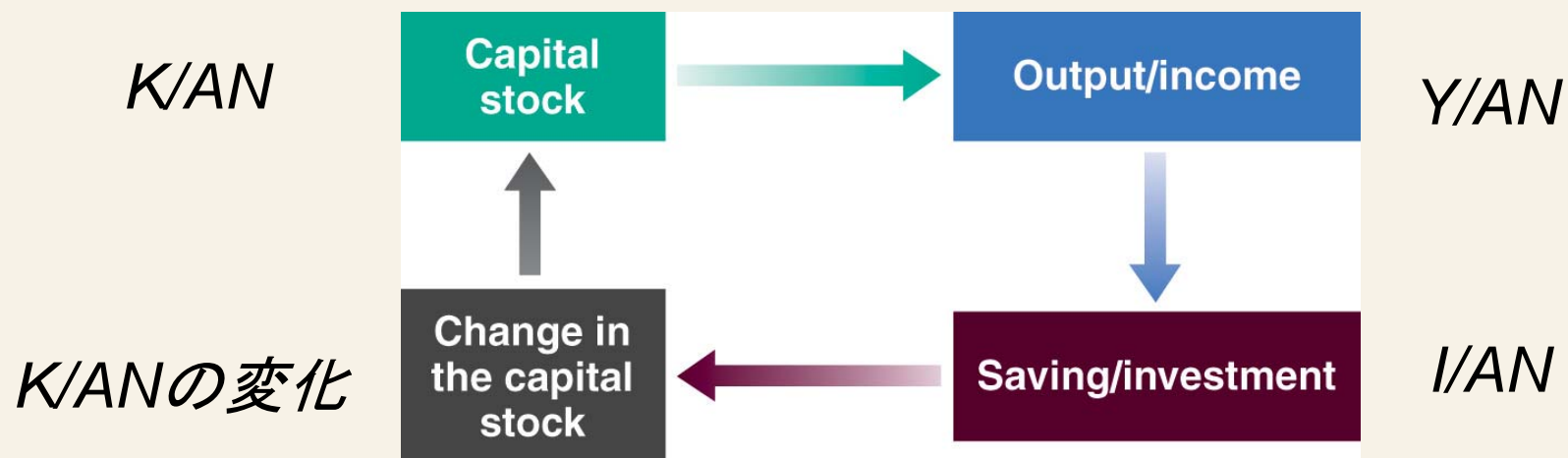
- つまり、効率労働あたり生産量は効率労働単位あたり資本Capital per effective workerの関数



Interactions Between Output and Capital

経済成長と資本蓄積の関係

- 技術進歩がある時(Aが増加するとき)、資本蓄積と生産量増加(経済成長)の関係はどのように変わるだろうか。
- 労働者あたり(per worker)の資本量・生産量ではなく、効率労働あたり(per effective labor)あたりの資本量・生産量の関係に注目



