

工業用地の分譲単価の数理的決定方法に関する研究

STUDY ON THE METHOD OF MATHEMATICAL DECISION RELATED WITH THE SELLING UNIT PRICE OF A SITE FOR INDUSTRY

安 部 清 孝*

By Kiyotaka ABE

1. ま え が き

ある程度広い工業基地の工業用地を企業の進出に合わせる程度にブロックに分けて造成し、逐次分譲していく場合の分譲初年度の分譲単価の数理的決定方法を示し、苫小牧東部工業基地の関連工業地区を例にとり、分譲単価の具体的決定方法を示し、今後土木技術者が、この方面の経営に参画していく場合の指針を与えようとするのが本研究の目的である。

2. 分譲初年度の分譲単価決定の数理式の誘導

(1) 使用記号の説明

- i : 関連工業 (中小企業) 地区 (E 地区) の対象地区 (E₂ 地区, E₆ 地区) の工区数 (E₂ に対し $i=5$, E₆ に対し $i=7$)
- j : E₂ 地区, E₆ 地区の j 工区の表示数 ($j=1, 2, \dots, i$)
- k : E₂ 地区, E₆ 地区の k 工区の表示数 ($k=1, 2, \dots, i$)
- F_j : E₂ 地区, E₆ 地区の j 工区の面積 (ha)
- F_t : E₂ 地区, E₆ 地区のそれぞれの全面積 ($F_t = \sum_{j=1}^i F_j$) (ha)
- f : 小工区に分けた E₂ 地区, E₆ 地区の毎年度の分譲面積 (ha)
- n_j : 小工区に分けた E₂ 地区, E₆ 地区の j 工区の分譲年数
- n : 小工区に分けた E₂ 地区, E₆ 地区の全体の分譲年数 ($n = \sum_{j=1}^i n_j = \frac{F_t}{f}$)
- n_k : k 工区に対する n の値
- n_{k-1} : ($k-1$) 工区に対する n の値
- r : 利子補給後の実効金利 (当社現在 $r=0.0709$)
- ρ : 毎年度の物価上昇率 (当社現在 $\rho=0.06$)

ρ_0 : 毎年度の分譲単価の上昇率 (当社現在 $\rho=0.03 \sim 0.06$)

μ : 経営採算のとれる分譲初年度分譲単価 (円/m²)

Z_{j1} : E₂ 地区, E₆ 地区の j 工区の初年度投資額 (百万円) 注 1)

Z_{j2} : E₂ 地区, E₆ 地区の j 工区の次年度投資額 (百万円) 注 1)

Z : E₂ 地区, E₆ 地区の金利と物価上昇を考えた全体の投資額 (百万円)

σ : 分譲初年度におけるそれまでの金利と一般管理費を含めた用地取得平均単価 (円/m²)

Z_{s0} : E₂ 地区, E₆ 地区の分譲初年度の用地取得費 ($Z_{s0} = \sigma F_t$)

Z_s : 分譲終了年度までの金利を含めた用地取得費 $Z_s = Z_{s0}(1+r)^n$

ν_1 : 一般管理販売費率 (当社現在 $\nu_1=0.11$)

ν_2 : 分譲利益率 (当社現在 $\nu_2=0.06$)

ν : 一般管理販売費率と分譲利益率の和 ($\nu = \nu_1 + \nu_2$)

\mathcal{L} : E₂ 地区, E₆ 地区の金利と物価上昇を考えた分譲終了時の全体の分譲額 (百万円)

ϕ_h : 分譲 h ($h=1, 2, \dots, n$) 年目の投資額の残額 (百万円)

そして小工区に分けた E₂ 地区, E₆ 地区に関する記号 $F_j, F_t, f, n_j, n, n_k, n_{k-1}, Z_{j1}, Z_{j2}, Z, Z_{s0}, Z_s, \mathcal{L}$ に対応して、3つの大工区に分けた E₂ (E_{m2}) 地区に関する記号は、それぞれ、 $F_{mj}, F_{mt}, F, N_j, N, N_k, N_{k-1}, Z_{mj1}, Z_{mj2}, Z_m, Z_{ms0}, Z_{ms}, \mathcal{L}_m$ として表わすことにする。

