

参考資料

参考文献一覧

社会的コストデータベース

参考資料 コンジョイント分析による原単位作成

参. 1 コト分析の概要

参. 1.1 概要

コンジョイント分析は、環境の構成要素に対する限界支払意思額
(構成要素が1単位変化した場合の価値)を推定する方法

コンジョイント分析 (Conjoint Analysis) とは、評価対象について、評価対象の各構成要素 (この中に負担金等金額も入れ込む) を様々な組合せにした仮想状態 (プロファイル) をいくつも作成し、各仮想状態に対する好みをアンケートして得られた選好順序等をもとに支払意思額を推定する方法である。

コンジョイント分析は、CVMと同様、想定される受益者に対してアンケート調査を行うことで貨幣価値を推計する表明選好方法であるが、アンケートにおいて金額を直接聞かないことから、CVMで指摘されているバイアスが幾分緩和され则认为られている。コンジョイント分析による環境評価の事例数が少ないが、最近、学識者において環境評価への適用事例が見られる。

ここでは、コンジョイント分析を適用し、工事中の騒音・振動低減コストの原単位を作成し、AHPを活用した原単位作成手法による計測結果と比較することとした。

参. 1.2 コンジョイント分析の手順

コンジョイント分析の一般的な手順は、図 (参) -1 に示すように大きく3つのステップから構成される。

最初のステップ (Step1) は、主に評価対象を構成する要素とそのレベル (水準) の設定とプロファイルの作成である。次のステップ (Step2) は、プロファイルを使用したアンケート票の作成及びアンケート実施である。最後のステップ (Step3) は、各要素を説明変数とする効用関数を推定し、各要素に関するパラメータから、各要素の限界支払意思額 (要素1単位の変化に対する支払意思額) を決定することである。

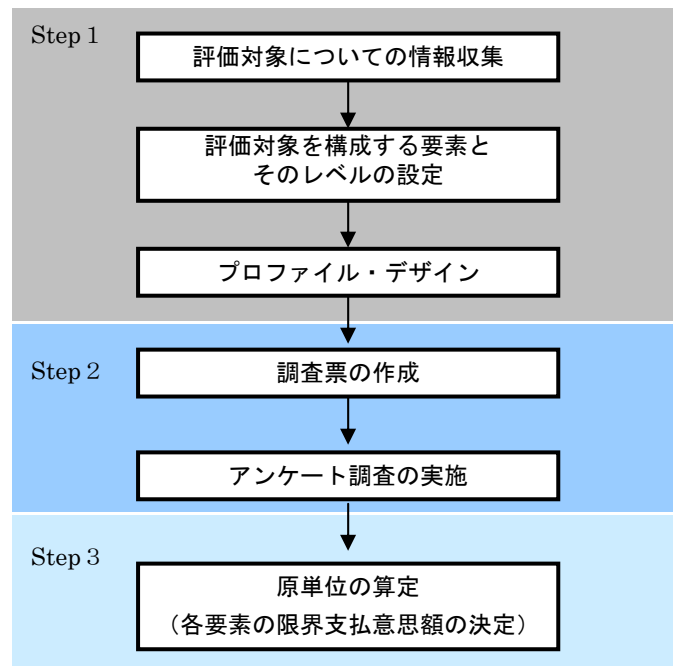


図 (参) -1 コンジョイント分析の手順

参. 1.3 各要素の限界支払意思額の設定方法（原単位の算定方法）

個人の効用関数 V が以下のような式の場合、コンジョイント分析では、パラメータ β を推計することになる。

$$V = \sum_k \beta_k x_k + \beta_p p$$

ただし、 x ：評価対象の要素（効用関数の説明変数）

p ：支払意思額

β ：パラメータ

上式を全微分すると、次のようになる。

$$\sum \frac{\partial V}{\partial x_k} dx_k + \frac{\partial V}{\partial p} dp = dV$$

ここで、効用水準を初期水準に固定し（ $dV = 0$ ）、要素 x_1 以外の要素も初期水準に固定（ $dx_k = 0, k \neq 1$ ）すると、要素 x_1 が 1 単位増加した時の限界支払意思額（MWTP: marginal willingness to pay）は、次式によって得られる。

$$MWTP = \frac{d p}{d x_1} = - \frac{\partial V}{\partial x} \bigg/ \frac{\partial V}{\partial p} = - \frac{\beta_1}{\beta_p}$$

