

土木と環境の計画理論

Planning Theory of Civil & Environmental
Engineering

2019

第6章 技術検証プロセス(2)

土木・環境工学系 200番台 3Q

教授 屋井鉄雄

土木と環境の計画理論

第1章	計画理論の基礎
第2章	土木と環境の計画
第3章	計画と政策の体系
第4章	計画の哲学
第5章	3つの並行する計画プロセス
<u>第6章</u>	<u>技術検証プロセス</u>
第7章	公衆参画プロセス

第6章 技術検討プロセス

6. 1 事実の認識と技術検討プロセス

6. 2 観測

6. 3 予測

6. 4 効用理論と需要分析

6. 5 計画の評価

6. 6 本章のおわりに

演習

土木と環境の計画理論

6.4 将来需要予測の技術

土木と環境の計画理論

6.4.1 古典的な効用の考え方について

改めて古典的な効用理論について

○効用最大化問題:

$$\max(U)$$

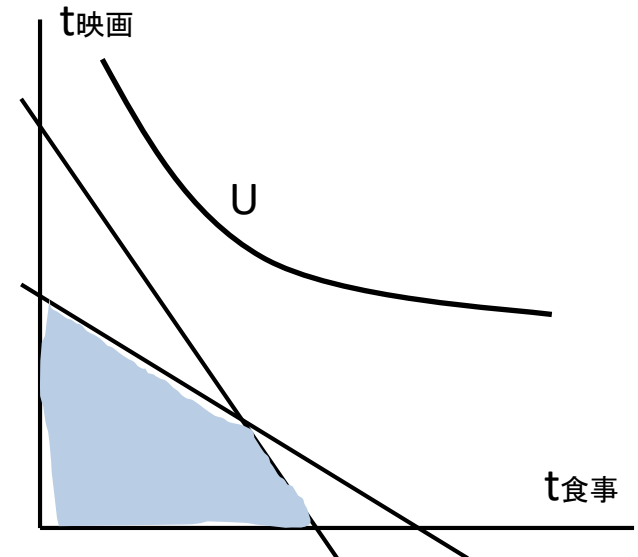
$$U = U(t)_{\text{映画}} + U(t)_{\text{食事}} \quad : \text{総効用(直接効用関数)}$$

$$t \geq t_{\text{映画}} + t_{\text{食事}} \quad : \text{時間制約}$$

$$c \geq c(t)_{\text{映画}} + c(t)_{\text{食事}} \quad : \text{予算制約}$$

→最適化問題(線形関数なら線形計画問題)

直接効用関数を制約条件の下で最大化し, その点の値を効用関数に代入することで, 間接効用関数が得られる.



土木と環境の計画理論

6.4.2 ランダム効用理論の考え方

ランダム効用理論の基礎知識

○ランダム効用理論に基づく離散選択モデル

- ・ダニエル・マクファードン(2000年のノーベル経済学賞)が、ミクロ経済学理論に基づく定式化を行った理論体系
- ・効用関数が確定項とランダム項(確率項)の和で表現できると仮定し、離散選択モデルを活用したパラメータ推定を行う

○合理的経済人の仮定

効用最大化の行動, 選択にあたって完全情報を持ち, 効用差を識別可能で, 効用関数に加法性(要因の同時考慮)を仮定すること(この強い経済的合理性の仮定を弱めたモデルや理論が開発されている: 大学院レベル)

○連続と離散

連続量と離散量(連続選択と離散選択)

(殺虫剤の効果, 労働経済学)

間隔尺度と名義(分類)尺度

→したがって, 離散選択(Discrete choice)とは,
複数の選択肢集合から1つを選ぶこと

(東京から大阪への旅行を例にすると, 「新幹線と飛行機のいずれか一方を選び, 両方を同時には選択できない」)

○選択肢の集合(Choice set)

二肢選択(binary choice) と多肢選択(multiple choice)

ランダム効用理論の関連用語

選択確率(Choice Probability)

選択肢(Choice Set)

離散選択(Discrete Choice)

非集計モデル(Disaggregate Model)

集計モデル(Aggregate Model)

効用関数(Utility Function)

確率項, 確定項

加法的(線形)効用関数

ガンベル分布(Gumbel), 正規分布(Normal)

ロジットモデル(Logit Model),

プロビットモデル(Probit Model)

最尤法(Maximum Likelihood Method)

尤度関数(Likelihood Function)

ランダム効用理論の式展開

$$U_{nj} = V_{nj} + \varepsilon_{nj}$$

$U_{nj}, j = 1, \dots, J$: 個人 n が選択肢 j から得る
効用(ランダム効用)

V_{nj} : 確定項 例: $U = \beta'X + \varepsilon$

ε_{nj} : 誤差項(確率項) $\varepsilon_n = \langle \varepsilon_{ni}, \dots, \varepsilon_{nJ} \rangle$

このとき, 選択肢 i が選択されるのは,

$$U_{ni} > U_{nj} \quad \forall j \neq i$$

なる場合のみである

ランダム効用理論の式展開2

$$U_{nj} = V_{nj} + \varepsilon_{nj}$$

$U_{nj}, j = 1, \dots, J$: 個人 n が選択肢 j から得る
効用(ランダム効用)

V_{nj} : 確定項 例: $U = \beta'x + \varepsilon$

ε_{nj} : 誤差項(確率項) $\varepsilon_n = \langle \varepsilon_{n1}, \dots, \varepsilon_{nJ} \rangle$

○各人の効用関数は、外部から完全に観測することは出来ないので、必ず不確実な部分(確率項)が残る。この存在を明確に定義して効用関数を導出した。

○重回帰分析では、誤差項を仮定して、観測値との誤差二乗和を最小化することで、関数の係数を統計的に推定する。

$$y = \beta x + \varepsilon \Rightarrow \min \sum (y_i^0 - y_i)^2$$

○ランダム効用理論では、離散選択の結果を用いて、同様に効用関数の係数を推定することができる

選択確率 (choice probability : P_{ni})

$$\begin{aligned} P_{ni} &= \text{Prob}(U_{ni} > U_{nj} \quad \forall j \neq i) \\ &= \text{Prob}(V_{ni} + \varepsilon_{ni} > V_{nj} + \varepsilon_{nj} \quad \forall j \neq i) \\ &= \text{Prob}(\varepsilon_{nj} - \varepsilon_{ni} < V_{ni} - V_{nj} \quad \forall j \neq i) \end{aligned}$$

ここで誤差項の密度分布を $f(\varepsilon_n)$ とおくと,

$$\begin{aligned} P_{ni} &= \text{Prob}(\varepsilon_{nj} - \varepsilon_{ni} < V_{ni} - V_{nj} \quad \forall j \neq i) \\ &= \int_{\varepsilon} I(\varepsilon_{nj} - \varepsilon_{ni} < V_{ni} - V_{nj} \quad \forall j \neq i) f(\varepsilon_n) d\varepsilon_n \end{aligned}$$

$I(\cdot)$ は括弧内を満たす場合には1,
そうでなければ0となる判別関数である

上記の積分を行うことで、選択確率を計算することができる

ロジットモデルの理論と展開 (Logit Model)

選択肢ごとの誤差項が各々独立で同一のガンベル分布(第1種極値分布)に従うと考える。密度関数は,

$$f(\varepsilon_{nj}) = e^{-\varepsilon_{nj}} \exp(-e^{-\varepsilon_{nj}})$$

また, 累積密度関数は,

$$F(\varepsilon_{nj}) = \exp(-e^{-\varepsilon_{nj}}) \quad \text{この分布の分散は } \pi^2/6$$

独立であることから, すべての選択肢に対する累積分布は, 個々の累積分布の積となる

$$P_{ni} \mid \varepsilon_{nj} = \prod_{j \neq i} \exp(-e^{-\varepsilon_{ni} + V_{ni} - V_{nj}})$$

このとき, ε_{ni} は与えられないので, 選択確率 P_{ni} は密度関数によって重みづけられた, すべての ε_{ni} について $P_{ni} \mid \varepsilon_{ni}$ を積分することで得られる

$$P_{ni} = \int \left(\prod_{j \neq i} \exp(-e^{-\varepsilon_{ni} + V_{ni} - V_{nj}}) \right) - e^{-\varepsilon_{ni}} \exp(-e^{-\varepsilon_{ni}}) d\varepsilon_{ni}$$

この積分を計算すると、以下の簡潔な形が導かれる

$$P_{ni} = \frac{e^{V_{ni}}}{\sum_j e^{V_{nj}}}$$

この式は、ロジットモデル(Logit Model)と呼ばれる。特に3つ以上の選択肢を対象にしていることから、多肢選択ロジット(Multinomial Logit)と呼ばれる

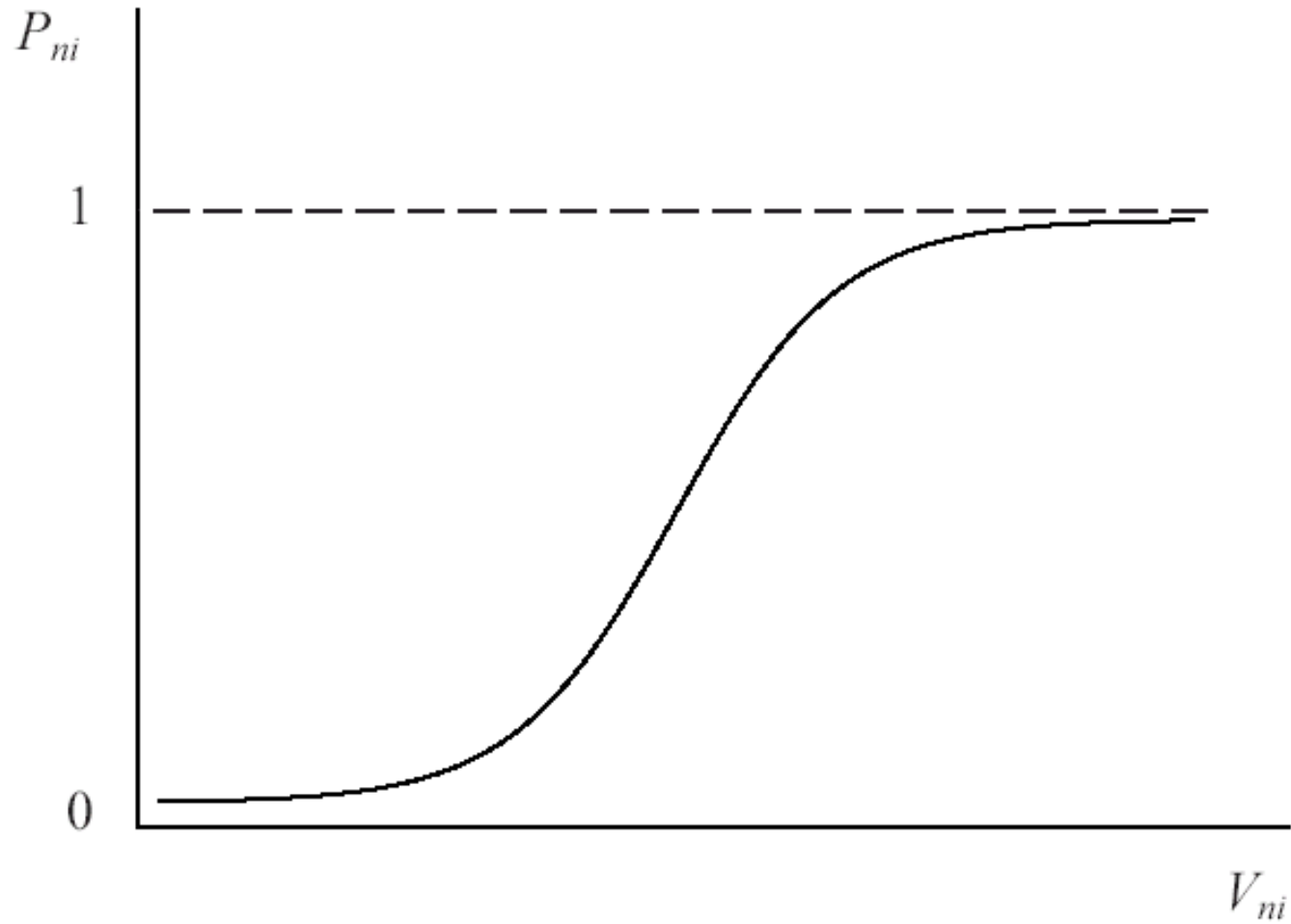
ここで効用の確定項に加法的効用関数を仮定すると、

$$V_{nj} = \beta' x_{nj} \quad \beta \text{はパラメータ, } x_{nj} \text{は説明変数である}$$

このとき、以下の式が得られる

$$P_{ni} = \frac{e^{\beta' x_{ni}}}{\sum_j e^{\beta' x_{nj}}}$$

選択確率には次の性質がある $\sum_{i=1}^J P_{ni} = \sum_i \exp(V_{ni}) / \sum_j \exp(V_{nj}) = 1$



ロジットモデルのP-Vカーブ

ロジットモデルの有するIIA特性*

*「無関係な選択肢からの文脈独立特性
(Independence from Irrelevant Alternatives: IIA)」

- ロジットモデルでは、任意の2つの選択肢 j, k に関して、選択確率の比は以下の通り

$$\frac{P_{ij}}{P_{ik}} = \frac{\exp(V_{ij}) / \sum_s \exp(V_{is})}{\exp(V_{ik}) / \sum_s \exp(V_{is})} = \exp(V_{ij} - V_{ik})$$

- 選択確率の相対比は、他の選択肢の影響を受けない
→有名な “青バスー赤バス問題”

効用関数のパラメータの推定方法

($V_{nj} = \beta' x_{nj}$ の β の最尤法による推定)

- ・最尤法: “未知数を持つ確率” (尤度) の同時生起確率を最大化することで、未知数を求める推定方法
- ・重回帰: 線形式で誤差が正規分布に従う場合の最尤推定に一致

未知のパラメータ β , 個人 i の選択結果 y_{ij} ($j=1, \dots, J$) と,
選択確率 P_{ij} ($j=1, \dots, J$) を用いて次のような積をつくる.