$$N = \sum_{j=1}^3 N_j = \frac{F_{mt}}{F} \quad Z_{ms} = Z_{ms0}(1+r)^N$$

(2) 分譲初年度の分譲価格の決定式の誘導

a) 土地取得, 造成, 分譲条件: ① 土地取得価格の

注 1) 各工区の造成は、2年間で行うことにしている。

条件…造成区域の第1工区の分譲初年度の土地取得価格は、その区域の土地取得の元価格に、取得してから分譲開始に至るまでの金利とそれまでにその土地にかかった一般管理販売費を加算した価格とする。② 造成条件…各工区の造成工事は、初年度に、土地造成、道路築造、排水路築造を行い、次年度に、上水道敷設、下水道敷設、公園の築設等を行って、その工事を完了するものとする。また各工区の造成工事は、前の工区に分譲完了の年度に着工し、その工区に分譲開始年度に完了するように2年間で実施するものとする。③ 分譲条件…各工区に分譲開始年度は、その工区の造成完了年度とするものとする。毎年度の分譲面積は、一定面積（小工区造成のとき f 、大工区造成のとき F ）とする。

b) 分譲価格の決定式の誘導：E₂ 地区、E₆ 地区の毎年度の分譲面積 f の場合を例にとりて、分譲 h ($h=1, 2, \dots, n$) 年目の投資額の残額 ψ_h を求めると、

$$\begin{aligned} \psi_1 &= Z_{11}(1+r) + Z_{12}(1+\rho) + Z_{s0}(1+r) - \mu \cdot f \\ \psi_2 &= Z_{11}(1+r)^2 + Z_{12}(1+r)(1+\rho) + Z_{s0}(1+r)^2 \\ &\quad - \mu \cdot f \{(1+r) + (1+\rho_0)\} \\ \psi_3 &= Z_{11}(1+r)^3 + Z_{12}(1+r)^2(1+\rho) + Z_{s0}(1+r)^3 \\ &\quad - \mu \cdot f \{(1+r)^2 + (1+r)(1+\rho_0) + (1+\rho_0)^2\} \\ \vdots & \\ \psi_{n_1} &= Z_{11}(1+r)^{n_1} + Z_{12}(1+r)^{n_1-1}(1+\rho) \\ &\quad + Z_{s0}(1+r)^{n_1} - \mu \cdot f \{(1+r)^{n_1-1} \\ &\quad + (1+r)^{n_1-2}(1+\rho_0) + \dots + (1+r)(1+\rho_0)^{n_1-2} \\ &\quad + (1+\rho_0)^{n_1-1}\} \\ \psi_n &= Z_{11}(1+r)^n + Z_{12}(1+r)^{n-1}(1+\rho) \\ &\quad + Z_{21}(1+r)^{n-n_1}(1+\rho)^{n_1} \\ &\quad + Z_{22}(1+r)^{n-n_1-1}(1+\rho)^{n_1+1} \\ &\quad + Z_{31}(1+r)^{n-n_1-n_2}(1+\rho)^{n_1+n_2} \\ &\quad + Z_{32}(1+r)^{n-n_1-n_2-1}(1+\rho)^{n_1+n_2+1} + \dots \\ &\quad + Z_{i1}(1+r)^{n_i}(1+\rho)^{n-n_i} \\ &\quad + Z_{i2}(1+r)^{n_i-1}(1+\rho)^{n-n_i+1} + Z_{s0}(1+r)^n \\ &\quad - \mu \cdot f \{(1+r)^{n-1} + (1+r)^{n-2}(1+\rho_0) + \dots \\ &\quad + (1+r)(1+\rho_0)^{n-2} + (1+\rho_0)^{n-1}\} \end{aligned}$$

ここで、

$$\begin{aligned} Z &= \sum_{j=1}^i \{Z_{j1}(1+r)^n - \sum_{k=1}^j n_{k-1}(1+\rho) \sum_{k=1}^j n_{k-1}\} \\ &\quad + Z_{j2}(1+r)^{n-1} - \sum_{k=1}^j n_{k-1}(1+\rho)^{1+\sum_{k=1}^j n_{k-1}} \text{注2)} \\ \mathcal{L} &= \mu \cdot f \{(1+r)^{n-1} + (1+r)^{n-2}(1+\rho_0) + \dots \\ &\quad + (1+r)(1+\rho_0)^{n-2} + (1+\rho_0)^{n-1}\} \end{aligned}$$

$$r \neq \rho_0 \text{ のとき } \mathcal{L} = \frac{\mu \cdot f \{(1+r)^n - (1+\rho_0)^n\}}{r - \rho_0}$$

