公共財 (2)[1]

別所俊一郎[2]

L20. Groves メカニズム

通常の Nash 的な設定で公共財を自発的供給に任せていては過少供給になる．そこで，適切なメカニズムをデザインすることで，均衡解として最適供給が実現するようにできないだろうか．ここでは，各個人の申告に従って一括税を課し，公共財を供給する政府の行動について考える．

n 人のモデルを考える．各個人 i の効用は

$$U^i = \frac{\theta_i}{\alpha} G^\alpha + \omega_i$$

初期保有は $\bar{\omega}$ で，個人の予算制約式を次のように書く．

ここで，各個人の θ_i のみが私的情報（private information）である．政府は各個人に θ_i を申告させ，それに基づいて公共財 G を供給する．ここでは次のような手続きを考える．

[1] 個人が $\tilde{\theta}_i$ を申告する．この $\tilde{\theta}_i$ は必ずしも真の θ_i と一致しない

[2] 政府は申告された $\tilde{\theta}_i$ を真の θ_i とみなし，Samuelson rule に従って公共財を提供する．予算制約式からも分かるように，公共財の限界変形率は 1 なので，供給される公共財は以下を満たす

$$G^{\alpha-1}\sum_{h=1}^{H}\tilde{\theta}_i = 1, \quad G^{\alpha-1}(\tilde{\theta}_i + \tilde{\theta}_{-i}) = 1$$

[3] 政府は各個人から以下の公式に従って T_i を徴収する

$$T_i = \Big[\underbrace{G}_{\text{公共財の費用}} - \underbrace{\left(\frac{\tilde{\theta}_{-i}}{\alpha}\right) G^\alpha}_{\text{他人の評価額の総和}}\Big] + f_i$$

このような制度のもとでの個人の行動を考える．個人 i の効用は

$$U^i = \frac{\theta_i}{\alpha} G^\alpha + \bar{\omega} - G + \left(\frac{\tilde{\theta}_{-i}}{\alpha}\right) G^\alpha + f_i$$

となるので，G についての FONC は

$$\frac{dU^i}{dG} = (\theta_i + \tilde{\theta}_{-i})G^{\alpha-1} - 1 = 0$$

これは政府が公共財供給量を決めるときの Samuelson rule に一致しているから，個人の申告する $\tilde{\theta}_i$ は真の θ_i と一致する（truth telling）．

[1]

[2] bessho [at] econ.hit-u.ac.jp．間違いがあったらすぐにお知らせください．

- 個人は $\tilde{\theta}_i$ を大きく申告すると公共財 G を多く期待できるが，同時に，他人の申告との差だけ税 T_i も増える
- 各個人の申告 $\tilde{\theta}_i$ は公共財 G に影響するが，直接には税 T_i を動かさない
- $f_i = 0$ であれば政府は十分な収入を得られない：他人の「平均の」評価を引いている．公共財への限界効用は逓減するから,「平均＞限界」が成り立ち，収入が不足する．
- $f_i > 0$ として十分な収入を得るようにすればよいが,
  [1] f_i は「足りない」分をまかなうように決められるが，どれくらい足りないかは個人の申告がなければ決められないので，事前に告知できない
  [2] f_i は直接にも間接にも $\tilde{\theta}_i$ に依存できない：公共財の費用以上の税収を集めるように，f_i を $\tilde{\theta}_{-i}$ に依存させることはできる（Clarke 1971, Groves and Loeb 1975）
  [3] 多めに課税して捨てれば生産の効率性を失うし，払い戻すことが分かれば $\tilde{\theta}$ を歪める．ぴったりの税収を集めることは一般には難しい．
  [4] より複雑なメカニズムが必要（Groves and Ledyard 1977）だが：複雑なメカニズムは人々に理解されず，想定された反応をしないかもしれない．

税による公共財の財源調達[3]