$$P_{i1}^{y_{i1}} \cdot P_{i2}^{y_{i2}} \cdot \dots \cdot P_{iJ}^{y_{iJ}} = \prod_{j=1}^J P_{ij}^{y_{ij}}$$

よって, 全サンプル n 人の同時生起確率は,

$$L = \prod_{1 \leq i \leq n} \prod_{1 \leq j \leq J} P_{ij}^{y_{ij}}$$

によって表される (同時生起確率最大化)

→これが尤度関数であり、これを対数変換した上で、未知なパラメータに関して最大化 (ニュートン法等) することで解を得られる

土木と環境の計画理論

6.4.3 東京都市圏の鉄道需要予測

交通需要予測における非集計モデルの適用事例

審議会名	都交審15号 (1972年)	運政審7号 (1985年)	運政審18号 (2000年)
機関分担	集計ロジット	非集計ロジット	非集計ロジット
経路配分	最短経路配分	非集計ロジット	<u>非集計プロビット</u>
経路配分 の変数	幹線所要時間	(端末部)所要 時間, 費用 (幹線部)所要 時間, 費用, 乗 換え回数	(端末部)所要時 間, 費用 (幹線部)所要時 間, 費用, 乗換 時間, 混雑費用
トリップ目的		通勤・通学	通勤・通学・ 私事・業務
ゾーン数		658 (約3.5 × 3.5km)	1812 (約2 × 2km)

モデルパラメータの推定結果の例

交通機関選択モデル
(多肢選択ロジットモデル)

		通勤の例
時 間	総時間	-0.0263 (-7.9)
費 用	総費用	-0.000584 (-2.0)
乗用車保有率	自動車	0.601 (8.4)
都心ダミー	鉄 道	0.307 (2.6)
定数	自動車	-0.274 (-2.0)
	バ ス	-1.310 (-7.5)
的 中 率		70.0%
尤 度 比		0.226
サンプル数		2,033
(参考)時間価値		45(円/分)

経路配分モデル
(多肢選択プロビットモデル)

		単位	通勤の例
時 間	乗車時間	(分)	-0.0943 (-8.09)
	アクセス・イグレス時間	(分)	-0.127 (-11.7)
	アクセス時間	(分)	
	イグレス時間	(分)	
	乗換時間 (待ち時間含む)	(分)	-0.112 (-10.7)
費 用	総費用	(円)	-0.00200 (-3.98)
混雑指標			-0.00869 (-3.34)
尤 度 比			0.390
サンプル数			1,218

※()内は t検定値

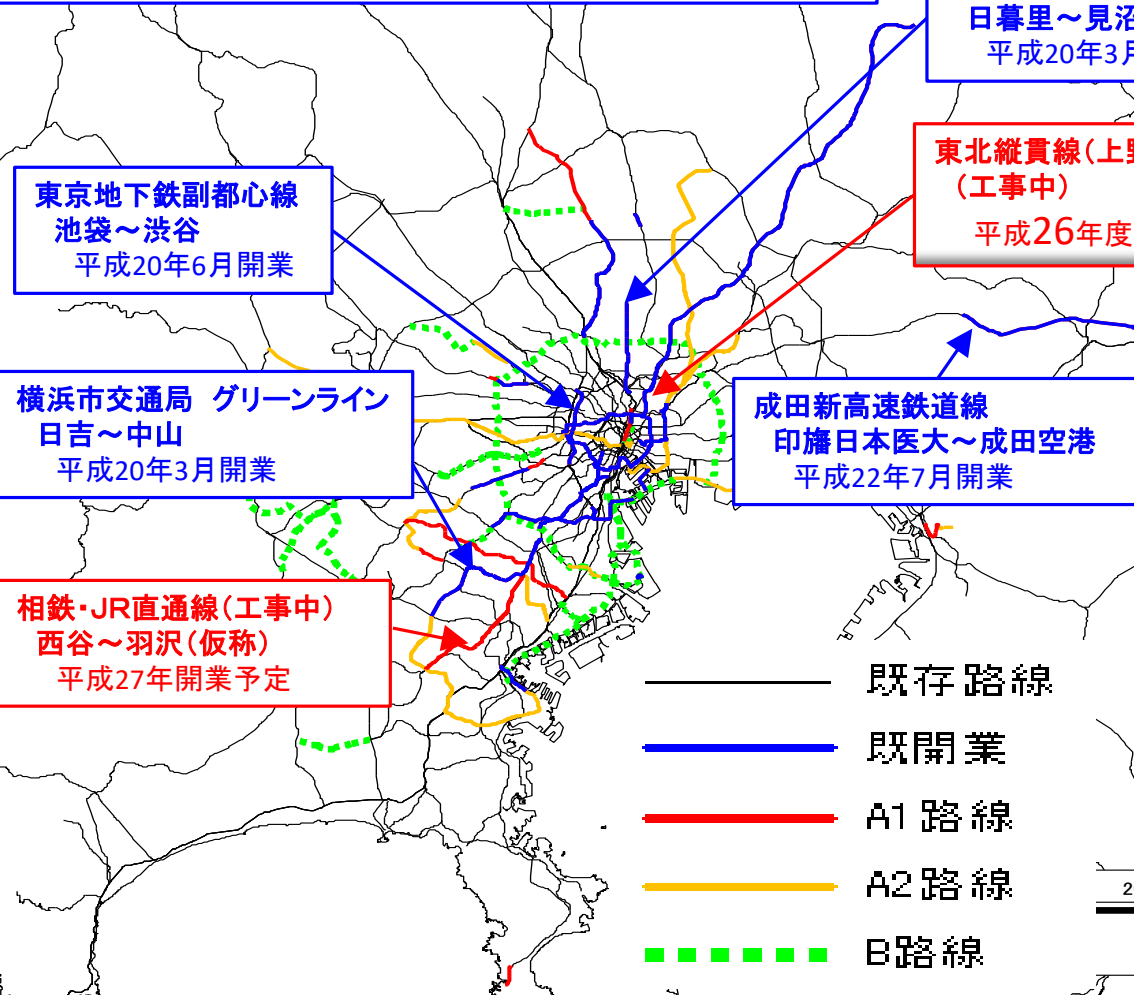
通勤・通学・私事・業務目的別に構築

18号答申の整備状況

2000年から2012年の間に、鉄道の地図が大きく変わった

18号答申のA1路線(2015年までに開業することが適当である路線)は約8割が営業中

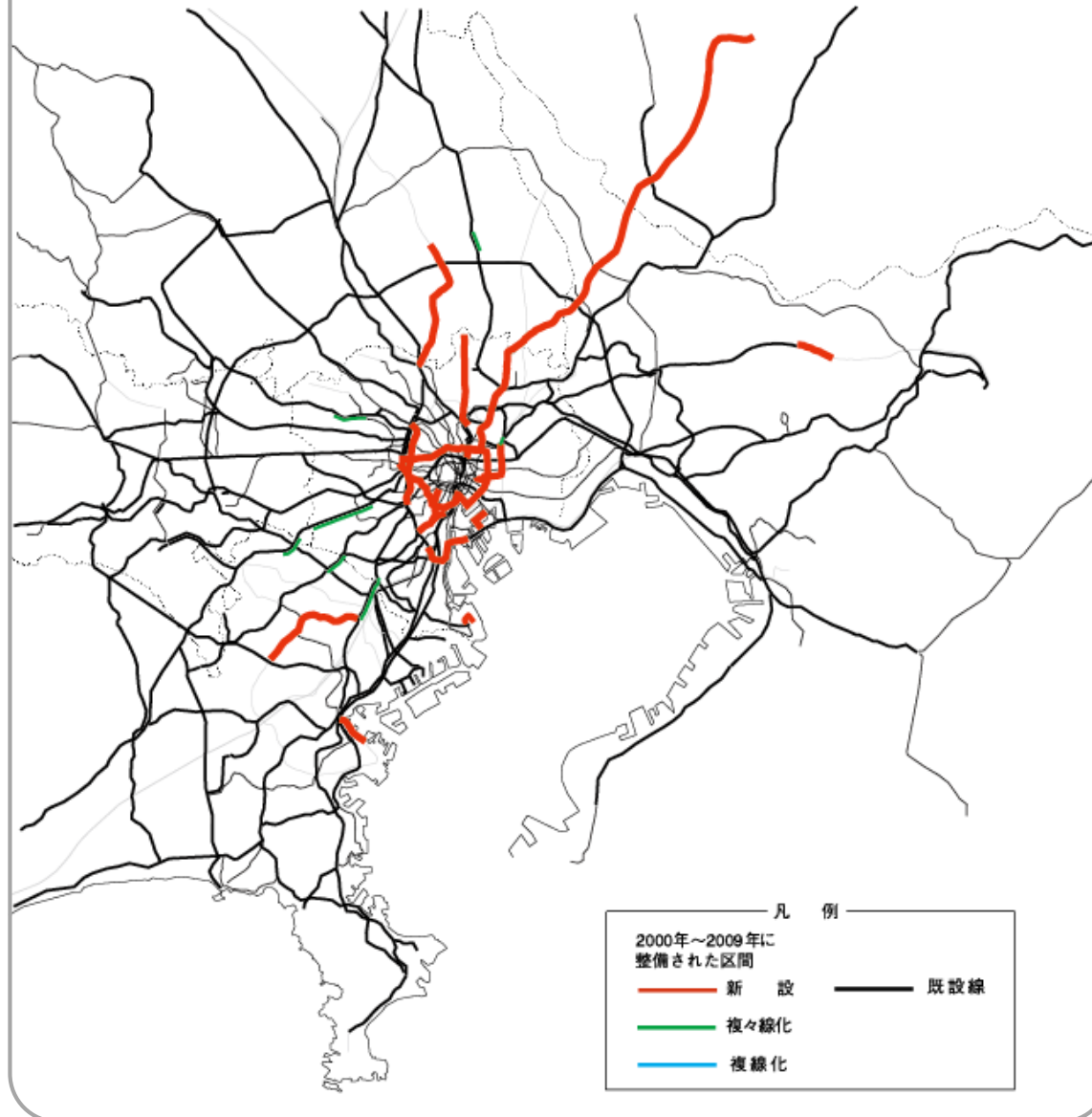
■平成20年以降に開業した答申路線



単位: km

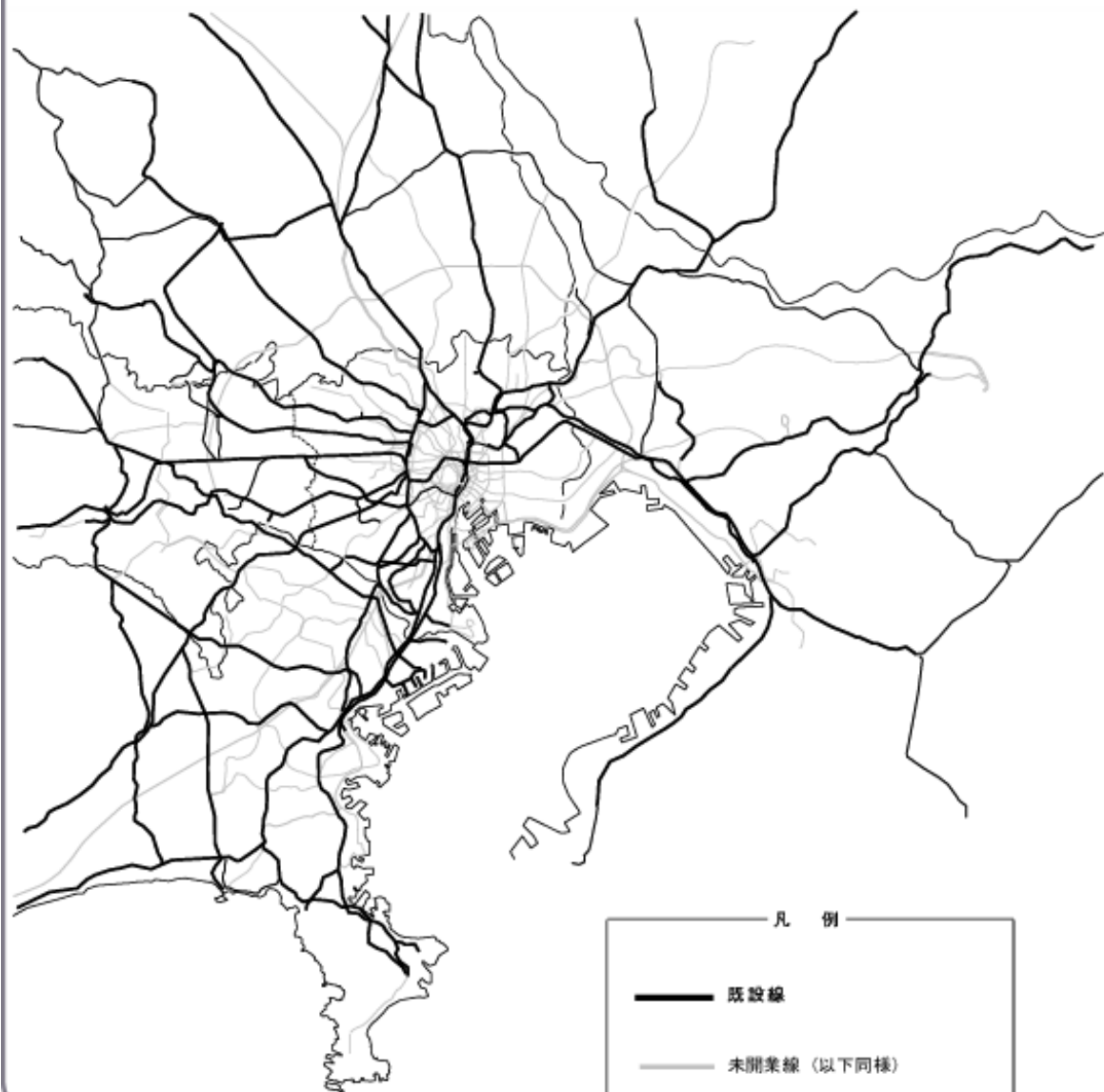
	答申 延長	未着手	整備中	営業中
①A1路線 目標年次(2015年)までに開業することが適当である路線	280 (100%)	53 (19%)	9 (3%)	218 (78%)
①のうち答申時未着手であった路線	93 (100%)	53 (57%)	9 (10%)	31 (33%)
②A2路線 目標年次(2015年)までに整備着手することが適当である路線	169 (100%)	168 (99%)	0 (0%)	1 (1%)
③B路線 今後整備について検討すべき路線	203 (100%)	203 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
計(①+②+③)	653 (100%)	424 (65%)	9 (1%)	219 (34%)