$r = \rho_0$ のとき $\mathcal{L} = \mu \cdot f \cdot n(1+r)^{n-1}$ とすれば、 $\psi_n = Z + Z_s - \mathcal{L}$ 。 ($Z + Z_s$) に対して、一般管理販売費率と利益率を加味しても経営採算性を成り立たせるためには、

注2) $n_0 = N_0 = 0$ となる。

$$(Z + Z_s)(1+\nu) - \mathcal{L} \leq 0$$

したがって、 $\mathcal{L} \geq (Z + Z_s)(1+\nu)$ でなければならぬ。これより、分譲初年度の分譲単価 μ の決定式は次のように求められる。

$$r \neq \rho_0 \text{ のとき } \mu \geq \frac{(r - \rho_0)(1+\nu)(Z + Z_s)}{f \{(1+r)^n - (1+\rho_0)^n\}}$$

$$r = \rho_0 \text{ のとき } \mu \geq \frac{(1+\nu)(Z + Z_s)}{f \cdot n \cdot (1+r)^{n-1}}$$

大工区に分けた E₂ 地区の場合に対しては、次のように求められる。

$$r \neq \rho_0 \text{ のとき } \mu \geq \frac{(r - \rho_0)(1+\nu)(Z_m + Z_{ms})}{F \{(1+r)^N - (1+\rho_0)^N\}}$$

$$r = \rho_0 \text{ のとき } \mu \geq \frac{(1+\nu)(Z_m + Z_{ms})}{F \cdot N \cdot (1+r)^{N-1}}$$

ここに、

$$\begin{aligned} Z_m &= \sum_{j=1}^i \{Z_{mj1}(1+r)^{N-1} - \sum_{k=1}^j N_{k-1}(1+\rho) \sum_{k=1}^j N_{k-1}\} \\ &\quad + Z_{nj2}(1+r)^{N-1} - \sum_{k=1}^j N_{k-1}(1+\rho)^{1+\sum_{k=1}^j N_{k-1}} \\ Z_{ms} &= Z_{mso}(1+r)^N \end{aligned}$$

また小工区に分けた E₆ 地区と大工区に分けた E₂ 地区の造成分譲を同時に始め、両方一括にして、E₆ 地区の分譲終了時までの経営収支を考えたときの分譲初年度の分譲単価 μ の決定式を求めると次のようになる。

$$\mathcal{L} + \mathcal{L}_m(1+r)^{n-N} \geq (Z + Z_s + Z_m + Z_{ms})$$

ここに、

$$r \neq \rho_0 \text{ のとき } \mathcal{L}_m = \frac{\mu \cdot F \{(1+r)^N - (1+\rho_0)^N\}}{r - \rho_0}$$

$$r = \rho_0 \text{ のとき } \mathcal{L}_m = \mu \cdot F \cdot N(1+r)^{N-1}$$

これより

$$r \neq \rho_0 \text{ のとき}$$

$$\mu \geq \frac{(r - \rho_0)(1+\nu)}{f \{(1+r)^n - (1+\rho_0)^n\} + F \{(1+r)^N - (1+\rho_0)^N\}} \cdot \frac{(Z + Z_s + Z_m + Z_{ms})}{(1+\rho_0)^N (1+r)^{n-N}}$$

$$r = \rho_0 \text{ のとき}$$

$$\mu \geq \frac{(1+\nu)(Z + Z_s + Z_m + Z_{ms})}{(f \cdot n + FN)(1+r)^{n-1}}$$

3. 分譲単価決定の具体例

苫小牧東部工業基地の関連工業地区 (E 地区) の柏原台地における2つの地区 (図-1 参照) すなわち、自動車関連工業地区 (E₂ 地区) (図-2 参照) と I.C, L.S.I, メカトロニクス機器、ロボット工業等先端産業地区 (E₆ 地区) (図-3 参照) の小工区造成の場合の初年度分譲単価、E₂ 地区の大工区造成 (図-4 参照) の場合の初年度分譲単価、経営採算的に考えての E₂ 地区の大工区造成と E₆ 地区の小工区造成を同時に行う場合の初年度分譲単価等を求めることにする。