財 a, b と余暇への比例税で公共財が提供されているとする．余暇を h とすると個人の予算制約は

$$q_a x_a + q_b x_b = w(-h)$$

効用関数を $U(h, x_a, x_b, G)$ とし，公共財は税収 y をもちいて $G = Hy$ だけ生産される．個人の費用最小化問題を

$$\min E = q_a x_a + q_b x_b + wh, \quad U \geq \bar{U}$$

とすると，その解として補償需要関数を得る

$$x = x(q_a, q_b, w, \bar{U}, G), \quad x = x_a, x_b, h.$$

また，支出関数は,

$$E(\mathbf{q}, \bar{U}, G) = q_a x_a^*(\mathbf{q}, \bar{U}, G) + q_b x_b^*(\mathbf{q}, \bar{U}, G) + wh^*(\mathbf{q}, \bar{U}, G)$$

これをまとめて，$E(\mathbf{q}, \bar{U}, G) = 0$ と表現する．これを用いて最適な公共財供給を行うための税体系を求めよう．支出関数と資源制約を制約条件として効用最大化問題を設定すると,

$$\max U, \quad \text{subject to} \quad E(\mathbf{q}, \bar{U}, Z) = 0$$
$$p_a x_a^*(\mathbf{q}, \bar{U}, G) + p_b x_b^*(\mathbf{q}, \bar{U}, G) + w^0 h^*(\mathbf{q}, \bar{U}, G) + y = 0$$

[3] ここは井堀（1996, pp.77-81）に依存している．

Lagrangean は

$$\mathcal{L} = U - \lambda_1 E(\mathbf{p}+\mathbf{t}, \bar{U}, G) - \lambda_2(p_a x_a^* + p_b x_b^* + w^0 h^* + y)$$

税率 t で微分すると FONC を得る．

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial t_a} = -\lambda_1 \frac{\partial E}{\partial q_a} - \lambda_2 \left[p_a \frac{\partial x_a^*}{\partial q_a} + p_b \frac{\partial x_b^*}{\partial q_a} + w^0 \frac{\partial h^*}{\partial q_a} \right] = 0$$

$\partial E/\partial q_a = x_a^*$ だから，移項すると

$$-\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{p_a(\partial x_a^*/\partial q_a) + p_b(\partial x_b^*/\partial q_a) + w^0(\partial h^*/\partial q_a)}{x_a^*}$$

$$\text{右辺分子} = (q_a - t_a)(\partial x_a^*/\partial q_a) + (q_b - t_b)(\partial x_b^*/\partial q_a) + (w - t_h)(\partial h^*/\partial a_a)$$
$$= -(t_a(\partial x_a^*/\partial q_a) + t_b(\partial x_b^*/\partial q_a) + t_h(\partial h^*/\partial q_a)) + (q_a(\partial x_a^*/\partial q_a) + q_b(\partial x_b^*/\partial q_a) + w(\partial h^*/\partial q_a))$$

右辺の 2 番目のカッコ内はゼロになるから，

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{t_a(\partial x_a^*/\partial q_a) + t_b(\partial x_b^*/\partial q_a) + t_h(\partial h^*/\partial q_a)}{x_a^*}$$

弾力性で表すと，i 財の a 財の価格に対する補償弾力性を η_i^a，$\theta^i = t_i/q_i$ として，

$$\theta^a \eta_a^a + \theta^b \eta_b^a + \theta^h \eta_h^a = \lambda$$

となり，ラムゼイ・ルールを得る（Myles (4.17) 式，井堀（1996，p.57，15 式））．

公共財への拠出 y で微分すると FONC を得る．

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial y} = -H\lambda_1 \frac{\partial E}{\partial G} - \lambda_2 \left[Hp_a \frac{\partial x_a^*}{\partial G} + Hp_b \frac{\partial x_b^*}{\partial G} + Hw^0 \frac{\partial h^*}{\partial G} + 1 \right] = 0$$