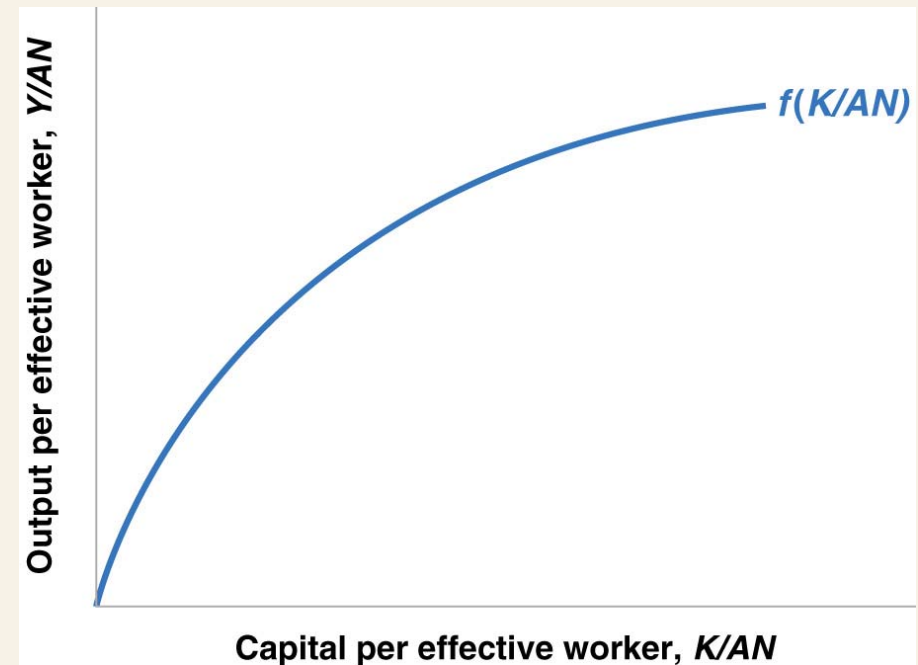
Interactions Between Output and Capital



1. 効率労働あたりの資本→効率労働あたり生産

- 効率労働あたり生産関数より

$$\frac{Y}{AN} = f\left(\frac{K}{AN}\right)$$



Interactions Between Output and Capital



2. 効率労働あたり生産→効率労働あたり投資

- 経済全体の投資は

$$I = S = sY$$

- s: 貯蓄率

- 効率労働あたり投資に直すと、

$$\frac{I}{AN} = s \left(\frac{Y}{AN} \right) = sf \left(\frac{K}{AN} \right)$$

- 効率労働あたり生産関数 $\frac{Y}{AN} = f \left(\frac{K}{AN} \right)$ を利用

Interactions Between Output and Capital



3. 効率労働あたり投資→効率労働あたり資本の変化

- 経済全体の資本の変化は

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t$$

- δ : 資本減耗率
- 資本量Kが一定となるのは $I_t = \delta K_t$ のとき
 - 資本減耗分を投資で補填
 - 投資がそれ以上であれば資本は増加。
- 効率労働あたり資本K/ANが一定となるのは?
 - 効率労働ANが増えるとき、もしKが一定なら効率労働あたり資本K/ANは減少してしまう。
 - K/ANが一定となるには、資本KがANの上昇とおなじ率で増加しないといけない

Interactions Between Output and Capital



3. 効率労働あたり投資→効率労働あたり資本の変化(続き)

- 技術水準の増加率を g_A 、労働者数の増加率は g_N とする
 - 1年間にAは $(1+g_A)$ 倍、Nは $(1+g_N)$ 倍
 - 1年間に効率労働ANは約 $(1+g_A+g_N)$ 倍になる
 - 資本も $(1+g_A+g_N)$ 倍になれば K/AN は一定

- 効率労働あたり資本 K/AN を一定に保つための投資は $\delta K + (g_A + g_N)K$ あるいは、 $(\delta + g_A + g_N)K$

