



FRI 研究レポート

No.71 April 2000

Public Investment and Defense Spending

Naoki Nagashima
Senior Economist

Public Investment and Defense Spending

Naoki Nagashima
Senior Economist
nagasima@fri.fujitsu.co.jp

【Contents】

1. The view of public investment as ‘fundamentally evil’
2. What if spending is diverted to defense?
3. A significant impact on GDP after 30 years
4. Simulations
5. Details of calculation results
6. Details of calculation method

【Summary】

1. The conventional way of public investment has been the target of criticism in recent years. Also, there is a significant possibility that the multiplier effect, often the subject of discussion when planning economic measures, may have diminished in comparison with earlier times. Furthermore, there are certainly a lot of issues to be addressed, such as rigid budget allocation, etc. However, it is a fact that even the conventional, civil engineering-focussed public investment has contributed to private sector productivity through the formation of social infrastructure.
2. If spending on this kind of public investment were to be reduced following a period of rapid economic growth, and these funds diverted to defense expenditure, for example, the formation of social capital would be slowed. As a result, there is every possibility that productivity growth would stagnate, causing a slowdown in the economic growth. This effect is not noticeable in the short term, but would become markedly noticeable over a longer term of 20 to 30 years.
3. An estimate of the productivity effect of social capital shows that between 1970 and 1997, on average, ‘an increase of 1% in the social capital leads to an increase of 0.2% in the productivity of private capital.’ Based on the assumption that approximately 60% of public investment contributes to the formation of new social capital, we estimated what would be the effect on GDP if a certain portion of public investment were to be diverted to defense spending.
4. If we were to hypothesise that, since 1970, Japan’s defense spending has been 2% of GDP, rather than 1%, then the social capital for 1997 would be 58 trillion yen (15%) less than the actual figure, and the actual GDP would be lowered by between 3.1 and 5.5%. It has to be acknowledged that the impact of the ‘peace dividend’ has been substantial.
5. China’s current military spending is estimated to be around 5% of GDP. If this were reduced by even 1%, and that portion diverted to the provision of social infrastructure, potentially substantial long term benefits can be imagined. Such a reduction in military spending would surely be beneficial to China’s own economic development.

The view of public investment as ‘fundamentally’ evil

The effectiveness of fine tuning and other economic stimulus measures is not only one of the major polemics in the history of economics, but the debate has continued also for very practical reasons to do with the reform of the administrative structure. Against this backdrop, doubts as to the effectiveness of public investment as a stimulus measure have surfaced from time to time, particularly in the ‘90s. After the collapse of the bubble economy, in spite of repeated large scale economic stimulus measures, we saw unsatisfactory economic performance and rapidly increasing fiscal deficit. ——— Against such a backdrop, it is hardly surprising that the so-called ‘ethical view of (human nature) as essentially evil,’ even if a little hysterical, should be so widely held with regard to public investment.

Further, it is surely a fact that the ‘multiplier effect of public investment,’ i.e. the ripple effect on overall demand, has weakened. This fact is even acknowledged in an economic white paper (1996), which suggests that the multiplier effect is infinitely close to 1 (where the creation of demand is limited to the amount of public expenditure itself). Further, indignation at rigid budget allocations and the short-sighted, local profit-prioritizing stances of some diet members seems a natural response.

However, while acknowledging the negative aspect of this kind of public investment, we must also allow that there are positive aspects, when viewed over the long term. The greatest of these is surely that public investment (made up till now) has formed and provided vital social infrastructure. Everyone can testify to the usefulness of the Tokaido Shinkansen, the metropolitan highway system and the Meishin and Tomei highway systems, from the perspective of ‘cost and benefit.’ There are surely no convincing arguments at this time that these facilities would have been better built and operated by private sector concerns. To use a somewhat symbolic turn of phrase, it is a tragedy of public investment that the Tokaido Shinkansen was succeeded by the ‘Seibi Shinkansen’ and metropolitan highway by the Tokyo Bay Aqua-line.

Moreover, since 1964, the year of the Tokyo Olympics, in 35 years Japan’s GDP has increased five-fold and the scale of public investment has also increased five-fold, in actual terms.

What if public investment were diverted to defense spending?

Let us return to the positive aspects. Here, we will focus on the fact that public investment has up till now provided necessary social infrastructure and that this has had a positive effect on economic activity overall. Therefore, let us consider what would have happened if Japan had allocated a greater military and defense expenditure and that public investment had been reduced by that much. As an example, we may consider ‘by how much would Japan’s GDP have fallen if the construction costs of the Tokaido Shinkansen had been used on missiles and military personnel?’.

In the post-war era, that Japan, while part of the cold war structure, pursued the path of economic priority, and the realization of rapid economic growth is surely due in no small part to the Japan-U.S. Security Pact and the effect of the ‘peace dividend’ that it afforded. Let us calculate the effect via the positive effect of public expenditure. ‘What would happen if the actual expenditure on defense were not limited to within 1%, but 2%, 3%, or even 5%, and public expenditure were restricted by that amount?’ It is unlikely that we would see a significant change within one to two years. But what if this situation were to continue for 30 odd years?

As a background to this question, there is our awareness of the issue with regard to China today. China’s military spending is estimated to be somewhere in the region of 5% of GDP. But what if some of that expenditure were to be diverted toward the provision of social infrastructure? If the economic effect of public investment were to exceed that of defense spending, surely this would be preferable not only to China’s neighbors, but also to China herself? ——— While expecting this kind of implication, we took Japan’s statistics and attempted to describe the economic contraction of a ‘hypothetical military superpower.’

A significant impact on GDP after 30 years

Let us start by looking at the results of the simulation. While a certain part of public investment contributes to the formation of social capital, defense spending does not.⁽¹⁾ Because of this difference, the impact on GDP in the long run is different. For example, if we imagine that defense spending as a percentage of GDP since 1970 had been 1% greater, and that public investment had been curtailed by that much, 28 years later, in 1997, GDP (actual figures, hereunder the same) would have been 3 to 5.5% lower. Social capital stock would have shrunk by 58 trillion yen (15%).

Therefore, following this extension, defense spending at the rate of 3% of GDP would have resulted in a 6 to 11% shrinkage in GDP by 1997. Defense spending at the rate of 5% of GDP would have resulted in a 12 to 22% shrinkage in GDP.

It must be acknowledged that the 'peace dividend' has indeed been considerable. If the same analysis is applied to China, it can be seen that a reduction in military spending would possibly result in accelerating the economic growth of China.

Simulations

Our test calculations place much importance on the 'productivity effect of social capital,' mentioned at the outset. In other words, we are focussing on a supply-side route that describes the path 'public investment → increased social capital → improved private sector capital productivity → increased GDP.'

By just how much is private sector capital productivity improved by increased social capital? — In the case of Japan, the effect (elasticity of GDP with respect to social capital: β) will be different according to the timing. Naturally, social capital created in the '70s had a greater impact than that of the '90s. Therefore, we applied our test calculations to the following three periods. The total period for which data are available (1970 to 1997)⁽²⁾ (Case A), the period excluding the '90s, when the effect of public investment was being thrown in to question (1970 to 1989) (Case B) and the '70s, which may be regarded as analogous to China's current stage of development (1970 to 1979) (Case C). — The elasticity value β was estimated in each case and three different values calculated for the likely impact on GDP in each case. This is the reason for the gap in the impact on GDP.

Moreover, the 'multiplier effect' of public investment has not been taken into consideration. Which means in effect that we considered that the multiplier effect would vanish over the long term. This nature can be seen in the macro-econometric models, produced by the Economic Planning Agency and others. In theory, one could think of this as the 'non-Keynesian effect' of public investment. In other words, if one considers the long term, where prices and interest rates are in equilibria, first, public investment leads to rising interest rates, that will crowd out private sector demand. Second, in an open economy, a strong domestic currency brings about export reductions and import increases, a phenomenon called 'Mundel - Fleming effect.' Finally, worsening financial situations give rise to worries of future tax increases, resulting in the contraction of household spending and industrial investment. Through these three paths, 'multiplier effect' fades out. There is a dispute in economics over the so-called 'non-Keynesian effect,' and several analyses have been presented. However, in the case of this simulation, the premise that the multiplier effect of public investment will be reduced to zero in the future is not required. It is sufficient to assume that, over the long term, it will reduce to around the same level as defense spending (for example, unity). If we do not take the multiplier effect into account, or simply consider that, the multiplier effects of public investment and defense spending will be close in the long run, then the difference between the two is only whether they contribute to the formation of social capital, or not.