同様に変形すると，

$$-\frac{\lambda_1}{\lambda_2} H \frac{\partial E}{\partial G} = -H(t_a(\partial x_a^*/\partial G) + t_b(\partial x_b^*/\partial G) + t_h(\partial h^*/\partial G)) + 1 + H(p_a(\partial x_a^*/\partial G) + p_b(\partial x_b^*/\partial G) + w(\partial h^*/\partial G))$$
$$-H(t_a(\partial x_a^*/\partial G) + t_b(\partial x_b^*/\partial G) + t_h(\partial h^*/\partial G)) + 1 + H(\partial E/\partial G)$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} H = H\left(\frac{\partial x_a^*}{\partial G}\frac{t_a}{E_G} + \frac{\partial x_b^*}{\partial G}\frac{t_b}{E_G} + \frac{\partial h^*}{\partial G}\frac{t_h}{E_G} \right) - \frac{1}{E_G} - H$$

$$\frac{1}{HE_G} = \frac{\partial x_a^*}{\partial G}\frac{t_a}{E_G} + \frac{\partial x_b^*}{\partial G}\frac{t_b}{E_G} + \frac{\partial h^*}{\partial G}\frac{t_h}{E_G} - \lambda - 1$$

これが修正された Samuelson rule である．

- 右辺の最初の 3 項は，公共財がもたらす代替効果・所得効果を通じた需要の変化による税収の変化を示している．公共財の供給がこの項を通じて税収増をもたらすとき，公共財供給の費用は少なくなるので公共財の供給量は増える．
- もし一括税が利用可能なら，$t_a = t_b = t_h = 0$ で，$\lambda = 0$ となり，$HE_G = 1$ となるので，Samuelson 条件が成り立つ．
- 一般には公共財の税収への効果の方向が確定しないので，通常の Samuelson 条件より公共財供給が多いべきかどうかは明らかではない．

公共財供給の実際

- 公共財供給が最適量からあまりに大きくかい離しているとは思われないのは，政府（議会）のメンバーが選挙で選ばれており，おおまかな選好顕示が行われているからかもしれない（Johansen 1977）．
- ただ乗り（free-ride）は理論的には存在しうるが，人々はある程度は社会全体のことも考えて行動しているから，実際にただ乗りする人はそれほど多くないのではないか（Marwell and Ames 1981）．ただ乗りが存在するという実証研究もある．
- 学生を使った実験も行われている（Andreoni 1988, 西条 1995，Myles pp.307-310）：繰り返しの実験をすると被験者が合理的なナッシュ解を理解できるようになるかもしれない（学習仮説）．将来のことを考えて戦略的に行動しているかもしれない（戦略仮説）．

L11．公共財としての所得再分配

1 財モデルで経済に存在する財の総量を $2\bar{y}$ とする．経済には 4 人が存在し，2 人ずつがペアになっている．ペア A の 2 人の所得（＝消費）は y_A，ペア B の 2 人の所得は y_B（$y_A > y_B$）である．効用は自分の消費と，貧乏な人の消費に依存すると仮定する．すなわち，

$$u_{ji} = (y_{ji})^{\alpha}(y_p)^{1-\alpha}, \quad \alpha \in (1/2, 1], \quad j = A, B, \quad i = 1, 2.$$

ペア B のほうが所得が少ないから，ここでは

$$u_{Ai} = (y_A)^{\alpha}(\bar{y} - y_A)^{1-\alpha}, \quad i = 1, 2.$$
$$u_{Bi} = y_B, \quad i = 1, 2.$$

ここで，所得の多いペア A は「利他的な」選好をもっているとは限らない．所得の低いペアへの共感を感じているわけではなく，単に格差があることを好ましく思っていないだけなのかもしれない．このとき，y_A が極端に大きければ，ペア A からペア B に所得再分配を行うことで，4 人全員の効用が増加する可能性がある（パレート非効率な所得分布）[4]．