- K/AN を一定に保つための効率労働あたり投資 I/AN は

$$(\delta + g_A + g_N) \frac{K}{AN}$$

- I/AN がそれ以上であれば K/AN は増加

Interactions Between Output and Capital

効率労働あたり資本のダイナミクス図示

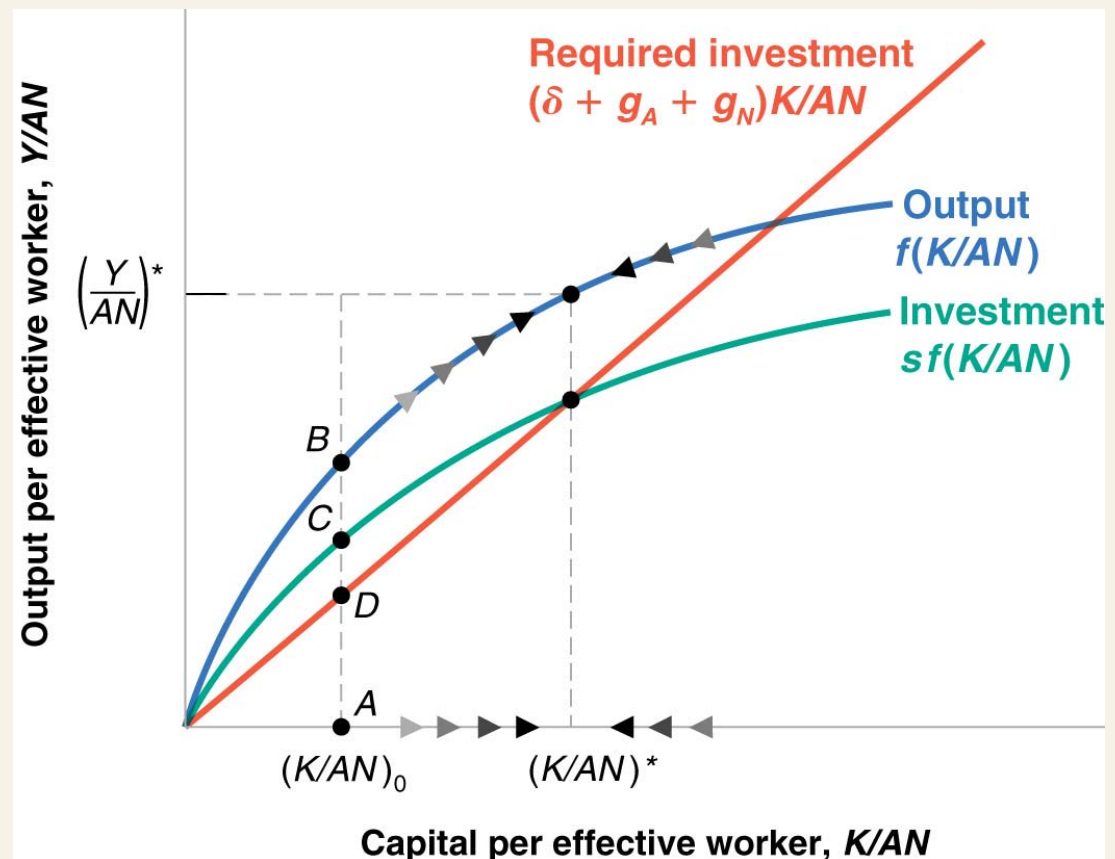
- 実際の効率労働あたり投資 I/KN は、
効率労働あたり生産の s 倍 $sf(K/AN)$

- 一方、効率労働あたり
資本 K/AN を一定に
保つためには

$$(\delta + g_A + g_N) \frac{K}{AN}$$

の I/AN が必要

- いずれが大きいか
によって、翌年の
 K/AN は増減する



Interactions Between Output and Capital

効率労働あたり資本のダイナミクス図示(続き)