E₂地区の小工区広範囲(5工区)造成の場合の各工区の造成費は表-1に、E₂地区の小工区広範囲(7工区)造成の場合の各工区の造成費は表-2に、またE₂地区の大工区(3工区)造成の場合の各工区の造成費は表-3に示すとおりである。E₂地区の大工区(3工区)造成の場合には道路、排水路の延長等が相当短くなっているし、下水は企業に処理してもらうことにしているために、造成費が相当安くなっている。

表-1 E₂地区小工区広範囲造成事業費 (百万円)

工 区	E ₂₋₁ 工区	E ₂₋₂ 工区	E ₂₋₃ 工区	E ₂₋₄ 工区	E ₂₋₅ 工区	合 計	摘 要
面 積 (ha)	17.4	32.9	44.7	20.9	63.4	179.3	
土 工	162	86	165	116	527	1056	
排 水 路	244	198	198	67	356	1063	
下 水 道	326	327	1945*	143	829	3570	* 下水処理場を含む
道 路	432	369	352	141	977	2271	
上 水 道	57	48	43	14	229**	391	** 上水ポンプ場を含む
公 園	30	20			15	65	
初年度事業費	455	374	1140	155	808	2932	
次年度事業費	796	674	1563	326	2125	5484	
合 計	1251	1048	2703	481	2933	8416	

(1) E₂地区の小工区広範囲造成の場合の初年度分譲単価

この場合は、E₂₋₁(17.4 ha)、E₂₋₂(32.9 ha)、E₂₋₃(44.7 ha)、E₂₋₄(20.9 ha)、E₂₋₅(63.4 ha)工区の5工区に分けて、前の工区に分譲完了する年度に、次の工区造成に着手し、2年間で各工区を造成していくものとする。

表-2 E₂地区小工区広範囲造成事業費 (百万円)

工 区	E ₄₋₁ 工区	E ₄₋₂ 工区	E ₄₋₃ 工区	E ₄₋₄ 工区	E ₄₋₅ 工区	E ₄₋₆ 工区	E ₄₋₇ 工区	合 計	摘 要
面 積 (ha)	20.7	19.2	18.6	14.5	33.1	19.2	17.5	142.8	
土 工	177	156	231	185	173	246	307	1475	
排 水 路	335	54	187	30	247	43	56	952	
下 水 道	836	33	164	1017**	187	51	11	2299	** 下水処理場を含む
道 路	383	188	153	60	353	166	—	1303	
上 水 道	287*	14	12	5	192	11	—	521	* 上水ポンプ場を含む
公 園	20	30	—	—	—	—	—	50	
初年度事業費	895	398	571	275	773	455	363	3730	
次年度事業費	1143	77	176	1022	379	62	11	2870	
合 計	2038	475	747	1297	1152	517	374	6600	

Z₁₁=455注3), Z₁₂=796, Z₂₁=374, Z₂₂=674,
 Z₃₁=1140, Z₃₂=1563, Z₄₁=165, Z₄₂=326,
 Z₅₁=808, Z₅₂=2125

① 毎年度5haずつ分譲する場合

n₁=3.48, n₂=6.58, n₃=8.94, n₄=4.18,
 n₅=12.68, n = ∑_{j=1}⁵ n_j = 35.86, r = 0.0709,

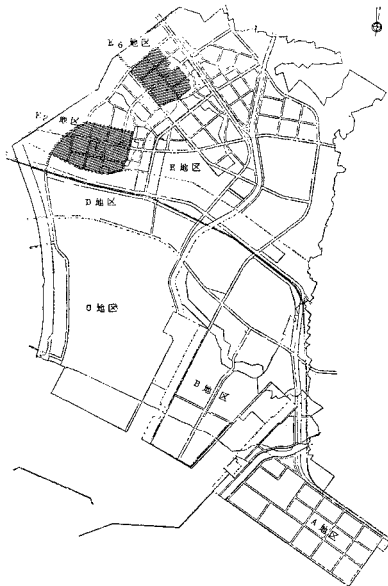


図-1

注3) 単位百万円

表-3 E₂地区大工区造成事業費 (百万円)