初期時点の所得分配が Pareto optimal でないとき，ペア A の 2 人は「自発的に」所得移転を行うことができるとする．すなわち，ペア A の 2 人はペア B に寄付（donation）をすることが認められていて，ペア B は受け取った寄付を等分して受け取るとしよう．ペア A の 2 人は寄付額を（自分の効用が最大になるように）自分で決定できるとする．

ペア A の 2 人は相手の寄付額を所与として自分の寄付額を決めるというゲームをプレイしているとしよう．寄付額を $v_i, i = 1, 2$ とすると，各個人の効用は

$$u_{Ai} = (y_A - v_i)^{\alpha}\left(\bar{y} - y_A + \frac{v_1 + v_2}{2}\right)^{1-\alpha}, \quad i = 1, 2.$$

[4] $y_A > \alpha\bar{y}$ のときが，パレート非効率な所得分布に相当する．**確認してみよう**．

個人 1 の効用最大化の FONC は

$$\frac{du_{A1}}{dv_1} = u_{A1}\left(-\frac{\alpha}{y_A - v_1} + \frac{1-\alpha}{2(\bar{y} - y_A) + (v_1 + v_2)}\right) = 0$$
$$v_1 = (1+\alpha)y_A - 2\alpha\bar{y} - \alpha v_2$$

寄付額は正の値をとるから，個人 1 の最適反応は

$$v_1^* = \begin{cases} 0 & \text{if} \quad \alpha v_2 \geq (1+\alpha)y_A - 2\alpha\bar{y} \\ (1+\alpha)y_A - 2\alpha\bar{y} - \alpha v_2 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Nash 均衡は $(1+\alpha)y_A - 2\alpha\bar{y}$ の符号によって異なる．

$$v_i^* = \begin{cases} y_A - \frac{2}{1+\alpha}\alpha\bar{y} & \text{if} \quad (1+\alpha)y_A - 2\alpha\bar{y} > 0 \\ 0 & \text{if} \quad (1+\alpha)y_A - 2\alpha\bar{y} < 0 \end{cases}$$

すなわち，初期の所得 y_A がそれほど大きくなければ自発的な寄付は発生しない．

- 寄付が起きるときの「手取りの」所得は $y_A - v^* = \frac{2}{1+\alpha}\alpha\bar{y}$ となる．この所得が目標値（target income）となっていて，これより多くの所得があるときにはその差額が寄付され，この目標値より少ないときには寄付は発生しない．
- もし政府部門が強制的な再分配を行っていたとしても，再分配後のペア A の所得が target income よりも大きければ，追加的に自発的な寄付が発生する．

ところで，このモデルでは所得の低いペア B の所得が増えさえすればペア A の効用水準は増加する．したがって，ペア A の 2 人のあいだにただ乗りの問題が発生している．実際，Samuelson 条件を考えてみると，

$$\text{MRT} = 2 \qquad B \text{ の平均所得を 1 単位増やすには 2 単位の寄付が必要}$$
$$\text{MRS} = \frac{\partial u_A/\partial y_B}{\partial u_A/\partial y_A} = \frac{1-\alpha}{\alpha}\frac{y_A}{y_B}$$

となるので，最適条件は

$$\frac{y_A}{y_B} = \frac{\alpha}{1-\alpha}$$
$$v_i = y_A - \alpha\bar{y} > y_A - \frac{2}{1+\alpha}\alpha\bar{y}$$

L12. クラブ財

純粋公共財は非排除性と非競合性によって特徴づけられるが，この 2 つの性質を完全に満たしている財は実際にはほとんどない．完全には非競合的ではなくて混雑効果が発生する場合や，それほど費用をかけずに排除が可能で，料金の徴収や使用制限をつけることが可能な財も存在する．このような財をまとめて準公共財と呼ぶ．

財・サービスの消費・利用の排除が可能で，完全には非競合的ではないような財には「クラブ財 club goods」と呼ばれるものがある．スポーツクラブがその典型かもしれない．