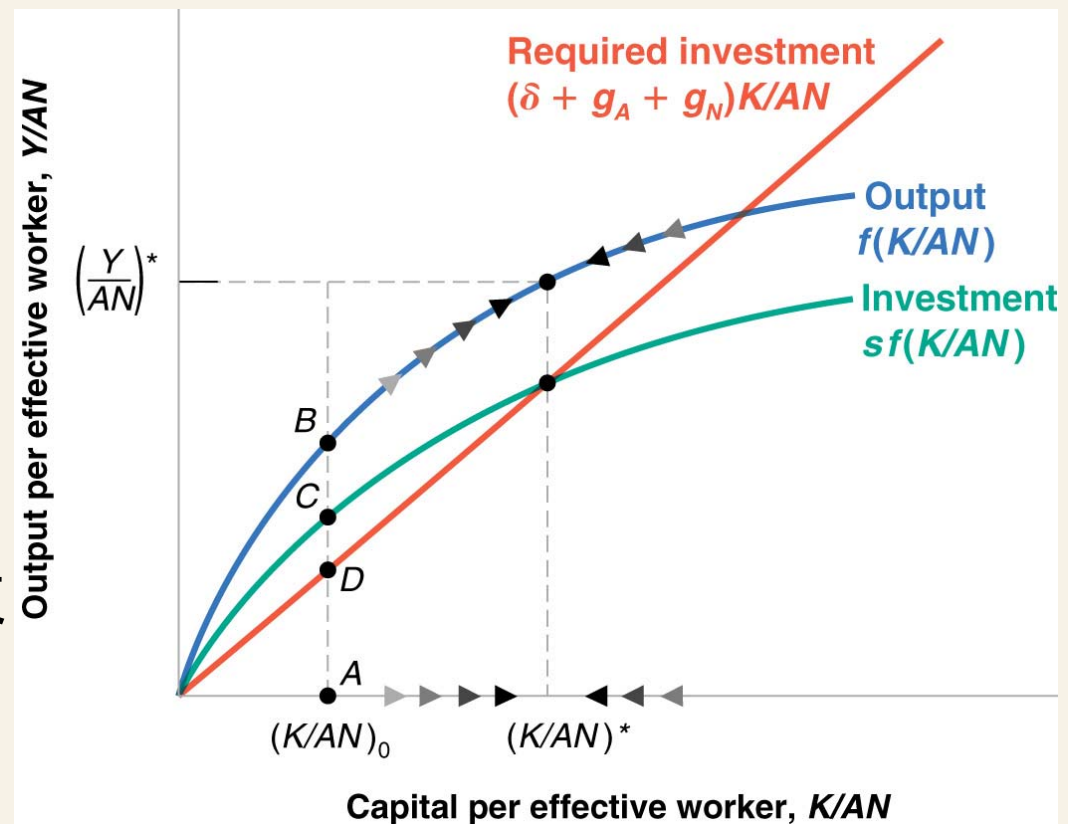
- 当初、効率労働あたり投資が $(K/AN)_0$ だったとしよう

- 実際の効率労働あたり投資AC, 一定のための必要投資はAD

- AC>ADより、翌年の K/AN は増加

- 長期的には、 K/AN は定常状態 $(K/AN)^*$ へ収束

- $Y/AN=f(K/AN)$ も $(Y/AN)^*$ へ収束





定常状態 steady state

- 定常状態では、効率労働あたり資本 K/AN 一定
 - 効率労働 AN は $(g_A + g_N)$ の率で増加
 - 資本 N は効率労働 AN とおなじ率 $(g_A + g_N)$ で増加
- 定常状態では、効率労働あたり産出 Y/AN 一定
 - K, AN が共に $(g_A + g_N)$ で成長 →
 - 一次同次性より産出 Y も $(g_A + g_N)$ の率で増加
 - 一人あたり産出 Y/N は g_A の率で増加
- 均整成長 balanced growth と呼ぶ
 - Steady state で Y, K, AN がバランスよく成長しているため

Dynamics of Capital and Output

まとめ： 長期においては(均整成長経路上では)