2010年時点の東京圏における高速鉄道網整備状況



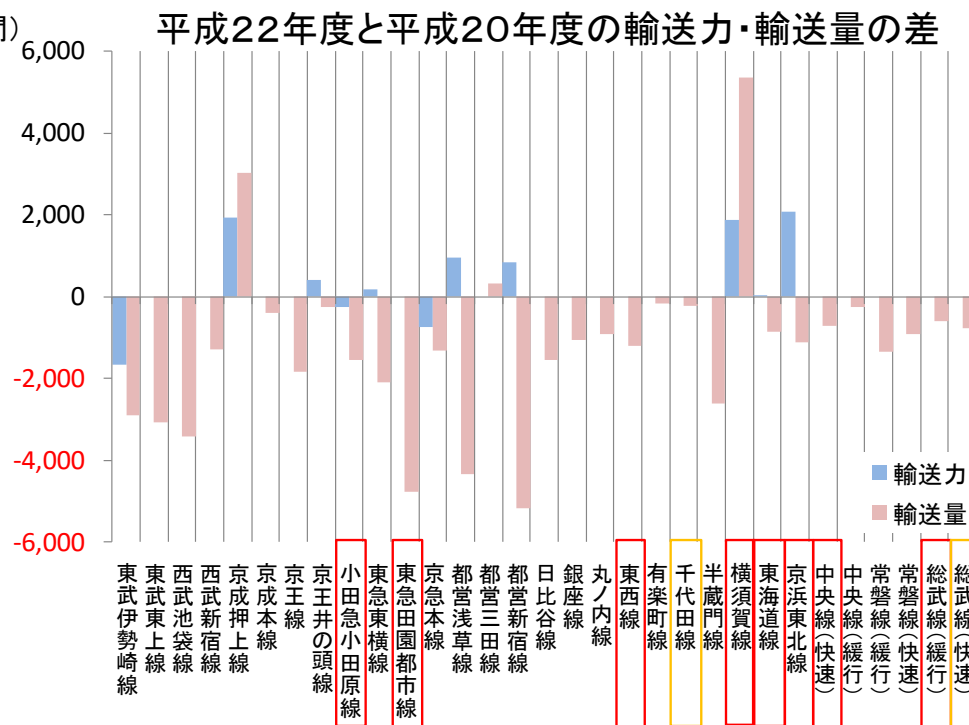
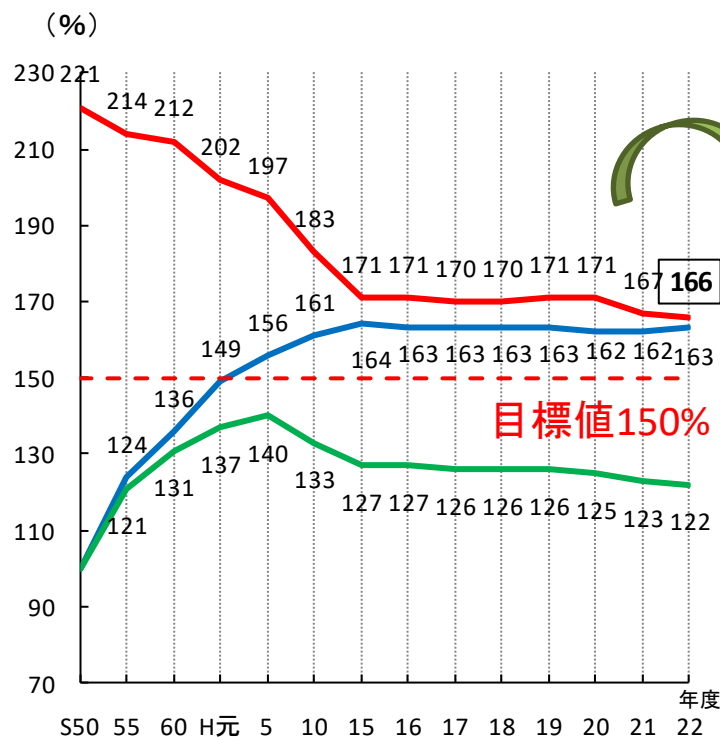
東京圏の鉄道総延長2470km, 相互直通運行は870km(2005)に及ぶ

1950年時点の東京圏高速鉄道網



混雑緩和（主要31区間のピーク時平均混雑率）

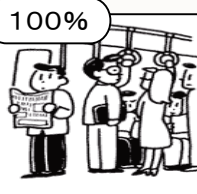
- ・平成22年度の主要31区間のピーク時平均混雑率は、**166%**
- ・近年の混雑低下は、田園都市線、小田急線の通過旅客数低下が一因（大井町線溝の口延伸・急行運転化、目黒線の急行運転化、グリーンラインの開業等が寄与）



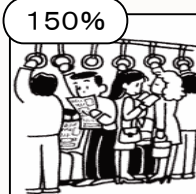
- 平成20、22年度ともに混雑率が180%を超えている路線
- 平成20年度は180%を超えていたが、平成22年度には180%を下回った路線

運輸政策研究機構資料より

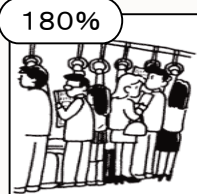
混雑率の目安



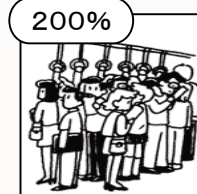
定員乗車(座席につくか、吊革につかまるか、ドア付近の柱につかまることができる)。



広げて楽に新聞を読める。



折りたたむなど無理をすれば新聞を読める。



体がふれあい相当圧迫感があるが、週刊誌程度なら何とか読める。



電車がゆれるたびに体が斜めになって身動きができず、手も動かせない。

環境公共政策論

6.4.4 行動経済学における幾つかの仮説

行動経済学における幾つかの仮説

- 保有効果 (endowment effect) 53
自分が所有するものに高い価値を感じ、手放したくないと感じる現象のこと(得ることの効用よりも失う損失の方が大きい)
- アンカリング効果 (anchoring effect) 67
最初に印象に残った数字や物が、その後の判断に影響を及ぼすこと(1万円の値札が5000円に書き直してあれば安いと感じる衝動買い)
- フレーミング効果 (framing effect) 99
質問や問題の提示のされ方(フレーム)で選択や選好の結果が異なること(生存率95%と死亡率5%では受け取る印象が異なる)
- ピークエンドの法則 (peak-end rule) 213
あらゆる経験の快苦の記憶は、ほぼ完全にピーク時と終了時の快苦の度合いで決まるという法則(その出来事の時間の長さには関係がない)

限定合理性 (bounded Rationality)

- 選択肢は内生的に発見されるが、時間と費用がかかる
- 結果の確率は外生的に与えられたものではなく、主観的に評価される
- 効用は選択の結果だけではなく、過程からも影響されるので、効用、不効用を正確に測るのは難しい
- 選択肢の決定は、効用最大化ではなく、満足化によって決められる

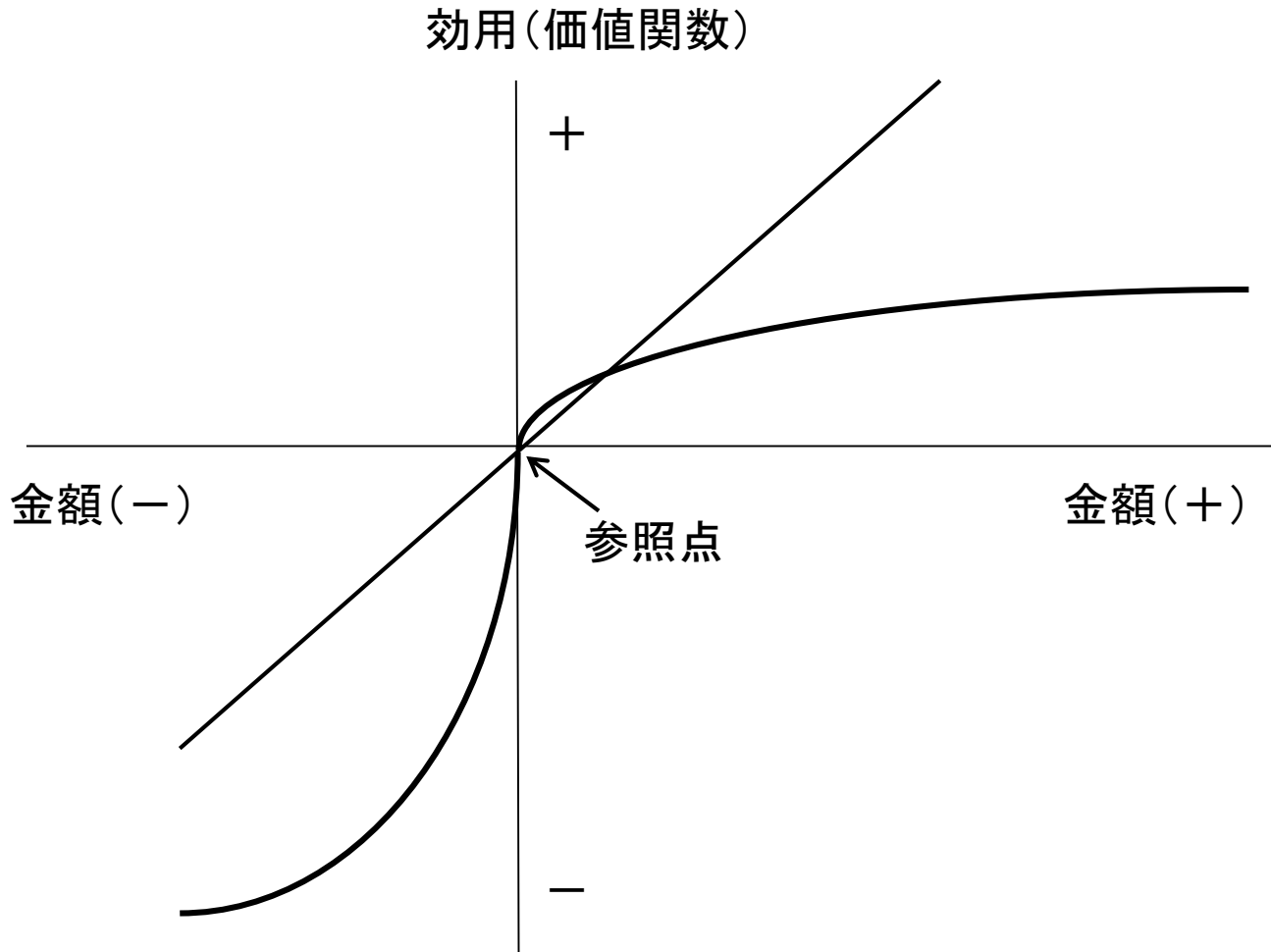
⇒従来の経済合理性に係る強い仮定を弱め、合理性を限定的に捉えて理論化やモデル化を図ることが行われるようになってきた

土木と環境の計画理論

6.4.5 行動経済学による効用関数の展開

プロスペクト理論

- ・価値関数(判断の基準となる参照点からの乖離によって測られる)
- ・参照点(過去の習慣、現在の状況、確実な利得等、多様な要因で決まる)



プロスペクト理論

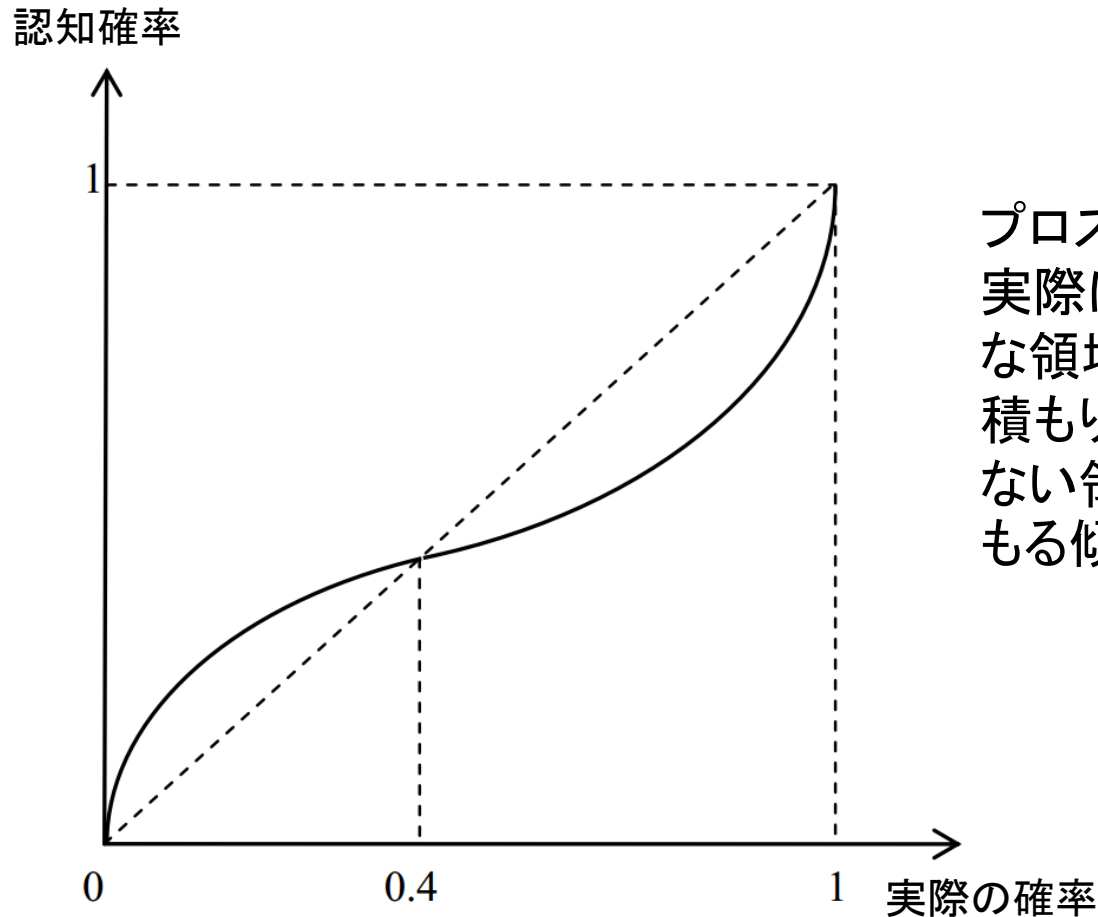
- 人々の「損失回避性」を仮定する理論
利得領域の効用の増分 < 損失領域の効用増分
 $\Rightarrow U(+500\text{ドル}) + U(-500\text{ドル}) < 0$
(失うことの効用減少分は相対的に大きい)
- 期待効用の定式化: $EU = S(p)U(X-R) + S(1-p)U(Y-R)$
 $X > R > Y$ R : 参照点
 $U(X) + U(-X) < 0$ 損失回避性
 $S(p) < p$ if $p > 0.3$ 0.3以上の主観確率の過小評価
 $S(p) + S(1-p) < 1$ 主観確率の劣加法性