加入者の便益が，施設の規模 s と加入者数 m に依存し，$B = b(s, m)$ と書けるとする．関数 b の形状は提供される財の性質に依存する．ここでは以下のように仮定する．

$$\frac{\partial b}{\partial s} > 0, \quad \frac{\partial^2 b}{\partial s^2} < 0$$
$$\frac{\partial b}{\partial m} = 0, \quad \text{for some } \hat{m}(s), \quad \frac{\partial^2 b}{\partial m^2} < 0$$

施設の規模が大きいほうが便益は大きいが，その便益は逓減する．加入者は少なすぎるとおもしろくないけれども，多すぎても混雑効果が発生する，という想定になる．この財の提供費用は規模に比例し，加入者で等分に負担するとすれば，1 人当たりの費用は定数 k に対して

$$C = \frac{ks}{m}$$

よって純便益は

$$\mathrm{NB} = B - C = b(s, m) - \frac{ks}{m}$$

もし施設が replicable であれば，ひとつの施設の規模は個人の便益を最大化するように決めればよい．

$$\frac{\partial \mathrm{NB}}{\partial s} = \frac{\partial b}{\partial s} - \frac{k}{m} = 0$$
$$\frac{\partial \mathrm{NB}}{\partial m} = \frac{\partial b}{\partial m} + \frac{ks}{m^2} = 0$$

それぞれ変形すると，

Samuelson 条件： $m\dfrac{\partial b}{\partial s} = k$

混雑費用の限界条件： $\underbrace{m\dfrac{\partial b}{\partial m}}_{\text{限界的混雑効果}} = \underbrace{-\dfrac{ks}{m}}_{\text{既存加入者の費用の減少分}} < 0$

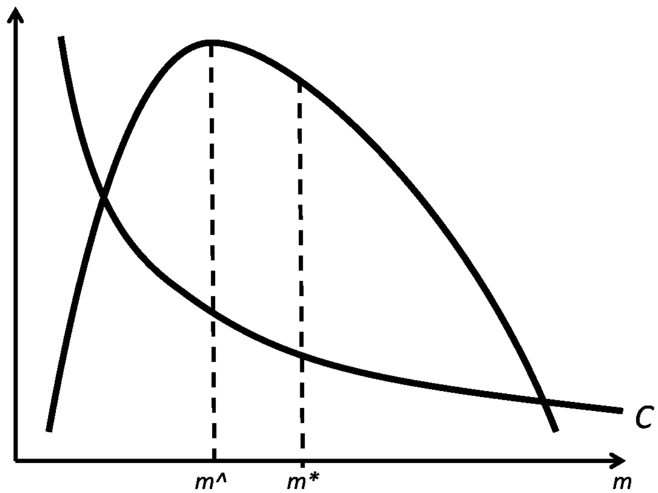

図 1: 規模を所与とした時の最適加入者数

参考文献

[1] 井堀利宏. 1996. 公共経済の理論. 有斐閣. 第 4 章.

引用文献

[1] Andreoni, J. 1988. Why free ride? Strategies and learning in public goods experiments. Journal of Public Economics 35, 53-73.

[2] Clarke, E.H. 1971. Multi-part pricing of public goods. Public Choice 11, 17-33.

[3] Groves, Theodore, John Ledyard. 1977. Optimal allocation of public goods: A solution to the free-rider problem. Econometrica 45, 783-809.

[4] Groves, Theodore, Martin Loeb. 1975. Incentives and public inputs. Journal of Public Economics 4, 211-226.

[5] Johansen, L. 1977. The theory of public goods: Misplaced emphasis? Journal of Public Economics 7, 147-152.

[6] Marwell, G., R.E. Ames. 1981. Economists free ride, does anyone else? Journal of Public Economics 15, 295-310.

[7] 西条辰義. 1995. ゲーム理論と実験経済学. 経済セミナー 12 月号.