We established the following premises before making our test calculations. Taking the total budget amount as the same, we simply assumed a transfer of funds from public investment to defense spending. Also, from statistical information such as the Economic Planning Agency's 'National Accounts Report,' we assume that, while defense spending does not contribute to the formation of social capital, around 60% of public investment accumulate as social capital.

Details of calculation results

The specific figures in each case are as described below. The two different policies (the current policy and one which assumes defense spending in excess of 1% of GDP, with public investment reduced by that much) were assumed to have continued for a period of 28 years until 1997, and compared at 1997 levels.

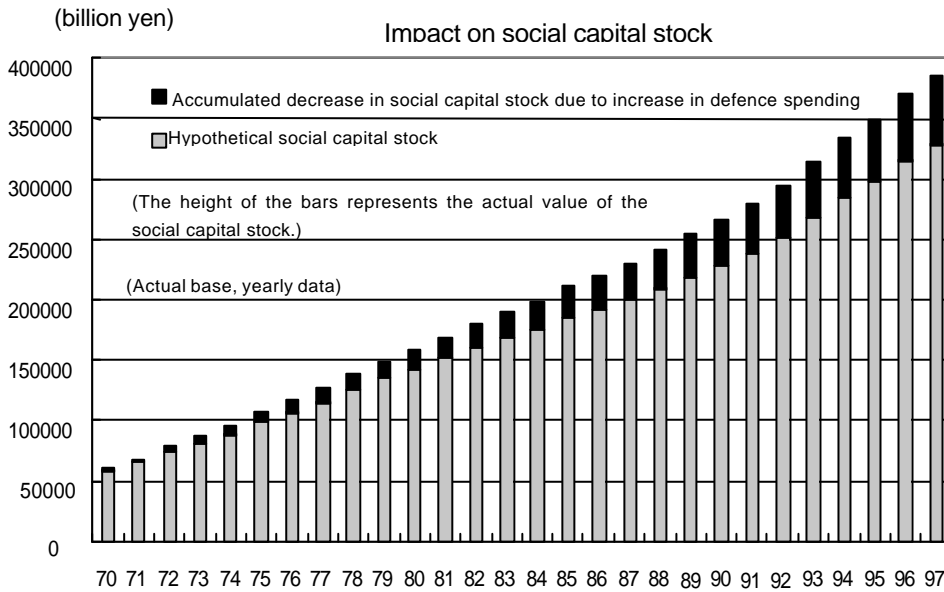
	(actual results)	(case)	(case)	(case)
Real social capital stock	386	328	as left	as left
Real GDP	492	477	470	465

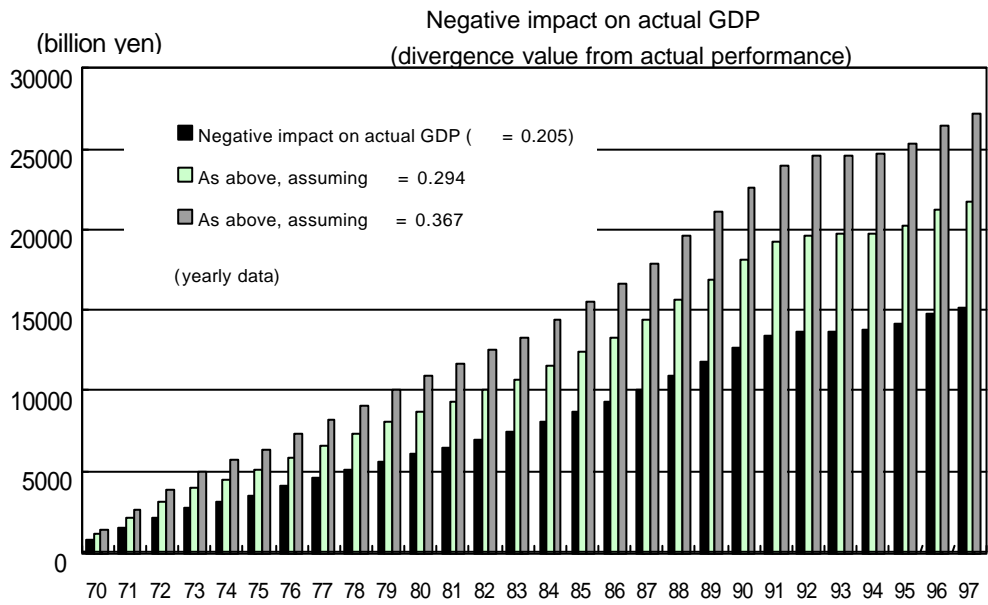
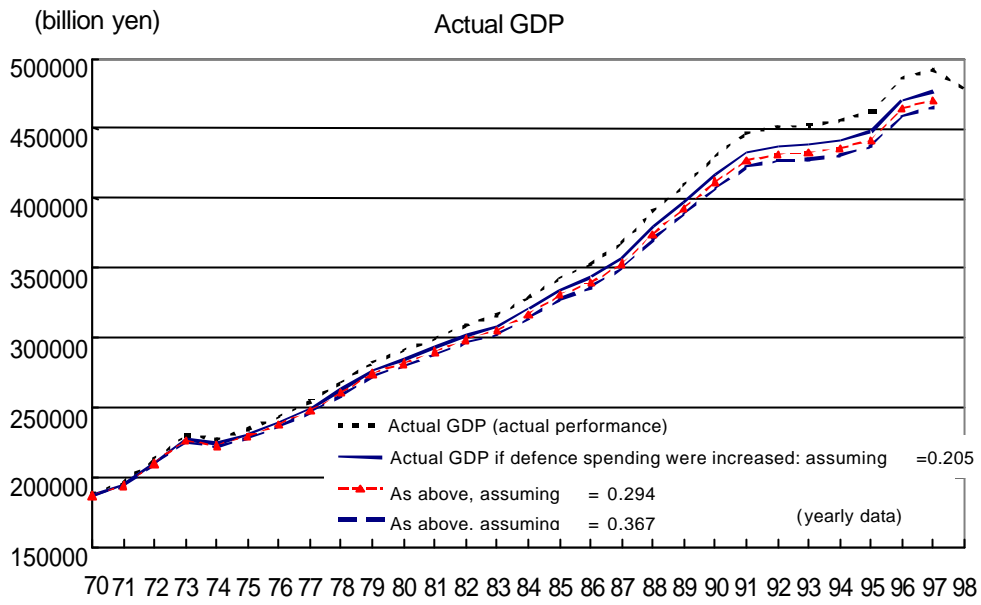
(Unit: one trillion yen)

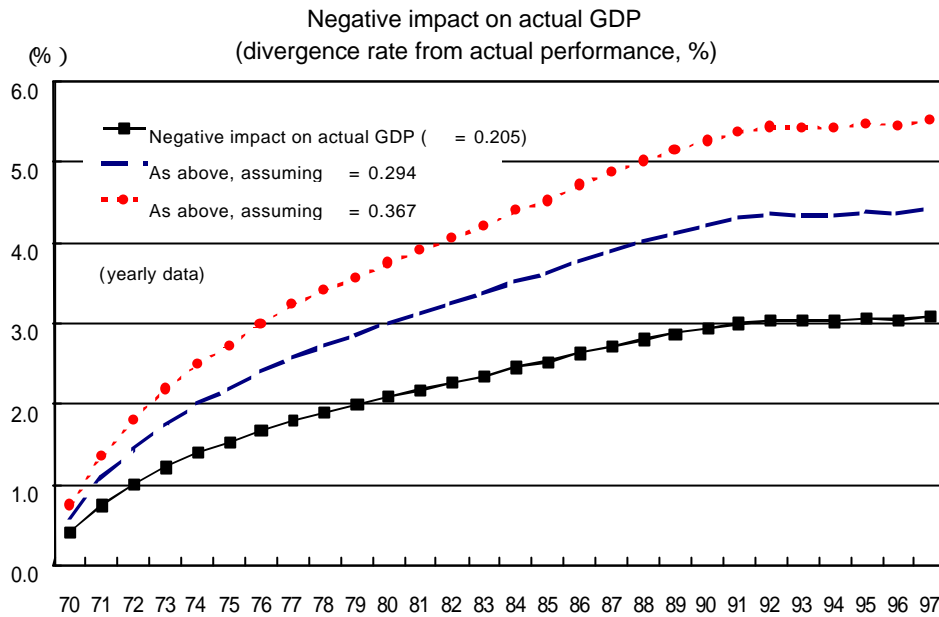
Divergence of the figures of each hypothetical case from the actual figures

	(case)	(case)	(case)
Real social capital stock	58 trillion yen (15.0%)	as left	as left
Real GDP	15 trillion yen (3.1%)	22 trillion yen (4.4%)	27 trillion yen (5.5%)

The difference in social capital stock is 58 trillion yen, and in real GDP, differences of between 15 trillion yen (3.1%) and 27 trillion yen (5.5%) are observed, depending on the case. The four graphs below illustrate the comparisons of secular changes from 1970 onward.