プロスペクト理論で用いられる 価値関数の具体例

$$u(x) = \begin{cases} x^{\alpha} & x \geq 0 \\ -\lambda(-x)^{\beta} & x < 0 \end{cases}$$

Tversky and Kahneman[1992]は、カリフォルニア大学とスタンフォード大学の大学院生 25 名を対象にアンケート実験を行い、評価関数の形状を特定化する試みを行った。 (α, β, λ) を8通り質問に対する回答から推定して、 $\alpha = \beta = 0.88$ 、 $\lambda = 2.25$ という結果を得た

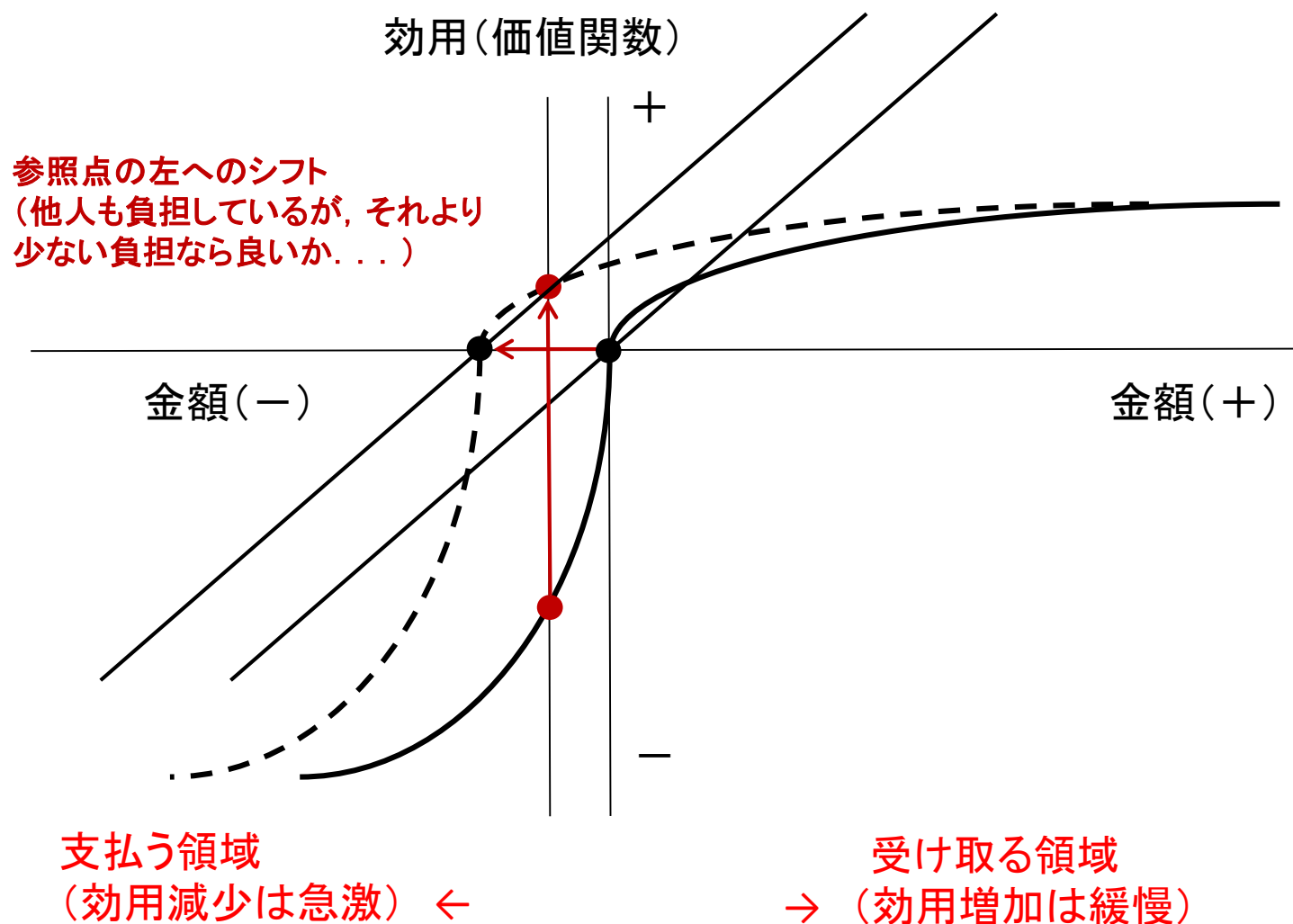
プロスペクト理論の確率加重関数



プロスペクト理論によれば、実際に発生する確率が大きな領域では、確率を少なく見積もり、一方発生頻度の少ない領域では、逆に多く見積もる傾向があるとされる。

プロスペクト理論による同調行動の説明

参照点が他人の影響で低下すれば効用が上がり同調行動が増す



まとめ

個人の効用理論

「個々人の選択行動や選好」に着目し、個人の効用について学習した。具体的に勉強した理論は以下の3つである。

○ランダム効用理論

効用関数には観測不能な部分(確率項)が残ることを前提とし、離散選択を表現するモデル化に成功

公共交通や自転車など交通機関の利用者を予測する方法として定着
個々人の独立な経済行動(効用最大化)を前提

○効用理論の限界

合理的な経済人の仮定 ⇒ 行動経済学, 限定合理性

プロスペクト理論の進展(価値関数と参照点を導入し、効用関数の非線形性を実態に照らして反映)

土木と環境の計画理論

6.5 計画の評価

土木と環境の計画理論

5.5.1 環境影響評価の仕組みと データ

環境アセスメントのない時代

漸く米国等でアセス法が制定された頃



昭和47(1972)年 千代田区祝田橋交差点

時は、高度経済成長の末期。道路には車があふれ、ビル建設にも拍車がかかっていました。空は、車の排気ガスで重くよどんでいます。(東京都HPより)

環境影響評価制度の概要

①何故、環境影響評価が必要か？

- ・公共事業や民間開発等の及ぼす影響を事前に評価して、必要に応じた対策を施すことで、環境面の影響を回避・緩和するため
⇒環境公共政策や計画の及ぼす影響も事前に評価する必要有

①法・制度と手続の考え方

法アセス(高速道すべて, 第1種:4車線10km以上, 第2種:4車線7.5-10km等)
条例アセス(各自治体で追加的に制定)
実施主体:事業者(事業アセス), 都市計画決定権者(都計アセス)

②影響予測の技術と課題

現地調査:通常1年, それ以上
影響予測:大気汚染, 騒音, 振動, 地下水(地下道路)など
(交通需要予測による交通量がベース)
緩和措置(ミチゲーション)、事後調査

環境影響評価の対象

環境アセスメントの対象事業一覧

	第1種事業 (必ず環境アセスメントを行う事業)	第2種事業 (環境アセスメントが必要かどうかを個別に判断する事業)
1 道路		
高速自動車国道 首都高速道路など 一般国道 山のみち地域づくり交付金により整備される林道	すべて 4車線以上のもの 4車線以上・10km以上 幅員6.5m以上・20km以上	4車線以上・7.5km～10km 幅員6.5m以上・15km～20km
2 河川		
ダム、堰 放水路、湖沼開発	湛水面積100ha以上 土地改変面積100ha以上	湛水面積75ha～100ha 土地改変面積75ha～100ha
3 鉄道		
新幹線鉄道 鉄道、軌道	すべて 長さ10km以上	長さ7.5km～10km
4 飛行場	滑走路長2500m以上	滑走路長1875m～2500m
5 発電所		
水力発電所 火力発電所 地熱発電所 原子力発電所	出力3万kW以上 出力15万kW以上 出力1万kW以上 すべて	出力2.25万kW～3万kW 出力11.25万kW～15万kW 出力7500kW～1万kW
6 廃棄物最終処分場	面積30ha以上	面積25ha～30ha
7 埋立て、干拓	面積50ha超	面積40ha～50ha
8 土地区画整理事業	面積100ha以上	面積75ha～100ha
9 新住宅市街地開発事業	面積100ha以上	面積75ha～100ha
10 工業団地造成事業	面積100ha以上	面積75ha～100ha
11 新都市基盤整備事業	面積100ha以上	面積75ha～100ha
12 流通業務団地造成事業	面積100ha以上	面積75ha～100ha
13 宅地の造成の事業 (*1)	面積100ha以上	面積75ha～100ha
○港湾計画 (*2)	埋立・掘込み面積の合計300ha以上	

環境影響評価の技術手法

道路環境影響評価の技術手法

第1章 環境影響評価制度

第2章 環境影響評価の手続

第3章 環境影響評価の実施手順

1. 参考項目及び本資料で取り扱う参考項目以外の

2. 大気質

3. 強風による風害(参考項目以外の項目)

4. 騒音

5. 低周波音(参考項目以外の項目)

6. 振動

7. 水質

8. 底質(参考項目以外の項目)

9. 地形及び地質

10. 地盤(参考項目以外の項目)

11. 土壌(参考項目以外の項目)