練習問題

公共財の最適供給，私的供給

[1] 源さん（G）と八っつあん（H）の 2 人から構成される経済を考える．公共財の量を z，各人の私的財の消費量を b_G, b_H とし，この 2 人の効用関数を $U_G = z^{1/3}b_G^{2/3}$，$U_H = z^{1/3}b_H^{2/3}$ とする．この経済の初期賦存量は私的財 120 単位であり，公共財 1 単位を生産するのに私的財が 20 単位必要である．このとき，源さんと八っつあんが同じ効用を得るようなパレート最適な配分を求めよ．また，初期に存在する私的財のうち，源さんが 70 単位，八っつあんが 50 単位持っているとすれば，公共財が自発的供給によってまかなわれるときに達成される配分を求めよ．

[2] 源さん（G）と八っつあん（H）の 2 人から構成される経済を考える．公共財の量を z，各人の公共財のための拠出を c_G, c_H とし，この 2 人の効用関数を $U_i = z - \frac{1}{2}c_i^2$ とする．公共財 1 単位を生産するのには拠出された私的財が 1 単位必要であり，$s = c_G + c_H$ が成り立つ．このとき，$MRS = -(\partial U_i/\partial s)/(\partial U_i/\partial c_i)$ を求め，Samuelson 条件を導け．また，Samuelson 条件と資源制約（$s = c_G + c_H$）をともに満たす効率的な配分 (s, c_G, c_H) が，s が 4 より大きいときには 2 つ存在することを示し，s が大きくなるにつれて拠出が不平等になることを示せ．

公共財としての所得再分配

(Ch.11) 山内くん（Y），堀尾くん（H），中村くん（N）が同じアパートに住んでいるとしよう．堀尾くんと中村くんは同じところで働いており，同じ所得 m を得ている．山内くんは残念ながら失業中で，所得はない．堀尾くんと中村くんは山内くんを経済的に支援するのにやぶさかでなく，働いている二人の効用関数は $U_i = 2c_i^{1/2} + c_Y^{1/2}$，$(i = H, N)$ で与えられる．山内くんは堀尾くんと中村くんから受け取る所得を全て消費し，堀尾くんと中村くんは山内くんを支援した残りを全て消費する．

[1] Nash 均衡における堀尾くんと中村くんが山内くんに渡す移転額（z_H, z_N）を求めよ．

[2] 堀尾くんと中村くんは話し合って，2 人の効用の和を最大にするように，2 人で同じ額（$\hat{z}$）を山内くんに渡すことにした．このとき $\hat{z}$ を求めよ．

クラブ財

[1] 規模 s，メンバー数 m のクラブ財を考える．各メンバーの得る便益は $B = (36 - m^2)s^{2/3}$，費用は $C = \frac{27s}{m}$ とする．このクラブの最適な規模とメンバー数を求めよ．

[2] 同質な個人が加入するクラブを考える．各メンバーが得る便益は，規模 s，メンバー数 m として，$B = s^{1/2}(20m - m^2 + 225)$ であり，費用は $C = \gamma s/m$ とする（γ はパラメタ）．γ が大きくなるとクラブの最適規模は小さくなるが，最適なメンバー数は変化しないことを示せ．また，$\gamma = 1000$ のときのクラブの最適規模を求めよ．

公共財の最適供給，私的供給

一豊くん（K）と千代さん（T）がルームシェアをしているとしよう．2 人の効用はそれぞれ部屋のきれいさと掃除に使う時間に依存している．2 人とも掃除は好きではないが，とくに一豊くんは掃除が苦手だとしよう．効用関数は $U_K = c - h_K^2$，$U_T = c - \frac{1}{2}h_T^2$ である．ここで h_i は掃除に費やされる時間，c は部屋のきれいさを表し，部屋のきれいさは「生産関数」$c = h_K + h_T$ で決まるとする．

[1] 限界代替率 MRS_i を 1 時間の掃除を補償する部屋のきれいさとし（$MRS_i = -(\partial U_i/\partial c)/(\partial U_i/\partial h_i)$），限界変形率をきれいさ 1 単位の増加のために犠牲にされる余暇と定義する．このとき，Samuelson 条件を求めよ．