Refer to (Note 3)

Details of calculation method

The calculation procedures were carried out through the following two stages.

- (1) Estimate to what extent public investment is accumulated as social capital.
(separation of government consumption and public fixed capital formation)
- (2) Calculate to what extent additional social capital would create added value (real GDP)
(estimate of the elasticity of real GDP with respect to the real social capital stock)

The whole story of the simulation through step (1) and (2) can be summarized as follows.

For each year, 1% of the realized nominal GDP goes as additional defense spending. The deflator of general government fixed assets is used to find what percentage of actual social capital stock this converts into. Of this, 60.57%, which leads to a net increase in capital stock, becomes the reduction in actual capital stock.

The amount of reduction for each year is accumulated and these accumulated values are multiplied by three different elasticities, depending on case , , and . Finally, the impact on actual GDP is calculated.

The details of Step (1) are as follows.

1. Military spending is increased by over 1% of the nominal GDP, and public investment spending reduced by that amount. In other words, the overall budget total does not change.
2. Military spending is consumption, and does not generate any stock. This is based on the idea that, statistically, the percentage of defense spending classified under fixed capital formation is zero (Economic Planning Agency 'National Accounts Report' General Government Spending by Purpose).
3. 67.3% of public investment is accumulated as social capital stock (this figure was adopted because, based on the same statistics as the above, the ratio of regional development spending

classified under capital formation was 67.3%, on average, between 1970 to 1997). Further, of this, 10% is used for maintenance and repair so that $67.3\% \times 0.9 = 60.57\%$ is assumed to contribute to the net increase in social capital stock.

4. The deflator of general government fixed assets is used to find what percentage of actual social capital stock 1% of the realized nominal GDP for each year converts into. This amount is taken as the amount by which the actual social capital stock is reduced. The reduction amount for each year is accumulated and subtracted (from the actual performance figures) to give time series data for actual social capital stock (in the hypothetical cases).

The details of Step (2) are as follows.

By increasing social capital stock by 1%, productivity of private capital (and also real GDP) will increase

- 0.205% (estimated over 28 years, 1970 to 1997)
- 0.294% (estimated over 20 years, 1970 to 1998)
- 0.367% (estimated over 10 years, 1970 to 1979)

The meanings of the estimate periods are

- Period : Total period over which data can be obtained. (Subject period of survey)
- Period : The period excluding the '90s, when the effect of public investment was being thrown in to question
- Period : The period which may be regarded as analogous to China's current stage of development. By multiplying the (estimated) elasticity value by the rate of divergence between actual and hypothetical social capital obtained in (1), we can calculate the impact on actual GDP.

The following model was used in the estimation of the elasticity, .

Production function including social capital stock can be considered as follows.

$$y = f (K_p , K_G , L) = C \cdot K_p L K_G$$

- y : Actual GDP
- K_p : Actual private sector corporate capital stock (multiplied by the rate of operation)
- K_G : Social capital stock
- L : Labor input (employed population multiplied by the average working hours)
- C : Constant (efficiency parameter)

Here, with regard to K_p and L, homogeneous of degree 1 is assumed: $\alpha + \beta = 1$.

OLS was applied to estimate the following reduced form⁽⁴⁾.

$$\ln (y / K_p) = \ln C + \alpha \ln (L / K_p) + \beta \ln (K_G)$$

The results of the estimates are as follows.

	(1970 to 1997)	(1970 to 1989)	(1970 to 1979)
Estimator of	0.205 (4.40)	0.294 (6.66)	0.367 (4.54)
Estimator of	0.705 (13.7)	0.844 (15.7)	0.916 (7.51)
Coefficient of determination	0.992	0.992	0.959
Durbin Watson d statistics	0.608	0.707	0.920

Figures in parentheses () are t statistics.

Notes

(1) According to the ‘General government expenditure by item’ in the Economic Planning Agency’s ‘National Accounts Report,’ all defense spending is classified under government consumption. However, in actuality, defense spending induces the formation of private sector capital stock through orders received to the private sector. This way of thinking is when seen from the input aspect, and approximately half of defense expenditure is taken as interim input. However, even in the case of public investment (seen from the classifications of housing and regional development), around two thirds becomes interim input, and the inducing effect of private sector capital formation is present in both cases. In this simulation, the effect is assumed to be the same for both cases. Judging from the ratio of interim input, the inducing effect of public investment is greater than that of defense spending. In this case, this should be read as meaning ‘at least the figures of this analysis show the effect of public investment as being the greater.’ However, given the view that the spillover effect of research and development into other technological fields is greater in the case of military spending than in the formation of social capital, the argument becomes more complex. In this essay, the spillover effect of technology is abstracted.

(2) Basic data such as GDP statistics, etc., are available from 1955, but because of the restrictions of the ‘General Government Spending by Purpose’ (Economic Planning Agency ‘National Accounts Report’), as of December, 1999, data sets are only available for 1970 to 1997.

(3) The reason of concave impact on GDP, as this chart illustrates, is as follows.
 In the production function, ϵ is the elasticity of GDP with respect to the real social capital, $K G_t$, so if other factors such as labor input are abstracted and simplified, they are expressed as
 $\ln y_t = \alpha + \epsilon \ln K G_t$
 (given that $0 < \epsilon < 1$, then $(y_t, K G_t)$ itself is concave.

Further, the reduced real social capital stock, as the result of increased defense spending is expressed as

$(1 - \tau_t) K G_t$ ($0 < \tau_t < 1$, where τ_t is the reduction rate), and if the corresponding real GDP is y^1_t , this follows

$$\ln y^1_t = \alpha + \epsilon \ln (1 - \tau_t) K G_t$$

Here, $\tau_t / t > 0$, $\tau^2_t / t^2 < 0$ ($t = \text{time}$) ($0 < \tau_t < 1$)

(The social capital stock reduction ratio is around 2% in 1970, but as a result of yearly accumulation, it rises to around 15% in 1997. However, the rate of increase is diminishing successively.)

In the graph on pp6, the lateral axis represents time (t), and the vertical axis is

$$\begin{aligned} & (y_t - y^1_t) / y_t - (y_t - y^1_t) / y^1_t = \ln (1 + (y_t - y^1_t) / y^1_t) \\ & = \ln (y_t / y^1_t) = \ln y_t - \ln y^1_t = \{ \ln K G_t - \ln (1 - \tau_t) K G_t \} \\ & = - \ln (1 - \tau_t) = g(\tau_t) \end{aligned}$$

(by Taylor expansion to the 2nd order)

$g(\cdot)$ is concave if and only if

$$g' / t > 0 \text{ and } g'' / t^2 < 0$$

$$g' / t = (g' / \tau_t) (\tau_t / t) = \{ (1 - \tau_t) \} (\tau_t / t) > 0$$

(by $0 < \tau_t < 1$, $0 < \tau_t < 1$ and $\tau_t / t > 0$)

$$g'' / t^2 = (g'' / \tau_t^2) (\tau_t / t)^2$$

$$= \{ (g'' / \tau_t^2) (1 - \tau_t) \} (\tau_t / t)^2 < 0$$

and together prove concavity.

(4) The framework is the same as the 1996 ‘Economic White Paper’ (ESP pp.118), but the ad-hoc impression of converting the concept to formulae is difficult to remove. However, this specification may be justified by the following specimetrics.

Considering Cobb-Douglas type of production function, the following 14 types depending on formulae and parameter restrictions were checked.