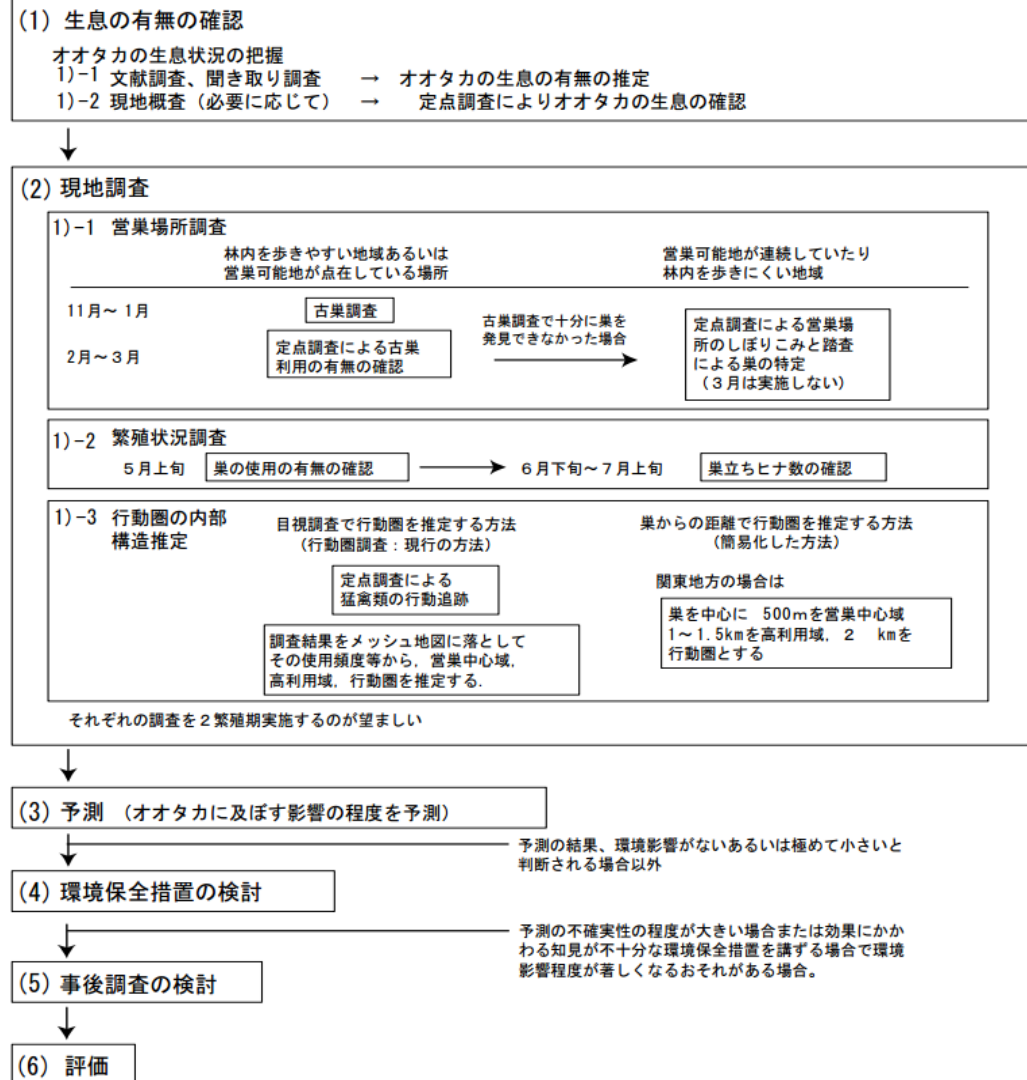
12. 日照障害

13. 動物、植物、生態系

14. 景観

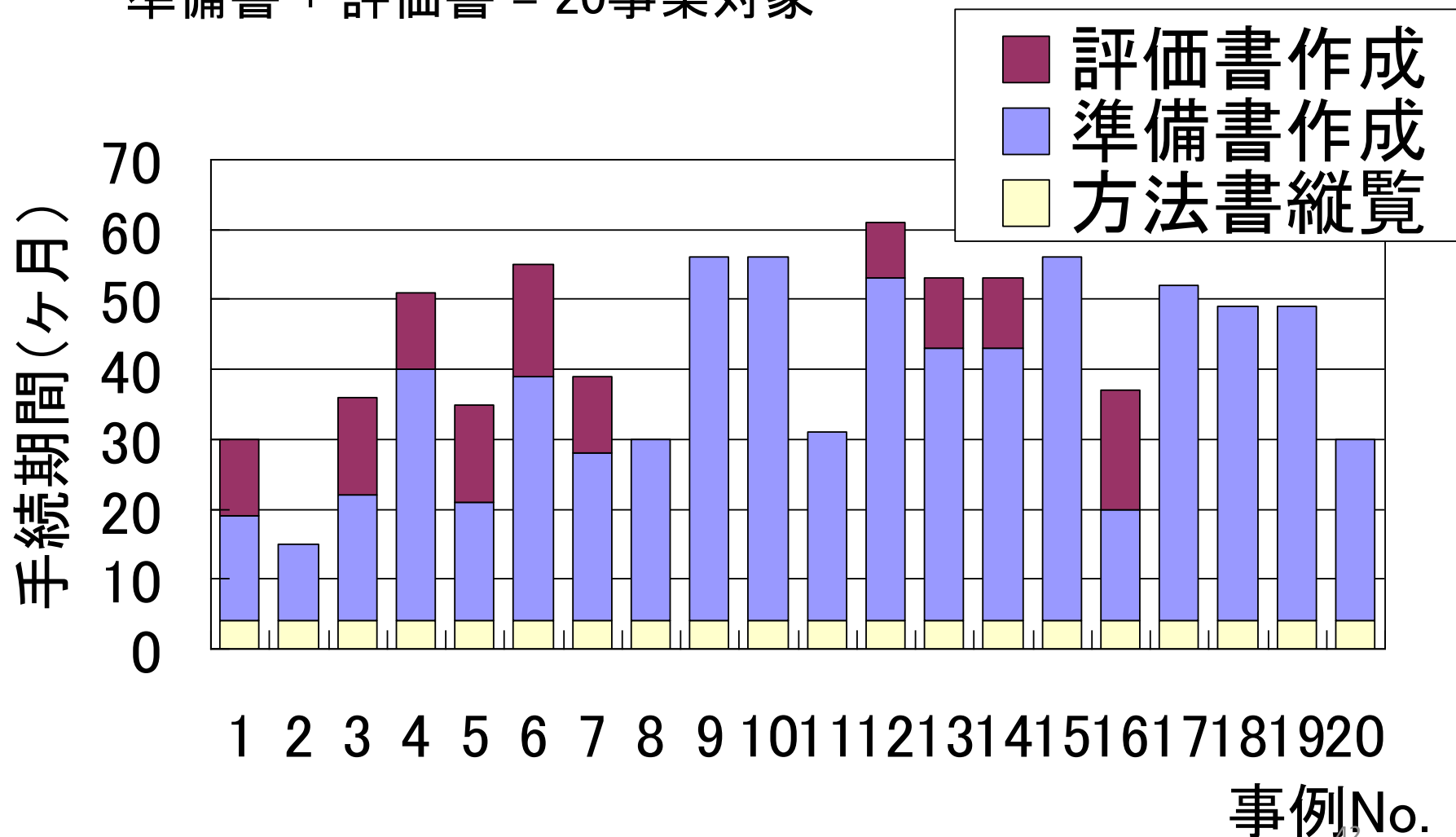
15. 人と自然との触れ合いの活動の場

16. 廃棄物等



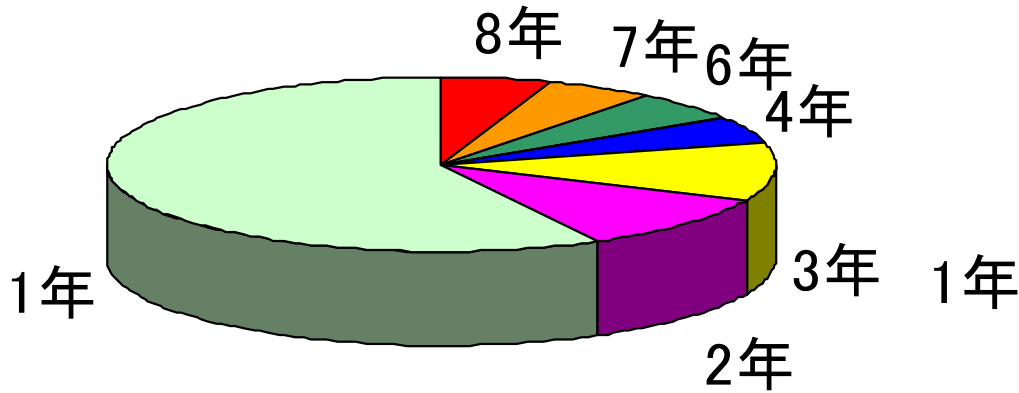
環境影響評価に要する期間

準備書 + 評価書 = 20事業対象

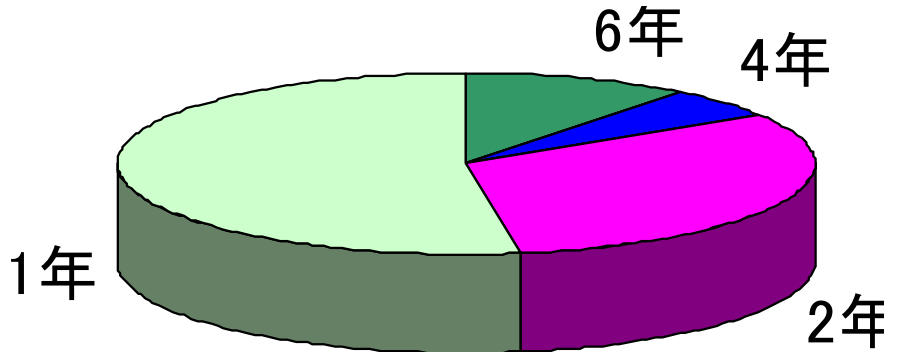


長期化の要因

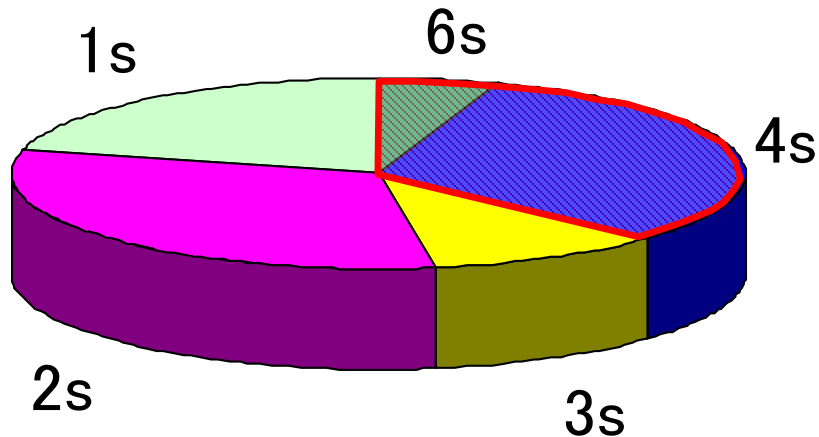
動物(一般)の現地調査期間



植物の現地調査期間



動物(猛禽類)の現地調査期間



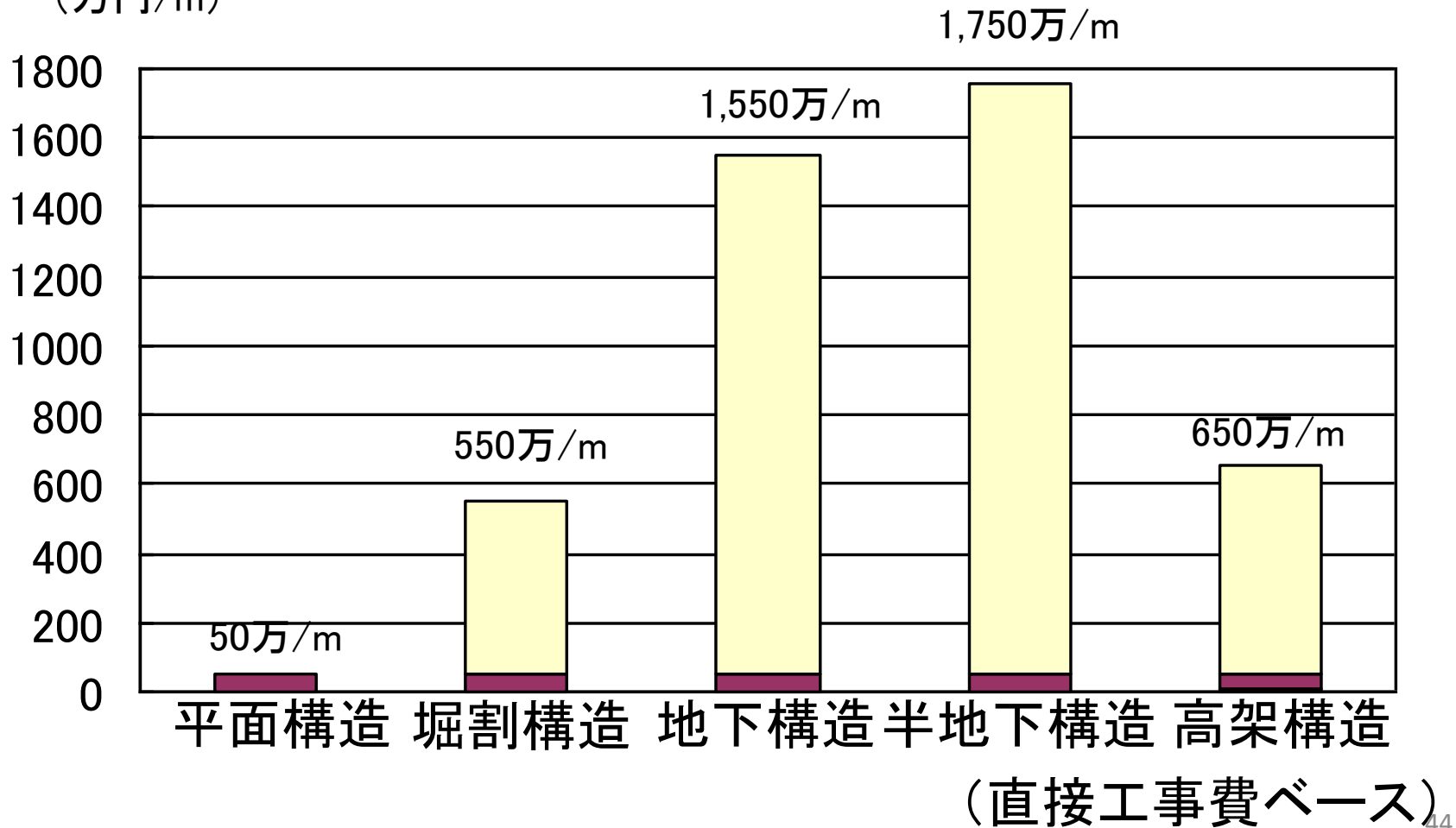
猛禽類の現地調査期間は7事業が4シーズン以上

S: シーズン(繁殖期間)

環境保全措置に要する費用

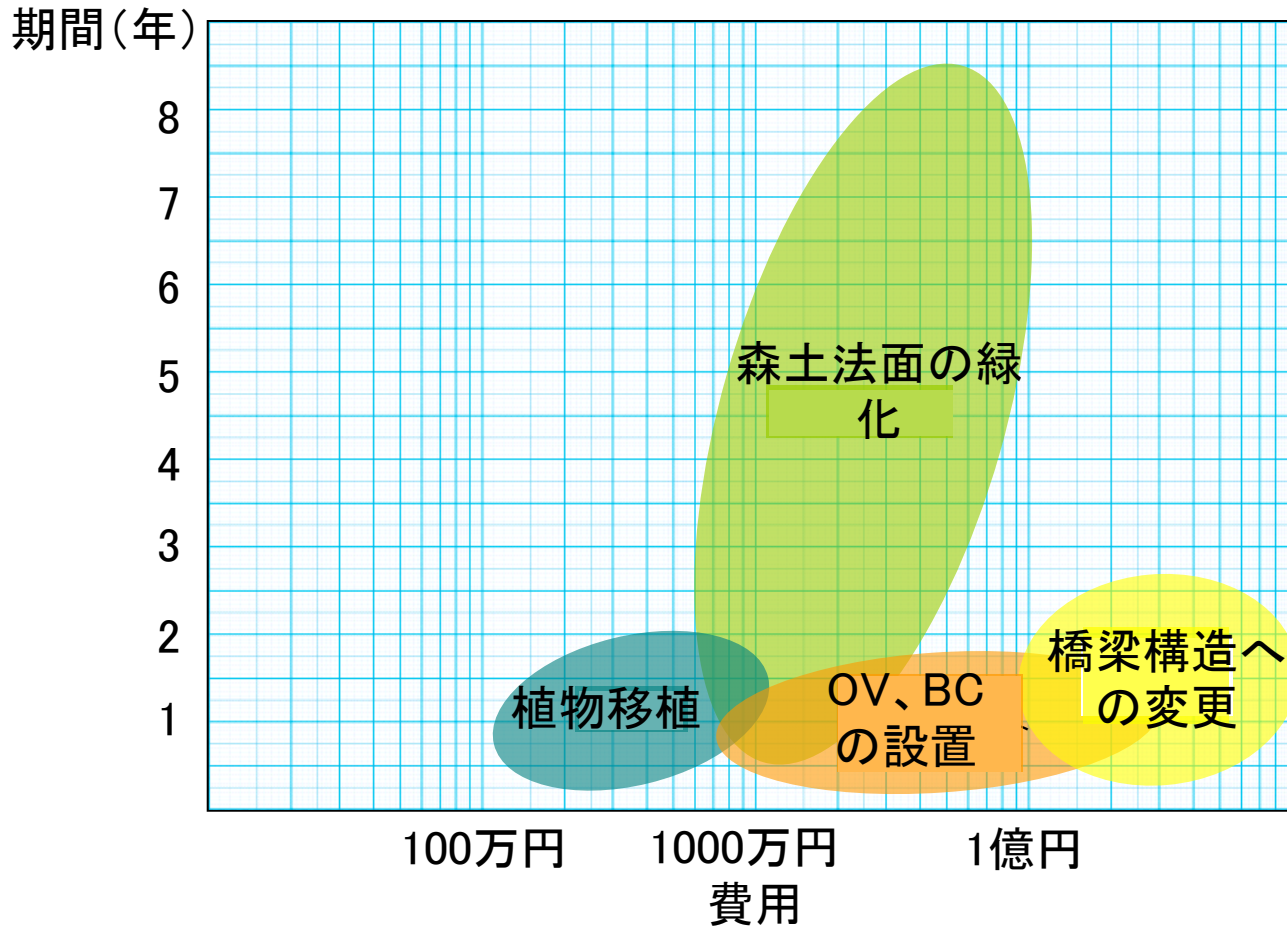
大気・騒音対策等のための道路構造の変更

(万円/m)