工 区	E _{m2-1} 工区	E _{m2-2} 工区	E _{m2-3} 工区	合 計	摘 要
面 積 (ha)	143.7	26.4	67.6	237.7	
造 成	707	478	487	1672	
排 水 路	540	—	366	906	
道 路	851	—	619	1470	
上 水 道	116	—	210*	326	{ * 上水ポンプ場を含む
公園埋文発掘	90	—	15	105	
初年度事業費	2098	478	1472	4048	
次年度事業費	206	—	225	431	
合 計	2304	478	1697	4479	

$\rho = 0.06, \sigma = 1,833 \text{ 円/m}^2, F_t = 179.3 \text{ ha}$
 であるから、
 $Z = 85,775, Z_s = 38,330, Z + Z_s = 124,105$
 ρ_0 の値は0.03~0.06であるが、 $\rho = 0.03$ のとき
 $\rho_0 = 0.06$ のときにつき考え、 $\nu = 0.17$ のときについて、
 μ の値を算出することにする。

$\rho_0 = 0.03$ のとき $\mu \geq 13,534 \text{ 円/m}^2$
 $\rho_0 = 0.06$ のとき $\mu \geq 8,838 \text{ 円/m}^2$

② 毎年10haずつ分譲する場合

n₁=1.74, n₂=3.29, n₃=4.47, n₄=2.09

n₅=6.34, n = ∑_{j=1}⁵ n_j = 17.93, Z = 26,679

Z_s=11,224, Z + Z_s=37,903

$\rho_0 = 0.03$ のとき $\mu \geq 10,569 \text{ 円/m}^2$
 $\rho_0 = 0.06$ のとき $\mu \geq 8,466 \text{ 円/m}^2$

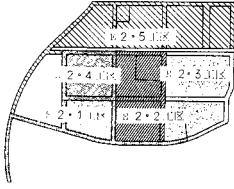


図-2

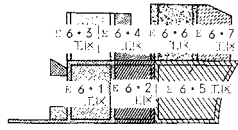


図-3

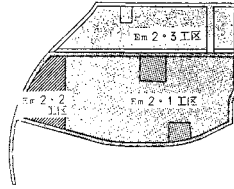


図-4

(2) E₆地区の小工区広範囲(7工区)造成の場合の初年度分譲単価

この場合は、E_{6.1}(20.7 ha)、E_{6.2}(19.2 ha)、E_{6.3}(18.6 ha)、E_{6.4}(14.5 ha)、E_{6.5}(33.1 ha)、E_{6.6}(19.2 ha)、E_{6.7}(17.5 ha) 工区の7工区に分けて、前の工区が分譲完了する年度に、次の工区の造成に着手し、2年間で各工区を造成していくものとする。

$$\begin{aligned} Z_{11} &= 895, Z_{12} = 1143, Z_{21} = 398, Z_{22} = 77, \\ Z_{31} &= 571, Z_{32} = 176, Z_{41} = 275, Z_{42} = 1022, \\ Z_{51} &= 773, Z_{52} = 379, Z_{6.1} = 455, Z_{6.2} = 62, \\ Z_{7.1} &= 363, Z_{72} = 11, F_1 = 142.8 \text{ ha} \end{aligned}$$

① 毎年度 5 ha ずつ分譲する場合

$$\begin{aligned} n_1 &= 4.14, n_2 = 3.84, n_3 = 3.72, n_4 = 2.90, \\ n_5 &= 6.62, n_6 = 3.84, n_7 = 3.50, n = \sum_{j=1}^7 n_j = 28.56 \\ Z &= 42390, Z_s = 18515, Z + Z_s = 60905 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_0 = 0.03 \text{ のとき } \mu &\geq 12279 \text{ 円/m}^2 \\ \rho_0 = 0.06 \text{ のとき } \mu &\geq 8668 \text{ 円/m}^2 \end{aligned}$$

② 毎年度 10 ha ずつ分譲する場合

$$\begin{aligned} n_1 &= 2.07, n_2 = 1.92, n_3 = 1.84, n_4 = 1.45, \\ n_5 &= 3.31, n_6 = 1.92, n_7 = 1.75, n = \sum_{j=1}^7 n_j = 14.28 \\ Z &= 16689, Z_s = 6962, Z + Z_s = 23651 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_0 = 0.03 \text{ のとき } \mu &\geq 9977 \text{ 円/m}^2 \\ \rho_0 = 0.06 \text{ のとき } \mu &\geq 8344 \text{ 円/m}^2 \end{aligned}$$