[2] この「経済」の配分は (h_K, h_T, c) で与えられる．Pareto 最適な配分が満たさなければならない 2 つの条件を示せ．また，一豊くんが千代さんよりも多くの掃除を行う Pareto 最適な配分が存在することを示せ．

[3] 一豊くんと千代さんは互いに独立に掃除の時間を決めるとしよう．Nash 均衡で実現する配分を求め，2 人が少しずつ多く掃除をすれば 2 人の効用が増加することを示せ．

税による公共財の最適供給

(Ch.18) 400 人から構成される経済を考える．各個人の効用関数は同一で

$$U = 2\left(c^{1/2} + z^{1/2}\right) - h$$

とする．ここで，z は公共財の量，c は各個人の私的財の消費量，h は各個人の労働時間である．賃金率は 1，私的財の価格は 1 である．公共財 1 単位の生産には私的財 900 単位が必要で，この費用は経済に属する 400 人によって平等に負担される．公共財の財源は労働所得課税によって調達され，労働所得に税率 t の比例税が課せられるとしよう．

[1] 公共財の量 z と税率 t を所与として各個人の予算制約式を求め，最適な労働時間を求めよ．そのときの最大化された効用を (z, t) の関数として表せ．

[2] 税収は全て公共財の提供に充てられ，また，各個人が最適な労働時間を選んでいるとき，(z, t) の関係式を求めよ．求められた関係式を用いて，個人の最大化された効用を t の関数として表せ．

[3] 政府は個人の効用を最大にするように労働所得税率 t を選んでいるとしよう．このときの t が満たす条件式を導き，その条件は $t = 0.2$ のとき満たされることを示せ．

リンダール均衡

(Ch.20) A, B, C の 3 人から構成される経済を考える．個人 $i (i = A, B, C)$ の効用関数は

$$U_i = z^{1/3} c_i^{2/3}$$

とする．ここで，z は公共財の量，c_i は各個人の私的財の消費量である．個人 i の所得 y_i は私的財と公共財生産のための拠出に分割される．個人 i の拠出は彼への "tax price" t_i と公共財の量の積で決まり，各個人の予算制約は

$$c_i + t_i z = y_i$$

となる．個人 A の所得が 90，B の所得が 120，C の所得が 150 であるとしよう．公共財 1 単位の生産には 20 単位の私的財が必要であるとき，リンダール均衡を求めよ．

解答

公共財の最適供給，私的供給 [1] 前半：($b^*_G = 40, b^*_H = 40, z = 2$)，後半：自発的供給量と公共財の組合せは ($c^*_G = 22, c^*_H = 2, z = 6/5$)．[2] Samuelson 条件は $(1/c_H) + (1/c_G) = 1$．後半の証明は $(c_H - c_G)$ 平面に Samuelson 条件の双曲線を描けばよい．

公共財としての所得再分配 [1] $(m/9, m/9)$． [2] $m/3$

クラブ財 [1] $m^* = 3, s^* = 8$． [2] 最適なメンバー数はつねに 15．$\gamma = 1000$ のとき 81/16.

公共財の最適供給，私的供給 [1] $(1/2h_K)+(1/h_T) = 1$. [2] Samuelson 条件と生産関数. $(h_K, h_T) = (3/2, 3/2)$ を境に，どちらかの負担が大きくなる． [3]$(h_K, h_T) = (1/2, 1)$.

税による公共財の最適供給 [1] $h = 1 - t, U = (1 - t) + 2z^{1/2}$. [2] $z = (4/9)t(1 - t)$, $U = (1 - t) + (4/3)[t(1 - t)]^{1/2}$. [3] $dU/dt = 0$ を満たすから.

リンダール均衡 $(c_A, c_B, c_C) = (60, 80, 100), (t_A, t_B, t_C) = (5, 20/3, 25/3)$.