環境保全措置に要する費用

自然環境保全措置の費用(傾向)

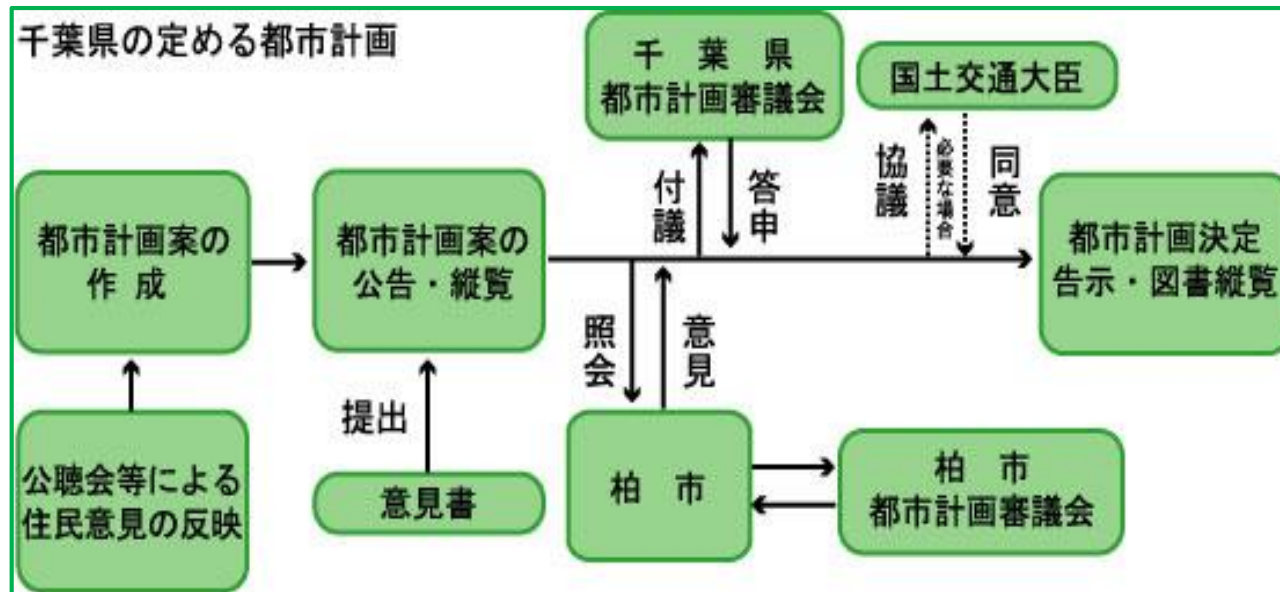
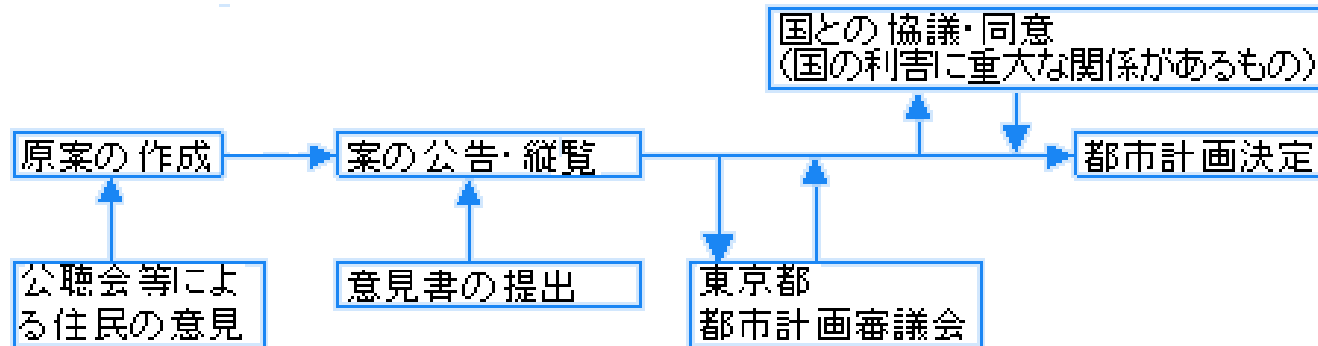


OV:オーバブリッジ
BC:ボックスカルバート

参考：都道府県の定める都市計画の手続き

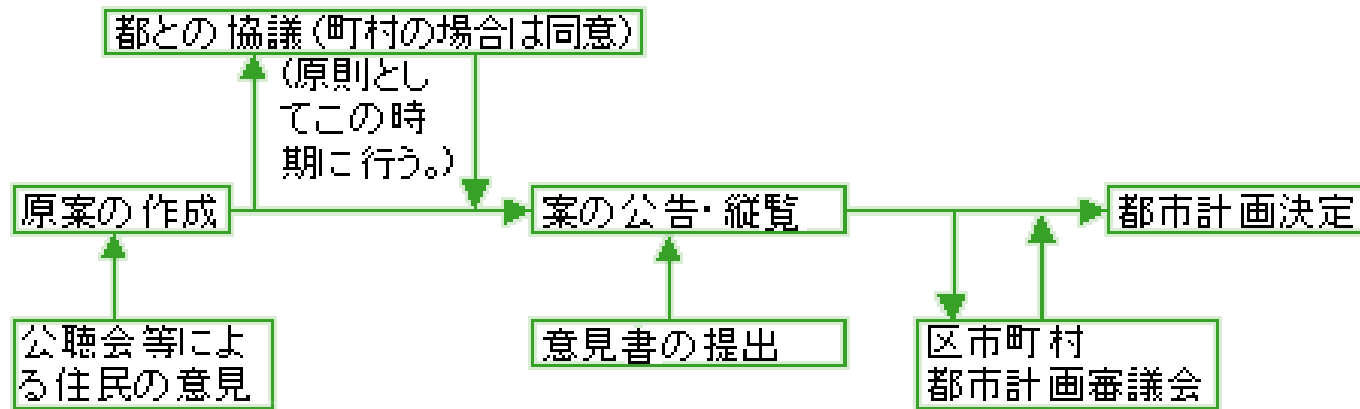
(都市計画区域の線引き, 一般国道, 高速道路など)

東京都が定める都市計画の決定手続



参考：市町村の定める都市計画の手続き

東京都の区市町村が定める都市計画の決定手続



市町村が定める都市計画等の手続き



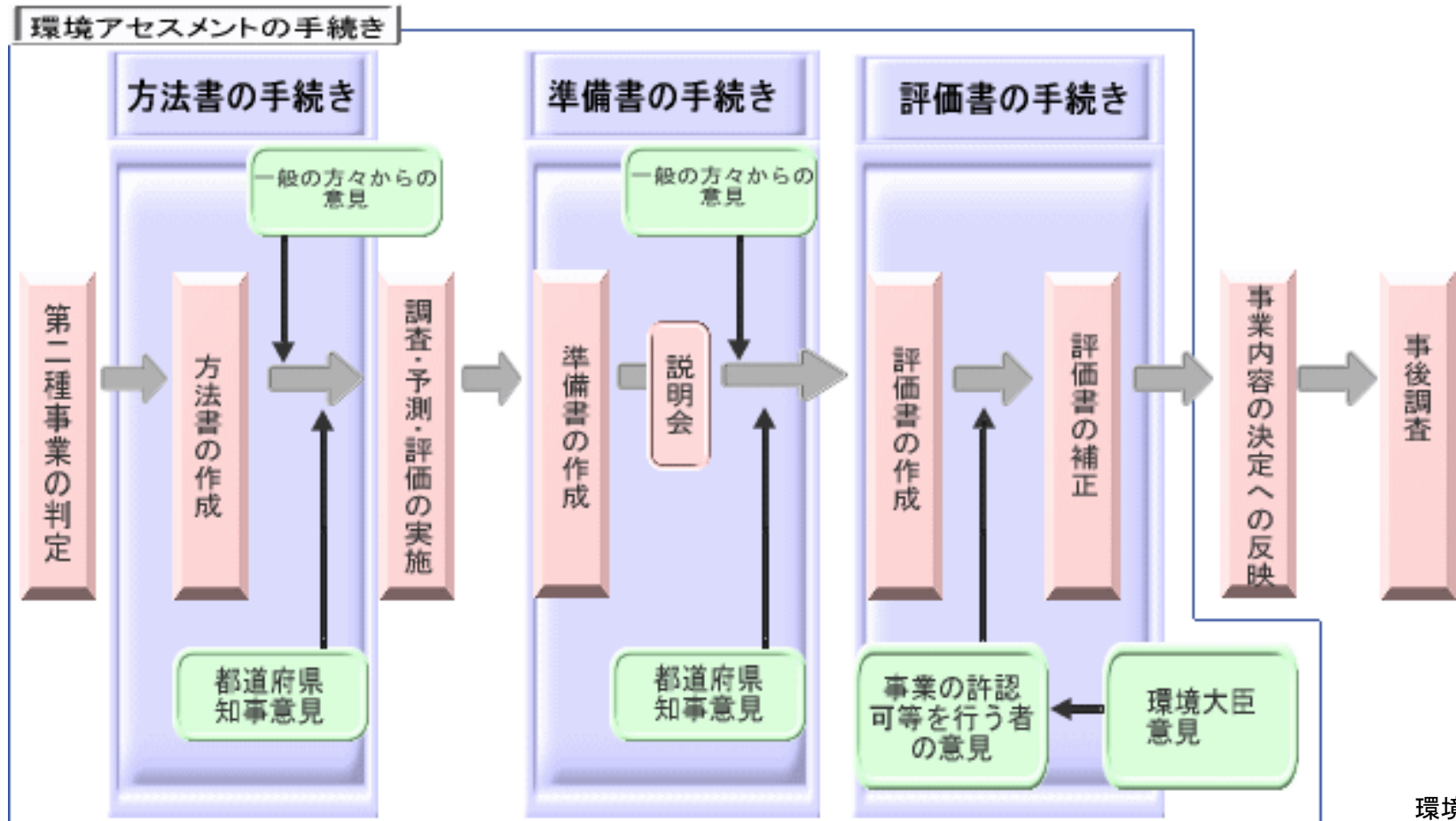
（東京都および神戸市HPより）

環境影響評価の手続き

○環境アセスメントを必須とする事業(第1種事業)は以下の手続き

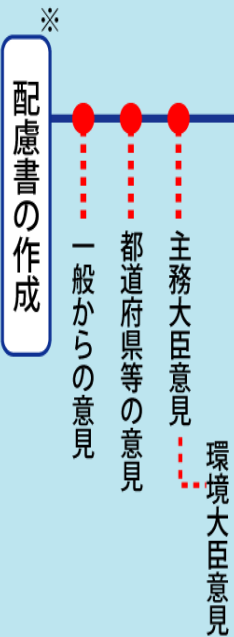
(現在は方法書の手前に配慮書手続きが加わっている:後述)