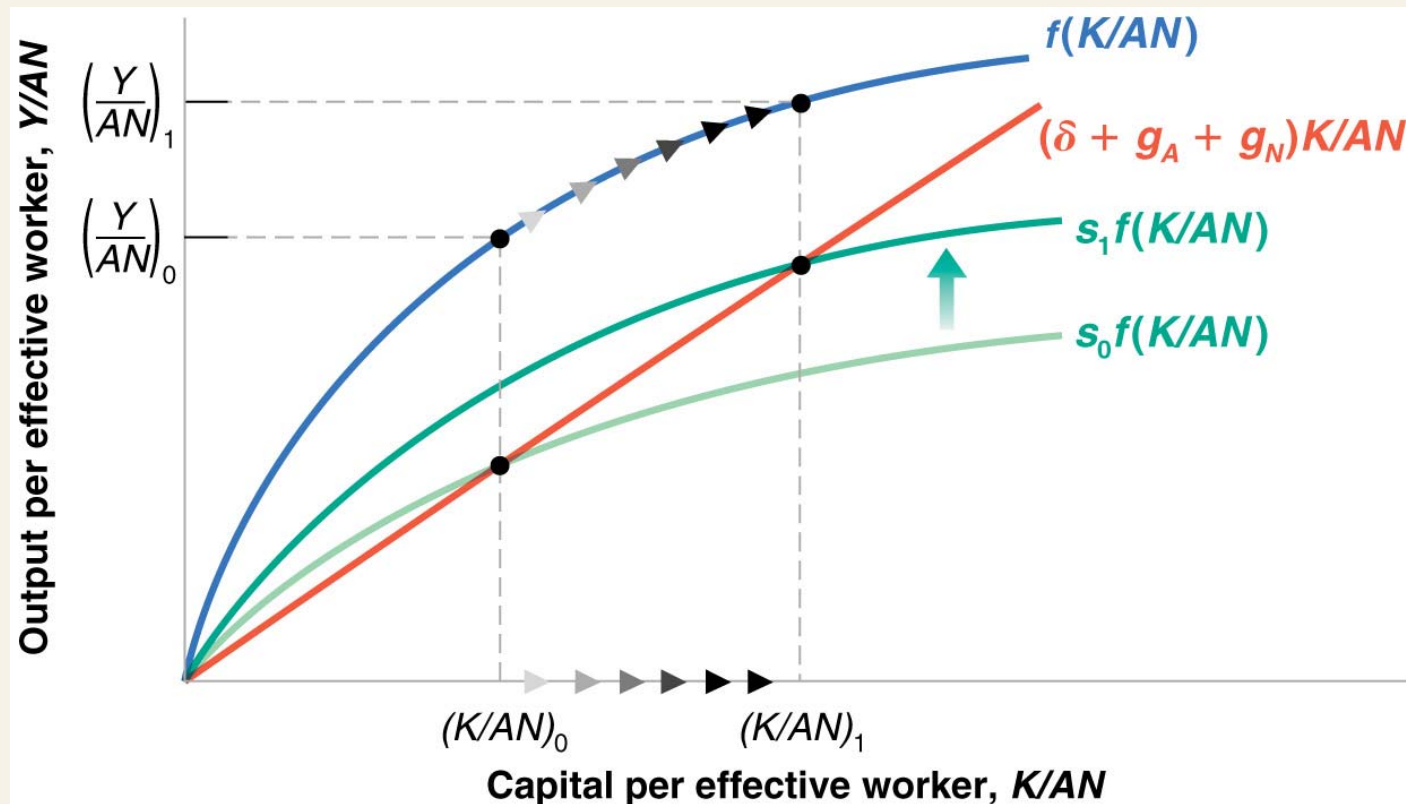
- 効率労働あたり資本・労働は一定
- つまり、労働者あたり資本・労働は技術進歩率 g_A で増加
- 経済全体では、労働力は人口成長率 g_N で増加、資本・産出は人口成長率 + 技術進歩率($g_A + g_N$)で増加

	Rate of growth of:
1 Capital per effective worker	0
2 Output per effective worker	0
3 Capital per worker	g_A
4 Output per worker	g_A
5 Labor	g_N
6 Capital	$g_A + g_N$
7 Output	$g_A + g_N$

The Effects of the Saving Rate

貯蓄率の増加の効果

- 貯蓄率が増加すると、定常状態(均整成長)での資本・算出水準が増加
- しかし、長期の成長率には影響を与えない



The Effects of the Saving Rate

貯蓄率の増加の効果(続き)

- 縦軸: 対数スケール
 - 横軸: 時間
 - 経路の傾き = 増加率
- 貯蓄率が上昇すると、均整成長経路 *balanced growth path* が上方シフト
 - 長期の成長率には影響を与えないが、新しい均整成長経路に達するまでの間、一時的に経済成長率は高くなる。