(3) E₂地区の大工区造成の場合の初年度分譲単価

E₂地区の(E_{2.1}+E_{2.2}+E_{2.3}+E_{2.4})をE_{m2.1}工区とし、E₂地区の西隣の流通地区をE_{m2.2}工区とし、E_{2.5}工区をE_{m2.3}工区として、E_{m2.1}、E_{m2.2}、E_{m2.3}工区を前記同様に連続造成して、毎年50 ha ずつ分譲する場合の分譲初年度の分譲単価を求めることにする。

$$\begin{aligned} F_{m2.1} &= 143.7 \text{ ha}, F_{m2.2} = 26.4 \text{ ha}, F_{m2.3} = 67.6 \text{ ha} \\ F_{mt} &= \sum_{j=1}^3 F_{m2.j} = 237.7 \text{ ha}, N_1 = 2.874, \\ N_2 &= 0.528, N_3 = 1.352, N = \sum_{j=1}^3 N_j = 4.754 \\ Z_{m1.1} &= 2098, Z_{m1.2} = 206, Z_{m2.1} = 478, Z_{m2.2} = 0 \\ Z_{m3.1} &= 1472, Z_{m3.2} = 225, Z_m = 6110, \\ Z_{ms} &= 6034, Z_m + Z_{ms} = 12144 \\ \rho_0 = 0.03 \text{ のとき } \mu &\geq 4966 \text{ 円/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_0 = 0.06 \text{ のとき} \\ \mu &\geq 4711 \text{ 円/m}^2 \end{aligned}$$

(4) E₂地区の大工区造成とE₆地区の小工区広範囲造成を並行して行う場合の初年度分譲単価

① E₆地区を毎年5 ha ずつ分譲し、大工区E₂地区を毎年50 ha ずつ分譲する場合の初年度分譲単価

$$\begin{aligned} Z &= 42390, Z_s = 18515, Z_m = 6110, \\ Z_{ms} &= 6034, Z + Z_s + Z_m + Z_{ms} = 73049 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_0 = 0.03 \text{ のとき } \mu &\geq 4186 \text{ 円/m}^2 \\ \rho_0 = 0.06 \text{ のとき } \mu &\geq 3.168 \text{ 円/m}^2 \end{aligned}$$

② E₆地区を毎年10 ha ずつ分譲し、大工区E₂地区を毎年50 ha ずつ分譲する場合の初年度分譲単価

$$\begin{aligned} Z &= 16689, Z_s = 6962, Z_m = 6110, \\ Z_{ms} &= 6034, Z + Z_s + Z_m + Z_{ms} = 35795 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_0 = 0.03 \text{ のとき } \mu &\geq 5065 \text{ 円/m}^2 \\ \rho_0 = 0.06 \text{ のとき } \mu &\geq 4598 \text{ 円/m}^2 \end{aligned}$$

4. 分譲単価の算出結果についての考察

小工区広範囲造成したE₂地区とE₆地区を毎年10 ha ずつ分譲し、分譲単価の上昇率をρ₀=0.06とすれば、E₂地区の初年度分譲単価はμ≥8500円/m²となり、E₆地区の初年度分譲単価はμ≥8400円/m²となり、両者はほとんど変わらず、ある程度高い分譲単価となる。しかし、E₂地区の大工区造成とE₆地区の小工区広範囲造成を並行して行い、E₂地区は毎年50 ha ずつ分譲し、E₆地区は毎年10 ha ずつ分譲し、分譲単価の上昇率をρ₀=0.06とすれば、分譲初年度の平均的分譲単価はμ≥4600円/m²となつて相当割安の分譲単価となるので、経営政策上からはある程度大規模(50 ha内外)な分譲ができるような企業を誘致するように努力して、割安な分譲ができるように努力することが望ましいと考えられる。

5. 結 び

本論では、工業基地において小工区広範囲造成を段階的に行う場合の初年度分譲単価の数理的決定式を提案し、苫小牧東部工業基地における具体例によって、工業基地開発上の経営採算計画を立案する際の概略の見通しを立てるうえに簡単に利用できることを示したものである。土木技術者が、この方面の経営に参画していくために本研究の方法を活用していただければ望外な幸せである。