○第2種事業の判定とはスクリーニングのことで、第1種事業に準じる大きさの事業で、環境アセスメントを行うか否かの個別判定を行うこと



環境影響評価の手続き

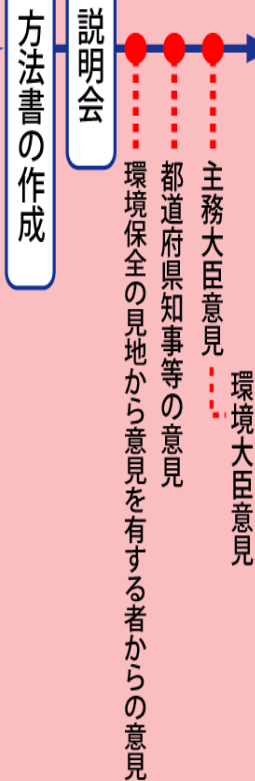
1. 配慮書の手続



対象事業に係る計画策定

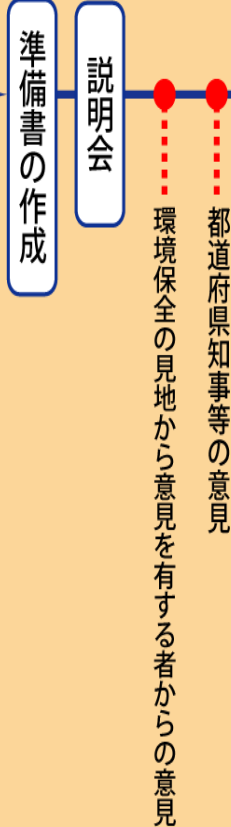
第二種事業の判定（スクリーニング）

2. 方法書の手続

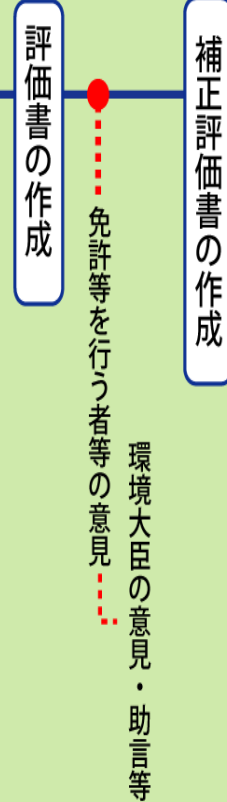


アセスメント（調査・予測・評価）の実施

3. 準備書の手続

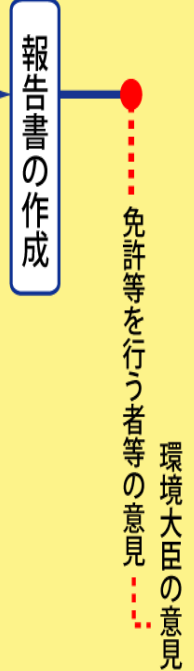


4. 評価書の手続



許認可等での審査・事業の実施

5. 報告書の手続



※配慮書の手続については、第2種事業では事業者が任意に実施する。

土木と環境の計画理論

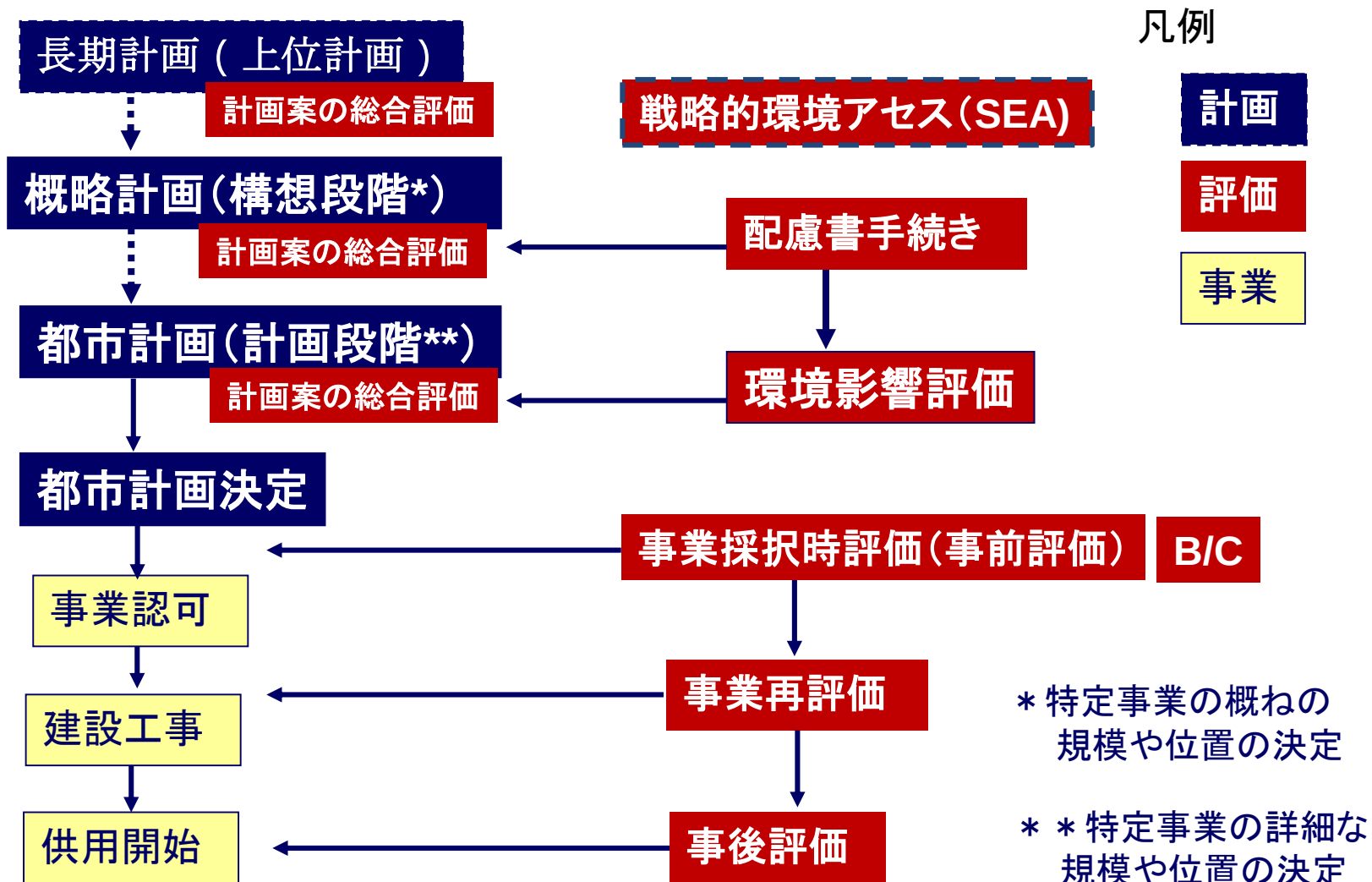
6.5.2 計画の事前評価

計画あるいは政策の評価の分類

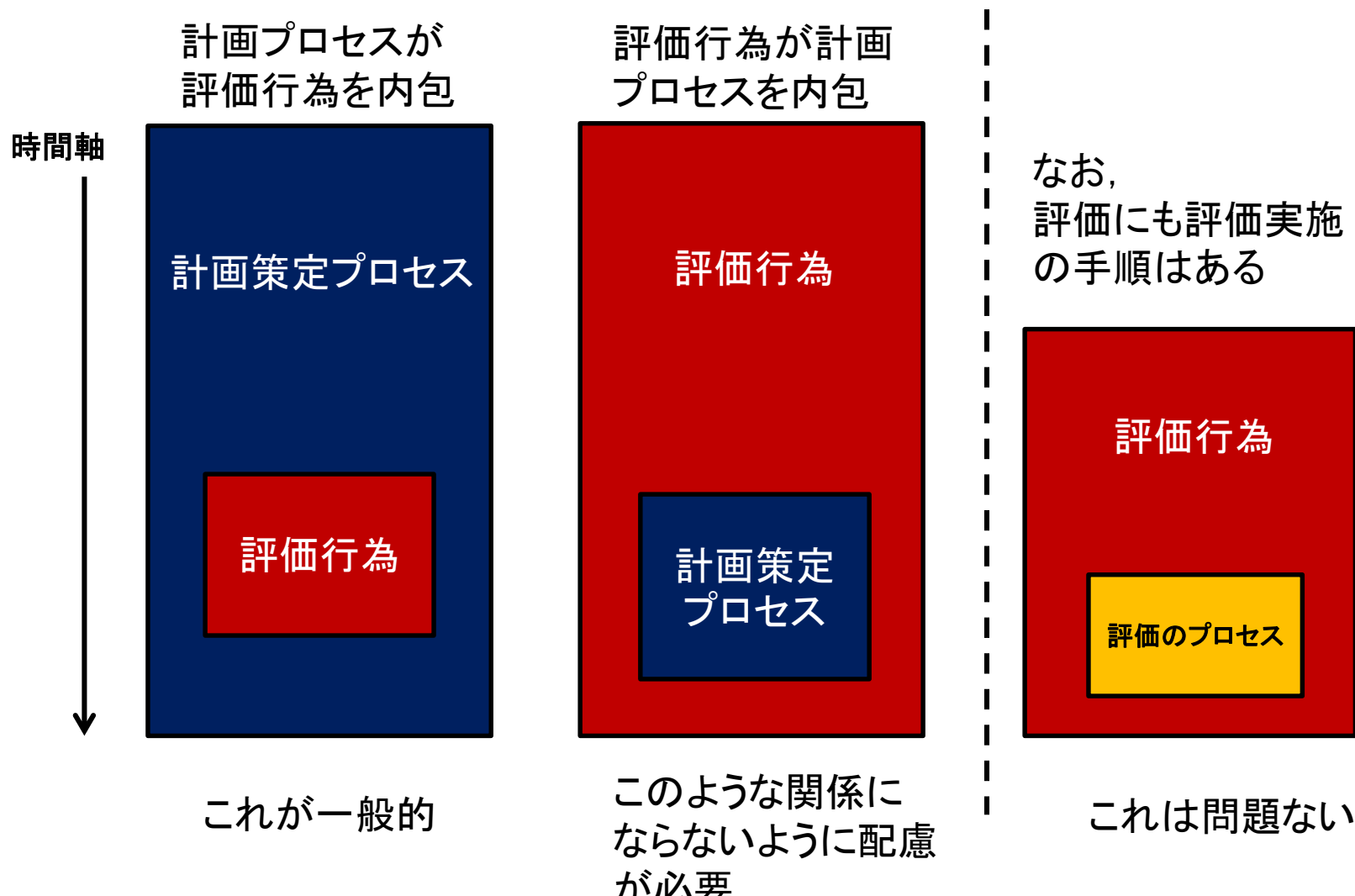
	事前評価	事後評価
目的の達成に関わる評価	・計画の実施効果の予測 ・計画(個別事業)の費用対便益分析	・政策レビュー ・PDCAにおけるCA ・計画の達成度評価 ・事業の事後評価
手段がもたらす効果・影響の評価	・事業の環境影響評価 ・SEA(戦略的環境評価) ・持続可能性評価	・環境モニタリング ・ミチゲーション実施

日本における計画と評価の関係

上位計画から事業段階まで



計画の手続きと評価行為の包含関係



計画の総合的な評価の考え方

○総合的な計画評価の意義

貨幣換算による単一指標評価などの限界

（安全，環境，生活・文化，経済等の効果を数字として

集計することの合意は得にくい，例：B/C等の限界）

様々な目的・手段に対応した定量指標の精度の限界

質的な指標の必要性（数値目標の提示も可）

○総合的な評価の制度の実例

マルチモーダルスタディ(イギリス)

サステナビリティアプレイザル(イギリス)

NEPAプロセス, コリドースタディ(米国)

日本の構想段階 等

⇒一般に総合的な評価が実施される

プロジェクトの事前評価と事後評価

(1) 事前評価の必要性和事業選定

○事業採択の透明性の確保

計画案が選定され、地域的な合意も整っている段階*で、税金等の投入が妥当か否かを定量的に判断すること
(社会的便益が費用に勝ること)

* 事業の必要性について社会が既に認めている段階

○費用便益分析

純現在価値, 費用便益比, 内部収益率

割引率, 時間価値

(今年の100万円と来年の100万円どちらに価値があるか?)

費用便益分析について

純現在価値 (Net Present Value)

$$NPV = B^* - C^* = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \geq 0$$

費用便益比 (Cost Benefit Ratio)

$$CBR = \frac{B^*}{C^*} = \frac{\sum_{t=1}^n B_t / (1+i)^t}{\sum_{t=1}^n C_t / (1+i)^t} \geq 1$$

経済的内部収益率 (Economic Internal Rate of Return: EIRR)

⇒ NPV がゼロとなるときの i の値

B_t : t 年次の便益 (利用者便益 + 供給者便益)、

C_t : t 年次の費用 (建設投資額: 設備費、車両費、用地費、残存価値等)、

i : 社会的割引率、

n : 計算期間

B^* 、 C^* : 各年の便益 B_t 、費用 C_t を社会的割引率で現在価値に変換し、計算期間内で合計した値

(2) 事前評価と事後評価

○事前評価：計画や事業の実施前に行う評価（実施の必要性や妥当性をチェック）

○事後評価：計画や事業の実施後に行う評価（事前評価との相違をチェックし，改善策や他事例の検討等に活用）

(3) 事業の再評価

- ・事業化後の一定期間での再評価
(5年経過, 10年経過)
- ・費用対効果分析の再計算
- ・残事業の評価

(4) 事業の事後評価

- ・供用後一定期間後の評価(5年程度)
- ・供用直後評価(1年程度)
- ・供用後の事後モニタリング(環境影響など)