- $y = A K^{\alpha} L^{\beta} G^{\gamma}$, without restrictions on α , β , and γ
- ' In γ , it is assumed that $A = C e^{-\gamma T}$ (T : time)
 $y = A K^{\alpha} L^{\beta} G^{\gamma}$, $\alpha + \beta + \gamma = 1$
- ' In γ , it is assumed that $A = C e^{-\gamma T}$ (T : time)
 $y = A K^{\alpha} L^{\beta} G^{\gamma}$, $\alpha + \beta = 1$
- ' In γ , it is assumed that $A = C e^{-\gamma T}$ (T : time)
 $y = A K^{\alpha + 1/n_G} L^{\beta}$, without restrictions on α , β , and γ
- ' In γ , it is assumed that $A = C e^{-\gamma T}$ (T : time)
 $y = A K^{\alpha + 1/n_G} L^{\beta}$, $\alpha + \beta = 1$
- ' In γ , it is assumed that $A = C e^{-\gamma T}$ (T : time)
 $y = A K^{\alpha} L^{\beta + 1/n_G}$, without restrictions on α , β , and γ
- ' In γ , it is assumed that $A = C e^{-\gamma T}$ (T : time)
 $y = A K^{\alpha} L^{\beta + 1/n_G}$, $\alpha + \beta = 1$
- ' In γ , it is assumed that $A = C e^{-\gamma T}$ (T : time)

From γ onwards, the specifications are based on the premise that 'social capital is not related directly to production, but contributes to productivity growth via improvement of the private sector productivity. The respective reduced forms for the above are as follows.

- $\ln y = \ln A + \alpha \ln K + \beta \ln L + \gamma \ln G$
- ' $\ln y = \ln C + \alpha \ln K + \beta \ln L + \gamma \ln G + \text{time}$
 $\ln(y/L) = \ln A + \alpha \ln(K/L) + \gamma \ln(G/L)$
- ' $\ln(y/L) = \ln C + \alpha \ln(K/L) + \gamma \ln(G/L) + \text{time}$
 $\ln(y/L) = \ln A + \alpha \ln(K/L) + \gamma \ln G$
- ' $\ln(y/L) = \ln C + \alpha \ln(K/L) + \gamma \ln G + \text{time}$
 $\ln y = \ln A + \alpha \ln K + \beta \ln L + (\ln G)(\ln K)$
- ' $\ln y = \ln C + \alpha \ln K + \beta \ln L + (\ln G)(\ln K) + \text{time}$
 $\ln(y/L) = \ln A + \alpha \ln(K/L) + (\ln G)(\ln K)$
- ' $\ln(y/L) = \ln C + \alpha \ln(K/L) + (\ln G)(\ln K) + \text{time}$
 $\ln y = \ln A + \alpha \ln K + \beta \ln L + (\ln G)(\ln L)$
- ' $\ln y = \ln C + \alpha \ln K + \beta \ln L + (\ln G)(\ln L) + \text{time}$
 $\ln(y/L) = \ln A + \alpha \ln(K/L) + (\ln G)(\ln L)$
- ' $\ln(y/L) = \ln C + \alpha \ln(K/L) + (\ln G)(\ln L) + \text{time}$

As a result, we have chosen to use γ . However, the reduced form for estimation is arranged so that it coincides with that in 1996 Economic White Paper as in pp7. The estimation results of the 14 types are shown in the following page.

According to the results, candidates for appropriate specification are γ , δ , and ϵ . Because the parameter estimators of δ and ϵ are close, instead of δ was selected for easier interpretation. Then, for γ , δ , and ϵ comparisons were conducted from three perspectives: (a) AIC and Amemiya's PC (b) the normality of regression residuals and (c) Non-nested hypothesis test.

	Estimator of L is negative.	'	As left
	Estimators (t-statistics) lnA 2.70 (51.1) ln(K/L) 0.31 (8.78) ln(G/L) 0.21 (6.11) R2adj 0.995 DW 0.746	'	Parameter of time is not statistically significant.
	Estimators (t-statistics) lnA 1.36 (5.13) ln(K/L) 0.30 (5.74) ln(G) 0.20 (4.39) R2adj 0.993 DW 0.604	'	Parameter of time is not statistically significant.
	Estimator of L is negative.	'	Estimators of L and time are negative.
	Parameter of (K/L) is not statistically significant.	'	Parameters of (K/L) and time are not statistically significant.
	Estimator of L is negative to a great extent, resulting in the negative elasticity of y with respect to L, expressed as + lnG.	'	As left In addition, estimator of time is negative.
	Estimators (t-statistics) lnA 2.02 (6.62) ln(K/L) 0.39 (4.78) lnGlnL 0.015 (1.62) R2adj 0.989 DW 0.648	'	Estimators (t-statistics) lnC 3.06 (4.66) ln(K/L) 0.22 (1.85) lnGlnL 0.012 (1.39) time 0.011 (1.77) R2adj 0.990 DW 0.486

- (a) AIC (Akaike Information Criterion) and Amemiya's Prediction Criterion
 $AIC = \ln(e'e/n) + (2k/n)$, Amemiya's $PC = (e'e/(n - k))(1 + k/n)$
 where $e'e$: sum of squared residuals , n : number of observations,
 k : number of parameter estimators, including the constant term
 Each criterion thus expressed shows that

AIC	Amemiya's PC
- 7.628	0.0005
- 7.156	0.0008
- 7.207	0.0007

the order > > ' is the most preferable.

- (b) The normality of regression residuals
 In this case, Jarque-Bera's normality test (JB test) was conducted.
 Based on the hypothesis $e \sim N(0, \sigma^2)$
 $JB = n [S^2/6 + (K - 3)^2/24] \sim \chi^2(df=2)$ (asymptotic distribution)

JB statistics	p value	
0.1022	0.9502	Critical value of $\chi^2(df=2)$ is 5.9915 (5%)
0.6487	0.7230	
0.0181	0.9910	

From these results, the null hypothesis $e \sim N$ is not rejected ; normality is 'accepted.'

(c) Non-nested hypotheses tests

In order to select one out of two different specifications, there are methods of non-nested hypotheses test. Representative of these is Davidson-Mackinnon J test. If this is applied,

and
Does the prediction generated by β_1 improve the explanatory power of β_2 ?
----- yes (t=7.92) Critical value of t (df=24) is 2.064 (both sides).
Does the prediction generated by β_2 improve the explanatory power of β_1 ?
----- yes (t= - 5.49) Critical value of t is same as above.
and
Does the prediction generated by β_1 improve the explanatory power of β_3 ?
----- yes (t=7.18) Critical value of t (df=24) is 2.064 (both sides).
Does the prediction generated by β_3 improve the explanatory power of β_1 ?
----- no (t=-0.28) Critical value of t is same as above.

From these results we can say that $\beta_1 > \beta_2$, although nothing can be said with regard to β_1 and β_3 .

In consideration of the results of (a) to (c), specification β_1 was chosen.

However, the Durbin Watson d statistics suggests positive serial correlation in all four candidates, so there is a need for further consideration about specification. If we simply treat it as a serial correlation, then the issue is resolved by the application of FGLS such as Hildreth-Lu method or Cochrane-Orcutt method, etc. In the case of β_1 , using the Cochrane-Orcutt method will give the following results. However, to treat the matter only as serial correlation is rather premature, and further consideration about specification, such as Translog function, is necessary.

LnA	0.48 (1.14)	R ² adj	0.997
Ln(K/L)	0.14 (2.34)	DW	1.335
LnG	0.36 (5.90)	Figures in parentheses () indicate t statistics.	

Reference

- Asako, Kazumi et al. (1994) 'Productivity of Social Capital and the Economic Welfare of Public Investment' ('Economic analysis' No. 135)
- Aschauer, David Alan (1989) "Is Public Expenditure Productive?," Journal of Monetary Economics 24 pp.171-188
- Economic Planning Agency 'National Accounts Report' 1998
- Economic Planning Agency 'Economic White Paper' 1996
- Ford, R. and Porter, P.(1991) "Infrastructure and Private-sector Productivity," OECD Department of Economics and Statistics Working Papers
- Ohgawara, Toru (1995) 'Productivity of Social Capital: Analysis of the Impact on Local Economy' ('Electric power economic research' No. 34)
- Otto, Glenn D. and Voss, Graham M. (1996) "Public Capital and Private Production in Australia," Southern Economic Journal 62 pp.723-738
- Otto, Glenn D. and Voss, Graham M. (1998) "Is Public Capital Provision Efficient?" Journal of Monetary Economics 42 pp213-217
- Yoshino, Naoyuki et al. (1999) 'Effects of Public Investment' (Hihon Hyoron-sha)

公共投資と防衛費支出

主任研究員 長島直樹

【目次】

- 1 . 公共投資「性悪説」と社会インフラ
- 2 . 防衛費に消えていたら
- 3 . 30年続くと GDP は大差に
- 4 . シミュレーションの考え方
- 5 . 試算結果の詳細について
- 6 . 試算方法の詳細について