このようにして得られた限界支払意思額（MWTP）が、要素 x_1 の原単位である。

参. 2 コンジョイント分析の適用方法の検討

参 2.1 評価対象と要素の抽出

コンジョイント分析を適用して工事中の騒音・振動の原単位作成を考えた場合、その要素は「レベル」と「工事期間」、さらに各要素の貨幣価値を推計するための「金額（負担金等）」とした。

- 要素：
- ・工事騒音の「レベル」
 - ・工事振動の「レベル」
 - ・工事期間
 - ・金額（負担金等）

参 2.2 評価対象を構成する要素のレベル

AHPを活用した原単位作成手法の試行と同様の考え方で、騒音レベル、振動レベル、工事期間、金額を表（参）-1 のとおり決定した。

金額は、まず、騒音・振動がほとんど気にならない状況を得るための金額（負担金等）を5千円程度と想定し、4レベル設定するものとした。その後、事前調査により金額の妥当性を確認した。

表（参）-1 要素レベルの設定

要素	レベル 1	レベル 2	レベル 3	レベル 4
騒音レベル	55dB (A)	65dB (A)	75dB (A)	—
振動レベル	60dB	70dB	80dB	—
工事期間	3 日間	1 週間	2 週間	1 ヶ月
金額	5, 000 円	2, 000 円	1, 000 円	なし

参. 2. 3 質問形式の検討

コンジョイント分析の代表的な質問形式には、表（参）-2、図（参）-2 に示す方法がある。表（参）-3 に本調査への適用性を整理した。

この結果から、「ペアワイズ評定型」を選定するものとする。

表（参）-2 質問形式の概要

質問形式	概要
完全プロファイル評定型	ある1つのプロファイルを回答者に提示して、そのプロファイルの好ましさを尋ねることで評価を行う方法
ペアワイズ評定型	2つの対立するプロファイルを提示して、どちらがどのくらい好ましいかを尋ねることで評価を行う方法
選択型	複数のプロファイルを回答者に提示して、最も好ましいものを選択してもらうことで評価を行う方法

【完全プロファイル評定型】

次のような工事の環境があるとしたら、あなたがこの工事環境を受け入れられる可能性はどれくらいでしょうか？

受け入れられる確率をパーセントで回答して下さい。

騒音 55dB (A)
振動 70 dB
工事期間 1 ヶ月
環境対策費 5,000 円

工事環境の受入確率 _____ %

【ペアワイズ評定型】

あなたはどちらを好みますか？ 1～9のどれかを選んで下さい。

騒音 55dB (A)
振動 70 dB
工事期間 1 ヶ月
環境対策費 5,000 円

騒音 65dB (A)
振動 60 dB
工事期間 2 週間
環境対策費 2,000 円

非常に
左側を
好む

1

2

3

4

5

6

7

8

9

非常に
右側を
好む

どちらも
同 じ

【選択型コンジョイント】

あなたはどの工事の環境が最も好ましいですか？ 1～4のどれかを選択して下さい。

番号	1	2	3	4
騒音	55dB (A)	65dB (A)	75dB (A)	この中からは どれも 選ばれない
振動	70dB	60dB	80 dB	
工事期間	1 ヶ月	2 週間	3 日間	
環境対策費	5,000 円	2,000 円	なし	

出典）大野栄治「環境経済評価の実務」勁草書房

図（参）-2 質問形式の例

表（参）-3 質問形式の比較と本調査への適用性

質問形式	回答可能性	適用性
完全プロファイル 評定型	騒音、振動が発生しているある工事状況を受け入れられる確率を答えるのは困難である。	×
ペアワイズ評定型	騒音、振動が発生している2つの工事状況の優劣を判断するのは比較的容易である。	○
選択型	本調査は、騒音、振動を映像で表現するため、一度に多くの映像を比較することは困難である。	×