【事業評価の流れ（イメージ）】

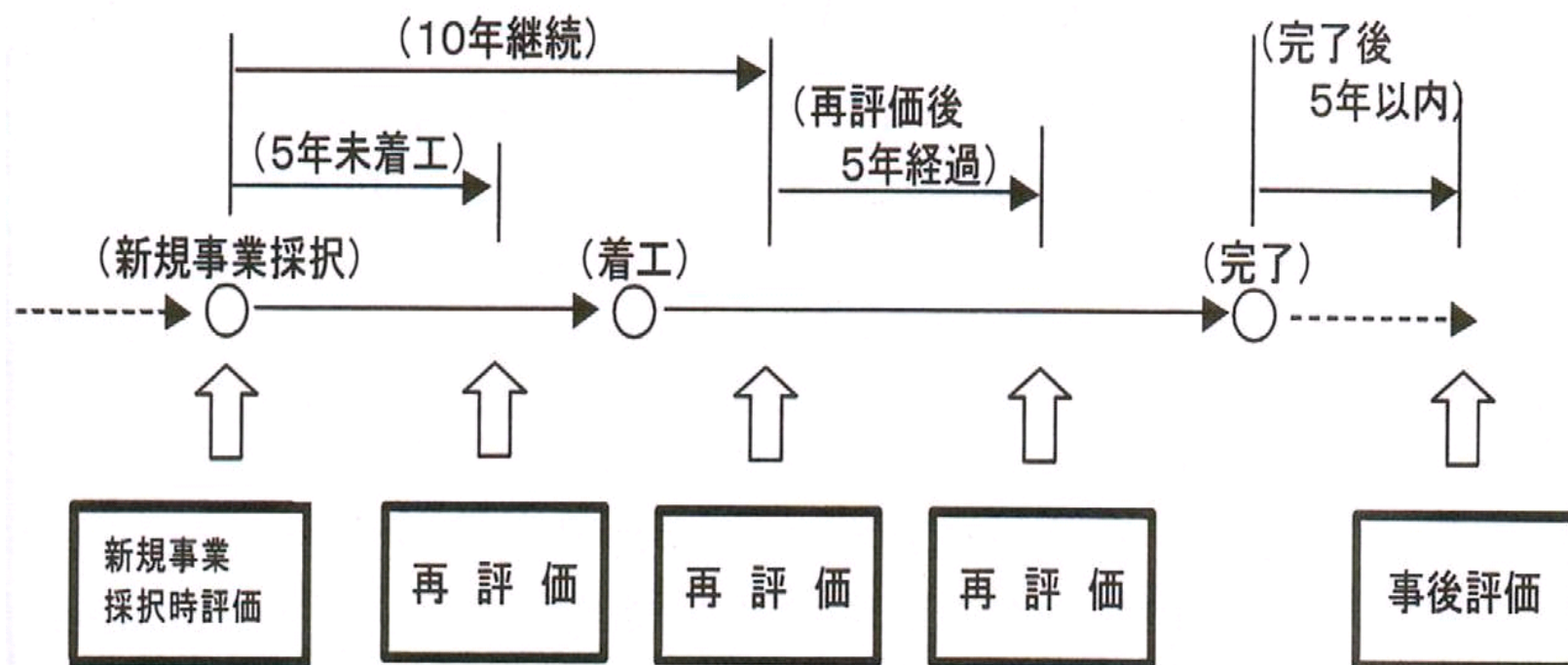


図 2-1 国土交通省における事業評価の流れ

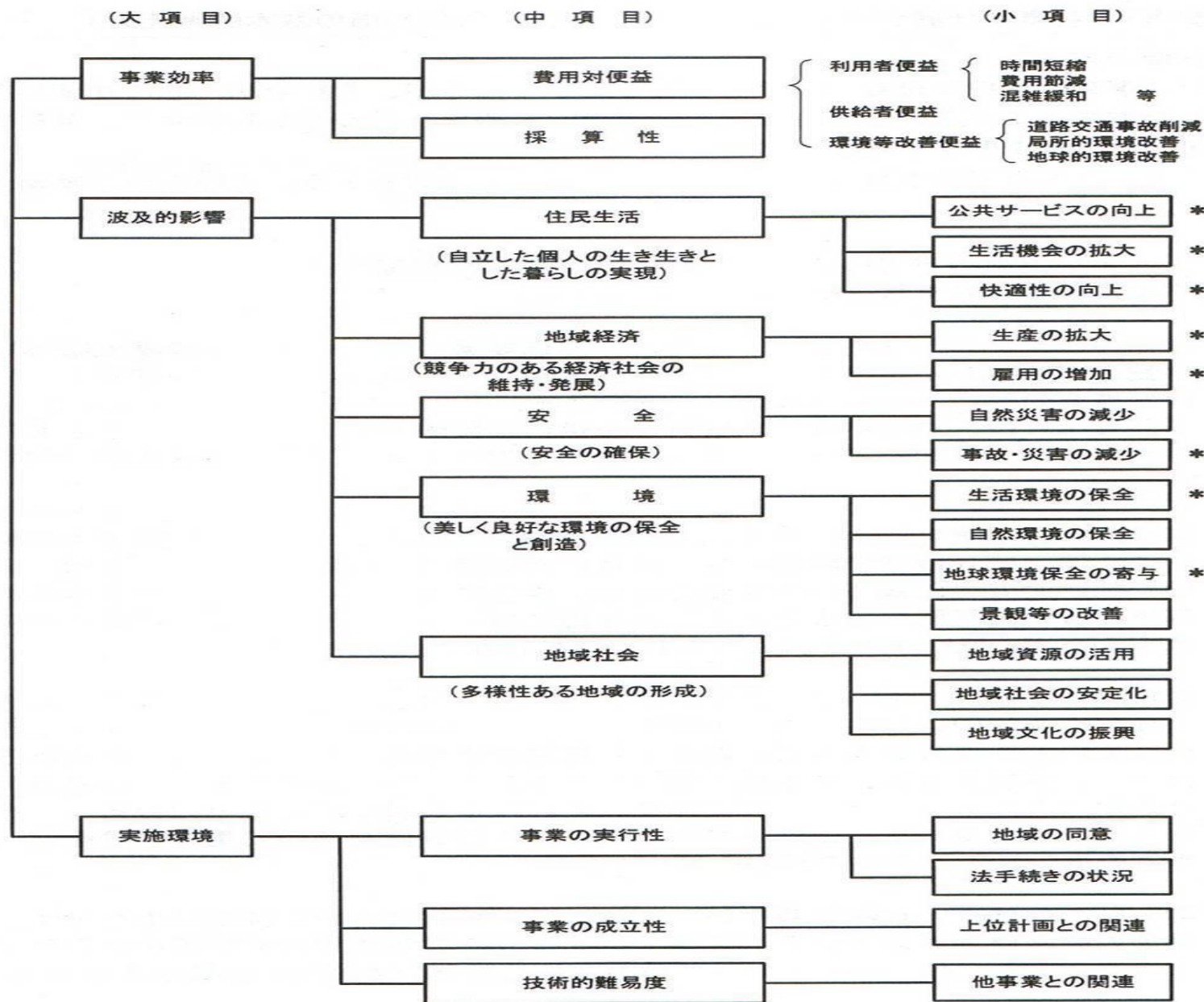


図 2-2 公共事業評価システム研究会で検討された「総合的な評価」における評価項目の体系

表－１ 評価指標

政策目標	評価項目	指標等
①輸送力増強（新線整備、複々線化等）による混雑緩和	・路線の整備 ・ネットワークの充実	・路線整備状況 ・路線延長（営業キロ ^{注1)} 、車両走行キロ ^{注2)} ・徒歩10分到達圏 ・輸送力 ^{注3)}
	・混雑緩和	・混雑率（最混雑区間ピーク時平均混雑率） ・輸送人員 ^{注4)} ・ピーク率 ^{注5)} ・ピーク時1時間平均通過人員
②都市構造の形成・まちづくり支援	・ニュータウン等の形成支援	・ニュータウン等人口等 ・ニュータウン関連鉄道整備状況 ・ニュータウン鉄道等一日平均乗降客数 ・一日平均来訪者 ・主要都市間列車本数、表定速度 ^{注6)}
	・空港アクセスの充実・強化	・空港アクセス鉄道整備状況 ・航空利用者数/鉄道駅乗降客数 ・等時間到達圏、および圏内人口 ・乗り換えなしで行ける区間の状況 ・主要都市と空港間の距離と所要時間
③速達性、快適性の向上等輸送サービスの高質化	・速達性の向上	・等時間到達圏、および圏内人口 ・短絡ルート形成の状況（所要時間、乗り換え回数） ・ピーク時/日中表定速度
	・低廉性の確保	・キロあたり運賃/消費者物価指数 ・運賃上昇率 ・複数路線経由時運賃
	・信頼性・安心感の維持・向上	・ホーム柵・ホームドア導入事例 ・ホーム転落・ホーム上での列車接触事故件数 ・踏切事故件数および死傷者数 ・踏切改良事業実施数 ・鉄道施設内における犯罪発生件数 ・女性専用車両導入状況
	・利便性・快適性の向上	・駅改良状況 ・共通カード・ICカード導入状況 ・ピーク1時間着席率 ・外国語表示実施状況
	・バリアフリー化の実現	・エスカレーター/エレベーター設置駅数 ・段差解消状況（駅、プラットフォーム） ・らくらくおでかけ度 ^{注7)}
	・シームレス化の実現	・相互直通運転の実施状況
④持続可能な輸送サービスの確保	・事業者の経営安定化	・会社別収支 ・助成額

調布市道路網計画における 路線評価の視点

● 鉄道駅へのアクセス性向上に資する道路網の構築

＜広域道路網＞

居住地から鉄道駅へは様々な交通手段により移動する人が多いため、最寄りの鉄道駅へのアクセス性を向上させることが重要です。

そこで、バスによる鉄道駅へのアクセス路線、自転車や徒歩による鉄道駅へのアクセス性を向上させるための路線を抽出しました。

＜地区内道路網＞

地区内道路を通行するバス路線では、幅員が狭い場合、アクセス性が低下するとともに歩行者や自転車の安全性が確保されていないことがあります。また、鉄道駅周辺においては、歩行者と自転車の錯綜が懸念されるため、歩車分離を図る道路ネットワークを形成することが重要です。

そこで、最寄りの鉄道駅へのアクセス路線として、鉄道駅へのバス路線、徒歩・自転車によるアクセス路線、駐輪場へのアクセス路線を抽出しました。

● 救急搬送を支える道路網の構築

＜広域道路網＞

緊急時の救命活動においては、救急医療機関までの所要時間の短縮が求められるため、主要な救急搬送先（第三次、第二次救急医療機関など）へのアクセス性の向上が重要です。

そこで、傷病者を短時間で救急搬送先へ搬送するための主要路線、第三次・第二次救急医療機関へのアクセス路線を抽出しました。

● 地域の拠点や主要施設への安全で快適な移動を支える道路網の構築

＜地区内道路網＞

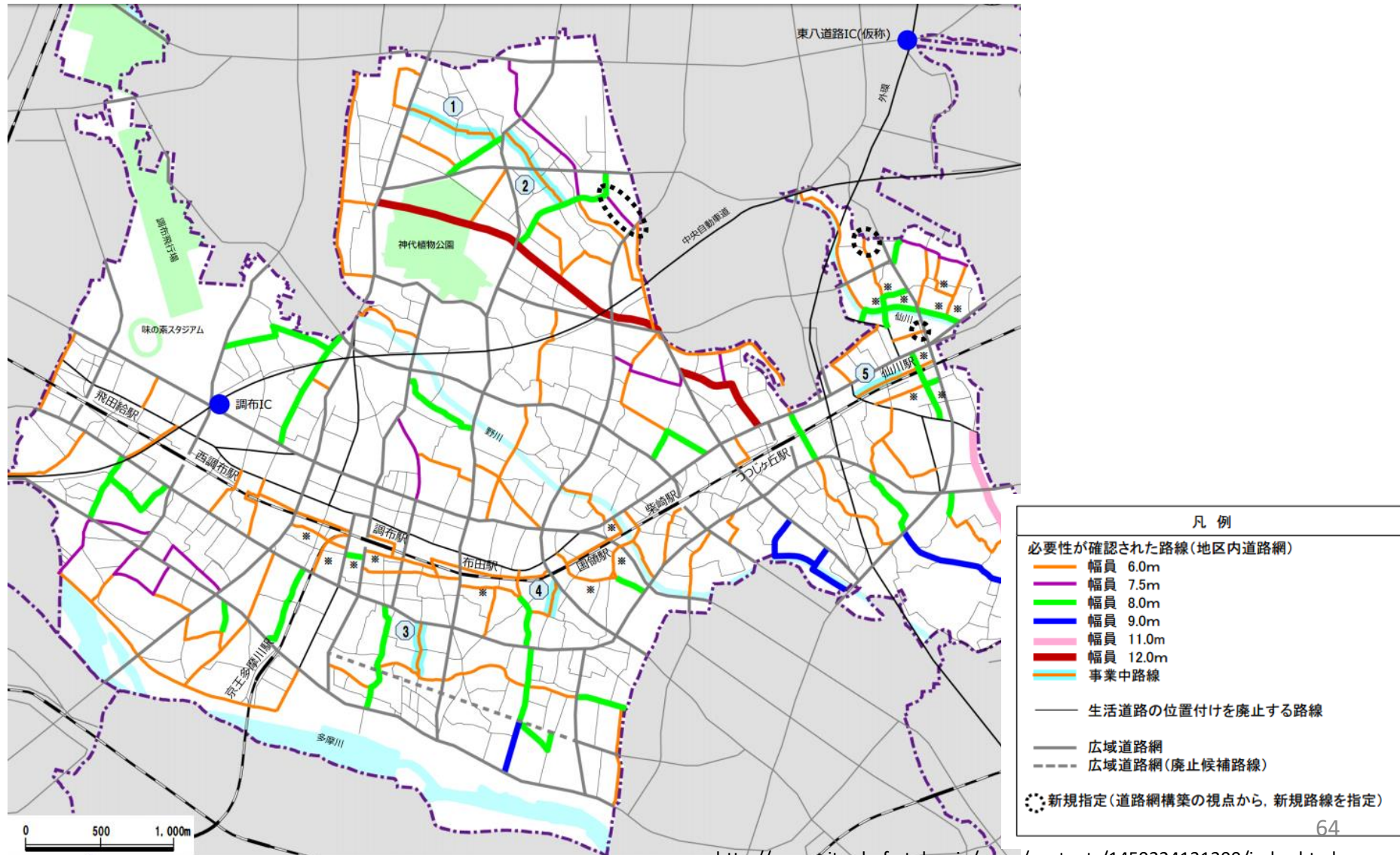
小学校の通学路において、子どもを危険から守るために歩行者と車両の歩車分離等を図り、安全性を確保することが重要です。また、地域福祉センターは、地域活動で多く利用されるため、利用者が集まるアクセス路線の安全性の確保が重要です。

そこで、移動の安全性を確保するために、小学校周辺の路線、地域福祉センターへのアクセス路線を抽出しました。

調布市道路網計画における 路線評価の視点

道路網構築の視点	広域 道路網	地区内 道路網	目標
鉄道駅へのアクセス性向上に資する道路網の構築	●	●	快速 便利 安全
救急搬送を支える道路網の構築	●		快速 便利 安全
地域の拠点や主要施設への安全で快適な移動を支える道路網の構築		●	快速 便利 安全
道路混雑の解消に資する道路網の構築 ※	●		快速 便利 安全
緊急時の物資や活動人員の輸送を支える道路網の構築	●	●	防災 減災
緊急時の避難を支える道路網の構築		●	防災 減災
火災時の延焼を防ぐ道路網の構築	●		防災 減災
中心市街地のにぎわいの創出に寄与する道路網の構築		●	活性化
観光振興に寄与する道路網の構築	●		活性化
都市の低炭素化を促進する道路網の構築 ※	●		環境・ 住環境
住みやすいまちを形成する道路網の構築		●	環境・ 住環境

目指すべき生活道路網の幅員



本日のまとめ

観測：

道路交通に関わるデータ

道路環境に関わるデータ

交通機関の利用実態の調査

予測：

環境影響評価に関わる分析・予測

温室効果ガスの排出量の推計方法

交通現象の分析と予測

評価：

環境影響評価

事前評価, 事後評価

総合評価

土木と環境の計画理論

6.6 本章のおわりに

-将来技術の予想、計画案への考慮-

将来技術の予測・予想と計画への配慮

- 未来のテクノロジーの予想・予測

生活を変えた技術：インターネット、スマホ等

新しい交通の技術：モビリティ、AV、エアタクシー等

新しい土木関連の技術：通信、電力、防災・安全等

- 計画への配慮

不確実な未来の技術を、計画に如何に組み込むか？

特に、長期計画上の配慮はどうするか？

⇒これらは近年、大きな課題になりつつある