【要旨】

- 1 . 従来型の公共投資は近年、非難的になっている。景気対策の際に話題になる乗数効果も以前よりは薄れている可能性が高い上、硬直的な予算配分など問題は確かに多い。ただ土木中心の従来型公共投資も、社会資本の形成を通じて民間部門の生産性向上に寄与してきたことは事実である。
- 2 . 高度成長期以降、このような公共投資を減額し、その分が例えば防衛費支出に消えていたとすれば社会資本の形成は遅れていた。結果的に生産性上昇率の低下を通じて成長率も伸び悩んでいた可能性がある。この効果は短期間には現れないが、20~30年といった長期間続くと顕著になる。
- 3 . 社会資本の生産力効果を推計すると、1970~1997年平均で「社会資本が1%増加すると民間資本の生産性は0.2%上昇する」という結果になる。公共投資の約6割が新たな社会資本形成に寄与する想定のもとで、公共投資の一部が防衛費に消失していたとする想定ケースをGDPベースで試算してみた。
- 4 . 1970年以降、日本の防衛費がGDP比約1%ではなく2%で推移したと仮定すると、97年の社会資本は実際よりも58兆円(15%)圧縮され、実質GDPは3.1~5.5%低下していたことになる。「平和の配当」は大きかったと言わざるを得ない。
- 5 . 中国は現在GDP比約5%の軍事費支出を行なっていると言われるが、もし1%でも圧縮し、社会インフラの整備に回せば、その中長期的な効果は大きいことが想像される。中国の軍縮は中国自身の経済発展にとっても好ましいことではなかろうか。

公共投資「性悪説」と社会インフラ

景気刺激策をはじめとしたファインチューニングの効果については、経済学史上の一大論争テーマであるばかりでなく、行財政改革と絡んで現実的な理由からも議論が繰り返されてきた。こうした中で公共投資の政策効果に対する疑問はしばしば浮上したが、90年代に入ってからには特に問題視されている。バブル崩壊後、数度にわたって繰り返された大型景気対策、にもかかわらずかばかしくない実体経済の動き、そして急増する財政赤字

このような状況の中、ややヒステリックともいえるトーンで従来型の公共事業に対する「性悪説」が蔓延するのは不思議なことではない。

また、「公共投資の乗数効果」、つまり需要全体への波及効果が低下しているのも事実であろう。経済白書(1996年版)においてすらその事実を認め、乗数は限りなく1に近い(需要創出は公共投資の支出額に限定される)ことを示唆している。また、硬直化した予算配分や一部の国会議員による近視眼的かつ地元利益優先の姿勢に憤りを覚えるのはごく自然な感情のように思う。

しかし、こうした公共投資の負の面を承知した上でなお、長期的にみればプラスの面があることも認めねばなるまい。その最大のものは「これまで公共投資が重要な社会インフラを形成・提供してきたこと」に求められるであろう。東海道新幹線、首都高速道路、名神・東名高速道路の有用性は「費用と便益」の観点からも万人が認めるところであるし、こうした施設が民間企業によって作られ、運営されたほうが良かったとする説得力のある説明は今のところないように思う。やや象徴的な言い方をすれば、東海道新幹線が整備新幹線に、首都高速道路が東京湾アクアラインに脈々と受け継がれてしまったことに公共投資の悲劇がある。しかも、東京オリンピックの開催された1964年以来、35年間で実質GDPは5倍に拡大したが、公共投資の規模も実質ベースできちんと5倍になっている。

防衛費に消えていたら

プラスの話に戻ろう。ここでは公共投資がこれまで必要な社会インフラを提供してきたこと、それが経済活動全体にとってプラスに作用したことに着目する。そして、もしも日本が軍事・防衛費支出をもっと必要とし、その分公共投資に回す予算が少なかったら、ということについて考えてみよう。たとえ話で、「もし東海道新幹線の建設費がミサイルや軍人の給与に消えていたら日本のGDPはどのくらい減ったのか」ということになる。

戦後の日本が冷戦構造に組み込まれながらも経済優先路線を走り、高度経済成長を実現できた背景には日米安保条約やその「平和の配当」効果も少しは寄与していたはずだ。その効果を公共投資のプラス効果を通じて試算してみよう。「もしも防衛費支出がGDP比1%内外ではなく、2%であったら？あるいは3%、もしくは5%だったら？そして、その分公共投資が圧縮されていたら？」。1~2年で大きな違いが生じるとは思いにくい。

しかし、30年も続いたらどうだろうか。

このようなことを考える背景には、現在の中国に対する問題意識もある。中国の軍事費支出はGDP比5%程度と推測されるが、もう少し社会インフラの整備に回してはどうだろうか。公共投資の経済効果が防衛費支出のそれを上回るなら、その方が周辺諸国のみならず中国自身にとっても望ましいことではないか。こうしたインプリケーションが得られることを期待しつつ、日本に関する統計を使って「仮想軍事大国」の経済的萎縮を描いてみた。

30年続くとGDPは大差に

シミュレーションの結論から紹介しよう。公共投資は一定の部分が社会資本形成に寄与する一方、防衛費は社会資本を形成しない⁽¹⁾。この違いを通じて、長期間では国内総生産(GDP)への影響が異なってくる。例えば1970年以降、防衛費がGDP比で実際よりも1%余分に支出され、その分公共投資が圧縮されていたと仮定すると、28年後の97年において、GDP(実質ベース、以下同)は3~5.5%低い水準にとどまる。社会資本ストック(実質ベース、以下同)は60兆円弱(約15%)実績よりも少なくなる。

したがって、この延長線で考えると、GDP比3%の防衛費であったら97年のGDPは6~11%小さい。GDP比5%の防衛費ならGDPは実際よりも12~22%も低下していたことになる。

「平和の配当」は大きかったと言わざるを得ない。この日本に関する分析が中国にもあてはまるとすれば、中国も軍縮によって経済成長をより目覚ましいものにすることが可能であることが示唆される。

シミュレーションの考え方

試算にあたっては、最初に述べたような「社会資本の生産性効果」を重視している。すなわち、「公共投資 → 社会資本の増加 → 民間セクターの資本生産性向上 → 実質付加価値(GDP)の増加」というサプライサイドの経路に焦点を当てている。

社会資本の増加はどの程度の民間資本の生産性向上をもたらすか。日本の場合は時期によってその効果(GDPの社会資本に関する弾性値:)が異なる。当然、70年代に作られた社会資本は90年代のそれよりもインパクトがあった。そこで、以下の3つの期間で推定を試みた。データ取得可能な全期間(1970~1997年)⁽²⁾(ケース)、公共投資の効果が疑問視されている90年代を除外した期間(1970~1989年)(ケース)、中国の現在の発展段階に見合うと推測される70年代(1970~1979年)(ケース)。それぞれのケースで弾性値 を推計し、GDPへのインパクトについても各々に対応して3通りの試算値を算出した。GDPへの影響に幅があるのはこのためだ。

なお、公共投資の「乗数効果」は織り込んでいない。つまり「長期では乗数効果が消滅する」と考えた。経済企画庁をはじめとする「マクロ計量経済モデル」などでも同様な結果になる。理論上は公共投資の「非ケインズ効果」を想起すればよい。つまり価格や金利が均衡に達する長期を考えるなら、公共投資が金利上昇につながり、民間需要をクラウドアウトすること、またはオープンエコノミーにおいては自国通貨高を通じて輸出減・輸入増を引き起こすこと（マンデル＝フレミング効果）あるいは財政悪化が将来の増税を連想させ、家計消費や企業の投資が萎縮すること（合理的な経済主体による「中立命題」）などを通じて「乗数効果」はフェード・アウトする。こうした「非ケインズ効果」についても経済学上の論争はあるし、いくつかの実証分析も提示されている。ただ、当シミュレーションの場合、公共投資の乗数が将来的にゼロになる前提は必要としない。長期的には防衛費支出と同じ程度（例えば1）まで低下すると考えれば十分である。乗数効果を考えない、あるいは公共投資と防衛費の乗数効果は長期では一致すると考えることによって、両者の違いはあくまで「社会資本の形成に寄与するか否か」という一点にしぼられる。

試算にあたっては以下のような前提を設けた。すなわち、予算の総額は同じで、単に公共投資から防衛費への振替えがあったとする。また、経済企画庁「国民経済計算年報」などの諸統計から、防衛費は社会資本の形成に寄与しない一方、公共投資はその約6割が社会資本として蓄積されると考えた。