参. 3 アンケート調査票の作成

参. 3.1 アンケート調査票の構成

2回の事前調査の実施を踏まえ、本調査を行うためのアンケート票を作成した。
アンケート票の構成は、以下に示す7段階とした。

▼Step 1 : アンケートの主旨、概要説明

- ・調査の目的（国土交通省が行う調査であることを明示）
- ・回答者の通信環境の確認
- ・設問数の提示

▼Step 2 : パソコン環境のチェック

- ・お試し音源による音声チェックと音量調整
→普段テレビを見ている音量に調整

▼Step 3 : 注意事項と手順の表示

- ・アンケートの途中でボリューム調整を絶対にしないこと
- ・回答に10分程度の時間を要すること。
- ・回答の手順

▼Step 4 : ペア比較の設問（設問数 6）

- ・1回答者に対し1パターンでアンケート
(全3パターンの中から1パターンをランダムに与えるようにする。)
- ・設問の順序はランダム
- ・回答させたパターンもデータ化する。

▼Step 5 : 回答者属性の設問

- ・職業、居住地の環境

参. 3.2 プロファイルの設定

プロファイルの設定は、「外部経済評価の解説（案）第2編・各手法の解説（平成16年6月、国土交通省 国土技術政策総合研究所）」の「直交配列を使う方法」に基づくものとし、作成において「EXEL コンジョイント分析/AHPver.1.0 for Windows」を活用した。これにより18通りのプロファイルを作成した。

1回答者当たりの設問数は、名城大学木下栄治教授の助言により6問以内になるように設定した。また、優劣が明らかなペア比較は実施しない、比較が困難なペア比較は実施しないことなどを考慮し、表（参）-4のとおりプロファイルを6つにグルーピングし、1回答者に対し2つのグループから合計6つ設問を準備した。

ペア比較の設問については、設問順序による回答結果の偏りをなくするため、設問をランダム表示とした。

表（参）-4 回答者のグループとプロファイルのグループの関係

ﾌﾟﾛﾌｧｲﾙ No.	騒音	振動	期間	環境対策費	ｸﾞﾙｰﾌﾟ No.	回答者 No.
1	55dB(A)	60dB	3日間	5000円	1	1
7	55dB(A)	70dB	1週間	2000円		
13	55dB(A)	80dB	2週間	1000円		
10	55dB(A)	60dB	3日間	1000円	4	
17	75dB(A)	60dB	2週間	0円		
18	65dB(A)	60dB	1ヶ月	0円		
2	75dB(A)	80dB	3日間	5000円	2	2
5	75dB(A)	70dB	1ヶ月	5000円		
8	75dB(A)	60dB	2週間	2000円		
6	65dB(A)	70dB	3日間	2000円	5	
14	75dB(A)	70dB	1ヶ月	1000円		
16	55dB(A)	70dB	1週間	0円		
3	65dB(A)	80dB	1週間	5000円	3	3
9	65dB(A)	60dB	1ヶ月	2000円		
15	65dB(A)	70dB	3日間	0円		
4	55dB(A)	80dB	2週間	5000円	6	
11	75dB(A)	80dB	3日間	1000円		
12	65dB(A)	80dB	1週間	1000円		

参. 4 原単位の作成

参. 4.1 有効票の抽出

全回答数3,150票のうち、1グループ内での3つのプロファイルの順位付けが矛盾している回答は無効回答とし、無効回答は表（参）-5に示すとおり、全体の約1割となった。

表（参）-5 有効・無効回答数

	グループ 1	グループ 2	グループ 3	グループ 4	グループ 5	グループ 6	全体
全回答数	521	530	524	521	530	524	3,150
無効回答数	73	88	71	27	28	51	338
有効回答数	448	442	453	494	502	473	2,812
割合	14.0%	16.6%	13.5%	5.2%	5.3%	9.7%	10.7%

参. 4.2 効用関数の推定

平成 16 年度に実施した計測事例を活用した AHP 手法の試行の検証を目的とし、効用関数を非線形式とし、平成 16 年度の原単位式をベースに以下のように設定した。

$$U = \beta_1 \times (x_1 - A)^{\beta_4} \times t^{\beta_5} + \beta_2 \times (x_2 - B)^{\beta_6} \times t^{\beta_7} + \beta_3 \times WTP \quad \dots (式 1)$$