試算結果の詳細について

ケースごとの具体的な数値は以下ようになる。異なった2つの政策（現実の政策、及び防衛費がGDP比で1%余分に支出され、その分公共投資が圧縮されたケース）が28年間続いた1997年（暦年）で比較すると、

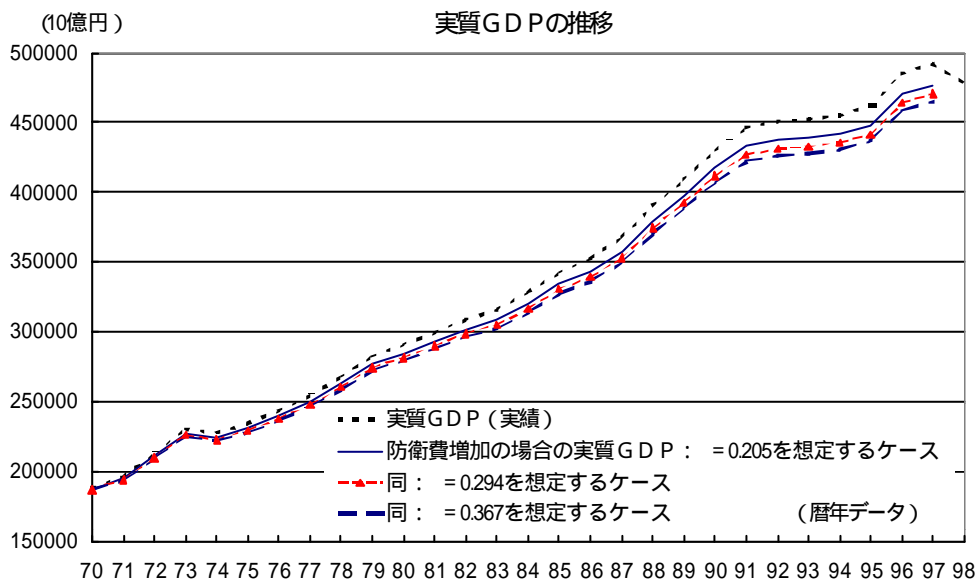
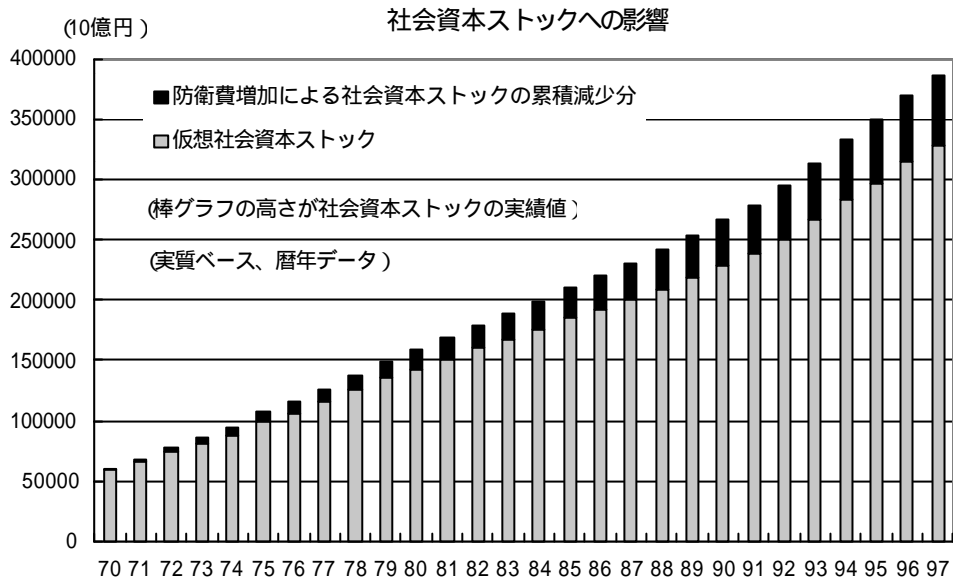
	(仮想ケース)		
	(実績)	(ケース)	(ケース)
実質社会資本ストック	386	328	同左
実質GDP	492	477	465

(単位：兆円)

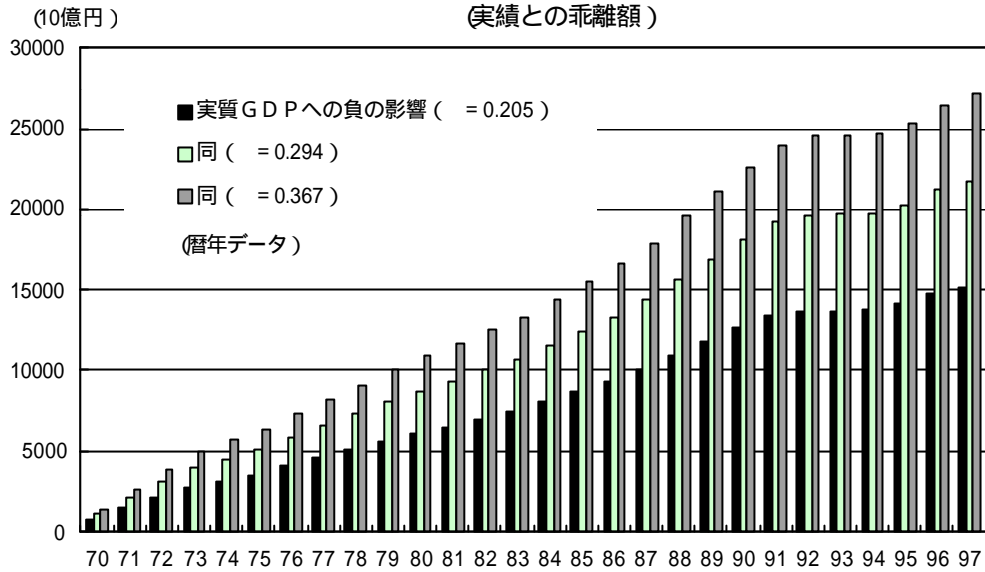
(実績) との乖離は、

	(ケース)	(ケース)	(ケース)
実質社会資本ストック	58兆円 (15.0%)	同左	同左
実質GDP	15兆円 (3.1%)	22兆円 (4.4%)	27兆円 (5.5%)

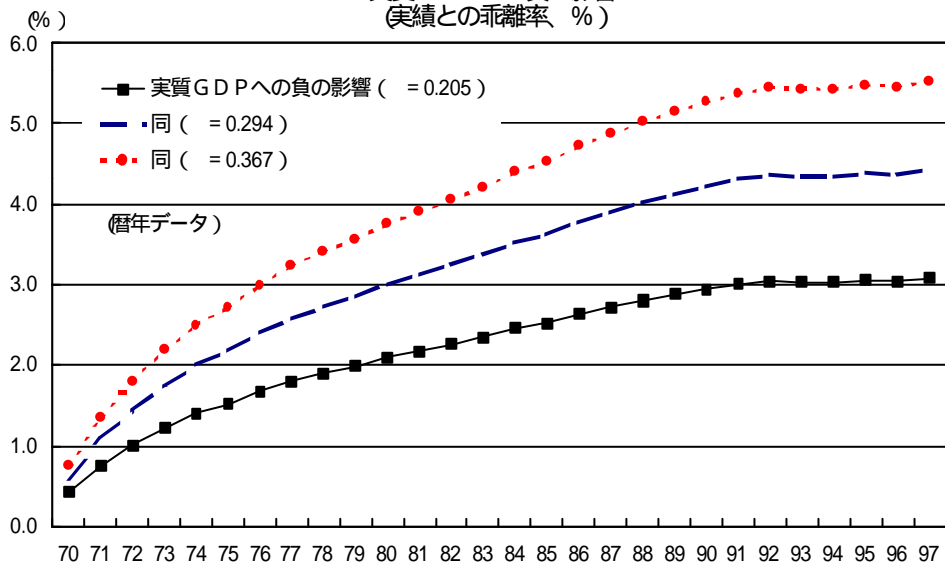
ようになる。社会資本ストックの差は実質ベースで58兆円、実質GDPはケースに応じて15兆円(3.1%)～27兆円(5.5%)の差を生じている。1970年以降の経年変化を比較したのが、以下4枚のグラフである。



実質GDPへの負の影響
(実績との乖離額)



実質GDPへの負の影響
(実績との乖離率、%)



(注3)を参照

試算方法の詳細について

試算の手順は以下のように 2 段階で行なった。

- (1) 公共投資が防衛費支出に比べて産業・生活基盤などの社会資本をどれだけ多く蓄積するかを見積る (政府消費支出と公的固定資本形成の切り分け)
- (2) 追加的な社会資本がどれだけ付加価値 (実質 GDP) を創出するか推計する (実質 GDP の実質社会資本ストックに関する弾性値の推定)

(1)(2) のステップをまとめると以下のような手順になる。各年に実現した名目 GDP の 1 % が追加的に軍事費支出となるため、これが実質社会資本ストック換算で何%になるか、一般政府の純固定資本デフレータを使って換算 (実質化) する。このうち、資本形成の純増につながる 60.57% が実質社会資本ストックの圧縮額になる。各年の圧縮額を累積し、この累積値に 3 種類の弾性値 (実質 GDP の社会資本ストックに関する弾性推定値) を乗じて実質 GDP への影響を試算する。

(1) に関する詳細は以下の通りである。

- 1 . 軍事費が実際に支出された額よりもさらに名目 GDP の 1 % 分余計に支出され、その分、公共投資は圧縮されたとする (したがって予算総額は変わらない)
- 2 . 軍事費支出は単なる支出であってストックは生まない。統計上、防衛費支出から固定資本形成に分類される割合はゼロであることに基く (経済企画庁「国民経済計算年報」の一般政府の目的別支出)
- 3 . 一方、公共投資はその 67.3% が社会資本ストックとして蓄積される (上と同じ統計で、地域開発から資本形成に分類される比率は 1970 ~ 1997 年の平均で 67.3% なので、この数字を使った)。また、この中でさらに 1 割は維持・補修に使われ、 $67.3\% \times 0.9 = 60.57\%$ が社会資本ストックの純増に寄与すると想定する。
- 4 . 各年に実現した名目 GDP の 1 % が実質社会資本ストック換算で何%になるか、一般政府の純固定資本デフレータを使って換算 (実質化) する。この値を実質社会資本ストックの圧縮額とみなす。この各年の圧縮額を累積し、(実績) から差し引くことによって (仮想ケース) の実質社会資本ストックの時系列データが得られる。

(2) に関する詳細は以下の通りである。

社会資本ストックが 1 % 増加することによって、民間資本ストックの資本生産性は (実質 GDP も同じ)

0.205% 向上 (GDP は増加) する (1970 ~ 1997 年の 28 年間で推計)

0.294% 向上 (GDPは増加) する (1970~1989年の20年間で推計)

0.367% 向上 (GDPは増加) する (1970~1979年の10年間で推計)

各推計期間の意味は

の期間：データの採れる全期間 (調査対象期間)

の期間：社会資本による生産性向上効果が疑問視されている90年代を除外

の期間：中国の発展段階に対応していると予想される70年代のみを対象

となる。これらの弾性値 (の推定値) に (1) で得られた実質社会資本ストックの乖離率 (実績と仮想ケースの乖離率) を乗じることによって実質 GDP への影響が試算できる。

弾性値の推定には以下のモデルを使用した。社会資本ストックを含めた生産関数を以下のように考える。

$$y = f(K_P, K_G, L) = C \cdot K_P^\alpha K_G^\beta L^\gamma$$

y：実質 GDP K_P ：実質民間企業資本ストック (稼働率で修正済み)

K_G ：社会資本ストック L：労働投入量 (就業人口 × 平均労働時間)

C：定数 (効率パラメータ)

ここで、 K_P , L に関して一次同次 ($\alpha + \beta + \gamma = 1$) を仮定して以下のような誘導型を OLS で推計した⁽⁴⁾。

$$\ln(y / K_P) = \ln C + \alpha \ln(L / K_P) + \beta \ln(K_G)$$

推計結果は以下の通り。

	(70~97年)	(70~89年)	(70~79年)
の推定値	0.205 (4.40)	0.294 (6.66)	0.367 (4.54)
の推定値	0.705 (13.7)	0.844 (15.7)	0.916 (7.51)
自由度調整済み決定係数：	0.992	0.992	0.959
ダービンワトソン比：	0.608	0.707	0.920
			() 内は t 値

(注)

(1) 経済企画庁「国民経済計算年報」の「一般政府の目的別支出」によると、防衛費はすべて政府最終消費支出に分類される。しかし、防衛費は民間への受注等を通じて民間資本ストックの形成を誘発している、という事実もある。これは投入面からみた場合の考え方であり、防衛費の約半分が中間投入になっていることに対応する。しかし、公共投資の場合も(住宅・地域開発の分類でみると)約3分の2が中間投入になっており、民間資本形成の誘発効果は双方に存在する。当シミュレーションでは「この効果は両者で等しい」と仮定していることになる。中間投入の割合からみれば、公共投資の民間資本形成誘発効果が防衛費のそれを上回ることになる。この場合は「少なくとも当分析の数値だけは公共投資の効果が上回る」と読みかえればよい。ただし、研究開発に伴う技術の他分野へのスピルオーバー効果が、社会資本形成よりも軍事費支出の方が高いと考えるなら、議論はもう少し複雑になる。このエッセイでは技術のスピルオーバー効果を捨象している。

(2) GDP統計など基礎的なものは1955年からのデータ取得が可能だが、「一般政府の目的別支出」(経済企画庁「国民経済計算年報」より)によって制約を受けるため、1999年12月現在、1970~1997年までのデータセットしか得られない。

(3) インパクトを示すグラフの形状が逓減型(concavity)を示す理由は以下の通り。

生産関数では、実質GDP(y_t)の実質社会資本(KG_t)に対する弾性値を推定しているの、労働投入など他の要因を捨象して単純化すると、

$$\ln y_t = \alpha + \ln KG_t$$

と表される($0 < \alpha < 1$ より、(y_t, KG_t)自身も形状はconcaveになる)

また、「防衛費増加 公共投資減少」の結果として圧縮された実質社会資本ストックを

$(1 - \tau_t) KG_t$ ($0 < \tau_t < 1$, 圧縮率 τ_t)と表し、これに対応する実質GDPを y^1_t とすると、

$$\ln y^1_t = \alpha + \ln (1 - \tau_t) KG_t$$

と書ける。ここで、 $\tau_t / \tau_{t-1} > 0$, $\tau_t^2 / \tau_{t-1}^2 < 0$ (t は時間) ($0 < \tau_t < 1$)

(データ付録、pp9を参照。社会資本ストックの圧縮率は70年で2%程度だが、各年で累積される結果、97年では約15%に上っている。しかしその増え方は率ベースで見ると逓減している)

pp5の下グラフでは、ヨコ軸は時間(t)

タテ軸は $(y_t - y^1_t) / y_t = (y_t - y^1_t) / y^1_t \ln(1 + (y_t - y^1_t) / y^1_t)$

$$= \ln(y_t / y^1_t) = \ln y_t - \ln y^1_t = \{ \ln KG_t - \ln (1 - \tau_t) KG_t \} \quad (\alpha \text{より})$$

$$= - \ln(1 - \tau_t) = g(\tau_t) = \tau_t - (1/2)\tau_t^2 \quad (2 \text{次までのテーラー展開による})$$

concavityのための必要十分条件は $g' / \tau_t > 0$ かつ $g'' / \tau_t^2 < 0$

$$g' / \tau_t = (g' / \tau_t) (\tau_t / \tau_t) = \{ (1 - \tau_t) \} (\tau_t / \tau_t) > 0$$

($0 < \tau_t < 1$, $0 < \tau_t < 1$ 及び τ_t より)

$$g'' / \tau_t^2 = \tau_t \{ (1 - \tau_t) \} (\tau_t / \tau_t)$$

$$= \{ (\tau_t / \tau_t) (1 - \tau_t) \} (\tau_t / \tau_t) + (1 - \tau_t)^2 / \tau_t^2 < 0 \text{-----}$$

、 τ_t より concavity が示された。

(4) 考え方は1996年「経済白書」(ESP pp.118)と同様だが、定式化についてはアドホックな印象も拭えない。しかしこの選択は以下のような考察(specimetrics)に基くものである。

コブ・ダグラス型の生産関数を基本としながらも、定式化と係数制約について以下のように14種類の可能性を考えた。(単純化のため、ここでは本文中の K_p を K 、 K_g を G と表記している)

- $y = A K L G$, , , に制約なし
- ' で $A = C e^{-T}$ (T:time)としたもの
- $y = A K L G$, + + = 1
- ' で $A = C e^{-T}$ (T:time)としたもの
- $y = A K L G$, + = 1
- ' で $A = C e^{-T}$ (T:time)としたもの
- $y = A K^{1/n_K} L$, , , に制約なし
- ' で $A = C e^{-T}$ (T:time)としたもの
- $y = A K^{1/n_K} L$, + = 1
- ' で $A = C e^{-T}$ (T:time)としたもの
- $y = A K L^{1/n_L} G$, , , に制約なし
- ' で $A = C e^{-T}$ (T:time)としたもの
- $y = A K L^{1/n_L} G$, + = 1
- ' で $A = C e^{-T}$ (T:time)としたもの

以降は、「社会資本は直接生産に関わるわけではなく、民間資本や労働投入の効率改善を經由して生産性の向上に寄与する」という考え方に基く定式化ある。上に対応するそれぞれの誘導型は、

- $\ln y = \ln A + \ln K + \ln L + \ln G$
- ' $\ln y = \ln C + \ln K + \ln L + \ln G + \text{time}$
- $\ln(y/L) = \ln A + \ln(K/L) + \ln(G/L)$
- ' $\ln(y/L) = \ln C + \ln(K/L) + \ln(G/L) + \text{time}$
- $\ln(y/L) = \ln A + \ln(K/L) + \ln G$
- ' $\ln(y/L) = \ln C + \ln(K/L) + \ln G + \text{time}$
- $\ln y = \ln A + \ln K + \ln L + (\ln G)(\ln K)$
- ' $\ln y = \ln C + \ln K + \ln L + (\ln G)(\ln K) + \text{time}$
- $\ln(y/L) = \ln A + \ln(K/L) + (\ln G)(\ln K)$
- ' $\ln(y/L) = \ln C + \ln(K/L) + (\ln G)(\ln K) + \text{time}$
- $\ln y = \ln A + \ln K + \ln L + (\ln G)(\ln L)$
- ' $\ln y = \ln C + \ln K + \ln L + (\ln G)(\ln L) + \text{time}$
- $\ln(y/L) = \ln A + \ln(K/L) + (\ln G)(\ln L)$
- ' $\ln(y/L) = \ln C + \ln(K/L) + (\ln G)(\ln L) + \text{time}$

結果的に $\ln y$ を採用することになるが、誘導型は経済白書の方式(本文中)とした。 $\ln y$ のパラメータ推計値はいずれの誘導型を使っても同じになる。この *specimetrics* の過程では、比較を容易にするため、説明変数は $\ln y$ もしくは $\ln(y/L)$ に統一している。推計結果は以下の通り。

Lのパラメータ推計値の符号がマイナス	'	同左
パラメータ推計値 (t 値) lnA 2.70 (51.1) ln(K/L) 0.31 (8.78) ln(G/L) 0.21 (6.11) R2adj 0.995 DW 0.746	'	timeのパラメータ推計値が有意でない
パラメータ推計値 (t 値) lnA 1.36 (5.13) ln(K/L) 0.30 (5.74) ln(G/L) 0.20 (4.39) R2adj 0.993 DW 0.604	'	timeのパラメータ推計値が有意でない
Lのパラメータ推計値の符号がマイナス	'	L と time のパラメータ推計値の符号がマイナス
(K/L)のパラメータ推計値が有意でない	'	(K/L)とtimeのパラメータ推計値が有意でない
Lのパラメータ推計値のマイナス幅が大きく、 + lnGで表される y の L に関する弾性値がマイナス	'	同左 加えてtimeのパラメータ推計値も符号がマイナス
パラメータ推計値 (t 値) lnA 2.02 (6.62) ln(K/L) 0.39 (4.78) lnGlnL 0.015 (1.62) R2adj 0.989 DW 0.648	'	パラメータ推計値 (t 値) lnC 3.06 (4.66) ln(K/L) 0.22 (1.85) lnGlnL 0.012 (1.39) time 0.011 (1.77) R2adj 0.990 DW 0.486

以上の結果から定式化の候補になり得るのは、 $\ln y$ 、 $\ln(y/L)$ 、 $\ln G$ 、 $\ln G \ln L$ の4つである。このうち $\ln y$ と $\ln(y/L)$ はパラメータ推計値も非常に近い値となっているため、解釈のしやすさを優先して $\ln y$ を採用する。(労働分配率も $\ln y$ の $1-0.31-0.21=0.48$ に対して、 $\ln(y/L)$ の $1-0.30=0.70$ の方がこれまでのデータに適合している)そして、 $\ln G$ 、 $\ln G \ln L$ の3つについて (a) AIC, Amemiya's PC (b) 推定誤差(残差)の正規性 (c) Non-nested 仮説の検定 $\ln y$ の3つの観点から比較を行なう。

(a) AIC (Akaike Information Criterion) と Amemiya's Prediction Criterion について

$$AIC = \ln(e'e/n) + (2k/n), \text{ Amemiya's PC} = (e'e/(n-k))(1+k/n)$$

ただし、 $e'e$: 残差 2 乗和, n : データ数, k : 推計パラメータの数 (定数項を含む) と表されるそれぞれの基準を比較すると、

AIC	Amemiya's PC
-7.628	0.0005
-7.156	0.0008
-7.207	0.0007

この基準からは > > ' の順に好ましいことになる。

(b) 推定誤差 (残差) の正規性について

ここでは、Jarque-Bera の正規性検定 (JB test) を行なった。 $e \sim N(0, \sigma^2)$ という仮説のもとで $JB = n [S^2/6 + (K-3)^2/24] \sim \chi^2(df=2)$ (ただし漸近分布) となる。

JB statistics	p value
0.1022	0.9502
0.6487	0.7230
0.0181	0.9910

この結果すべての定式化で $e \sim N$ の帰無仮説は棄却されない (正規性を受け入れる)

(c) Non-nested 仮説の検定

2 つの異なる定式化から一方を選び出すために、Non-nested 仮説の検定を行なう方法がある。代表的なのは Davidson-Mackinnon J test。これを適用すると、

と について	
による予測値が の説明力を向上させるか : yes (t=7.92)	t (df=24) の 5 %
による予測値が の説明力を向上させるか : yes (t=-5.49)	臨界値 (両側)
と ' について	= 2.064

による予測値が ' の説明力を向上させるか : yes (t=7.18)
' による予測値が の説明力を向上させるか : no (t=-0.28)

(, , ' のうち と ' は time 変数の有無の違いなので Nested として扱え、Non-nested 仮説の検定は必要ない)

この結果言えることは、 > ' (と についてはどちらとも言えない)

(a) ~ (c) の結果を勘案し、 の定式化を採用した。

ただし、ダービン・ワトソン比が系列相関を示唆しているため (4 つの候補すべてにおいて) さらに定式化については検討を要する。単に系列相関の問題に帰着してしまうなら、Hildreth-Lu 法や Cochrane-Orcutt 法など、FGLS を適用すれば解決することになる。 について Cochrane-Orcutt 法を用いると、以下のような結果になるが、系列相関の問題としてのみ処理してしまうのは早計であり、トランスログ型などさらに定式化について検討を重ねる必要がある。

LnA	0.48 (1.14)	R ² adj	0.997
Ln(K/L)	0.14 (2.34)	DW	1.335
LnG	0.36 (5.90)		

(参考文献)

- ・ 浅子和美他 (1994) 「社会資本の生産力効果と公共投資の経済厚生評価」(「経済分析」第 135 号)
- ・ 大河原透 (1995) 「社会資本の生産力効果：地域経済への影響分析」(「電力経済研究」No.34)
- ・ 経済企画庁「国民経済計算年報」平成 10 年版
- ・ 経済企画庁「経済白書」平成 8 年度
- ・ 吉野直行 (1998) 「公共投資の経済効果」(日本評論社)
- ・ Aschauer, David Alan (1989) "Is Public Expenditure Productive?," *Journal of Monetary Economics* 24 pp.171-188
- ・ Ford, R. and Porter, P.(1991) "Infrastructure and Private-sector Productivity," *OECD Department of Economics and Statistics Working Papers*
- ・ Otto, Glenn D. and Voss, Graham M. (1996) "Public Capital and Private Production in Australia," *Southern Economic Journal* 62 pp.723-738
- ・ Otto, Glenn D. and Voss, Graham M. (1998) "Is Public Capital Provision Efficient?" *Journal of Monetary Economics* 42 pp.213-217