ここで、 x_1 : 騒音レベル (dB(A))

x_2 : 振動レベル (dB)

t : 工事期間 (日)

WTP : 環境対策費 (円)

A : 騒音レベルの基底値

B : 振動レベルの基底値

$\beta_1 \sim \beta_7$: パラメータ

騒音レベルの基底値は、「道路投資の評価に関する指針（案）¹」における騒音コストの算定式を参考に 55dB(A) と 45dB(A) を想定した。振動レベルの基底値は、一般に「人が振動を感じ始める振動レベルは 60dB」とされているため、この値を参考に 60dB、50dB を想定した。

効用関数は、基底値の組合せによる 4 つの案より、最も相関のより下の式に決定した。

$$U = -0.12255 \times (x_1 - 45)^{1.1} \times t^{0.0395} - 0.00131 \times (x_2 - 60)^{1.9} \times t^{0.66} - 0.000139 \times WTP$$

ここで、 x_1 : 室内の騒音レベル (dB(A))

x_2 : 室内の振動レベル (dB)

t : 工事期間 (日)

WTP : 環境対策費 (円)

¹ 「道路投資の評価に関する指針（案）」 道路投資の評価に関する指針検討委員会 編

各要素の限界支払意思額（MWTP）は、効用関数を各要素で全微分したものをベースに作成する。効用関数Uを全微分すると下式のようなになる。

$$dU = (\partial U / \partial x_1) \cdot dx_1 + (\partial U / \partial x_2) \cdot dx_2 + (\partial U / \partial t) \cdot dt + (\partial U / \partial WTP) \cdot dWTP$$

参. 4.3 室内環境の限界支払意思額の作成

①騒音の限界支払意思額

騒音の限界支払意思額（騒音 MWTP）は、上式で騒音レベル（ x_1 ）と環境対策費（WTP）以外を初期状態（ $dU=0$ 、 $dx_2=0$ 、 $dt=0$ ）に固定することにより求められる。

$$\begin{aligned} 0 &= (\partial U / \partial x_1) \cdot dx_1 + (\partial U / \partial WTP) \cdot dWTP \\ 0 &= (\beta_1 \cdot \beta_4 (x_1 - 45)^{\beta_4 - 1} \times t^{\beta_5} \cdot dx_1) + \beta_3 \cdot dWTP \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{騒音 MWTP} &= dWTP / dx_1 \\ &= - \beta_1 \cdot \beta_4 (x_1 - 45)^{\beta_4 - 1} \times t^{\beta_5} / \beta_3 \\ &= - (0.12255 \cdot 1.1 (x_1 - 45)^{1.1 - 1} \times t^{0.0395}) / 0.000139 \\ &= -969 (x_1 - 45)^{0.1} \times t^{0.0395} \end{aligned}$$

②振動の限界支払意思額

振動の限界支払意思額（振動 MWTP）は、上式で振動レベル（ x_2 ）と環境対策費（WTP）以外を初期状態（ $dU=0$ 、 $dx_1=0$ 、 $dt=0$ ）に固定することにより求められる。

$$\begin{aligned} 0 &= (\partial U / \partial x_2) \cdot dx_2 + (\partial U / \partial WTP) \cdot dWTP \\ 0 &= (\beta_2 \cdot \beta_6 (x_2 - 60)^{\beta_6 - 1} \times t^{\beta_7} \cdot dx_2) + \beta_3 \cdot dWTP \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{振動 MWTP} &= dWTP / dx_2 \\ &= - \beta_2 \cdot \beta_6 (x_2 - 60)^{\beta_6 - 1} \times t^{\beta_7} / \beta_3 \\ &= - (0.00131 \cdot 1.9 (x_2 - 60)^{1.9 - 1} \times t^{0.66}) / 0.000139 \\ &= -18 (x_2 - 60)^{0.9} \times t^{0.66} \end{aligned}$$

③工事期間の限界支払意思額

工事期間の限界支払意思額（工事期間 MWTP）は、上式で工事期間（ t ）と環境対策費（WTP）以外を初期状態（ $dU=0$ 、 $dx_1=0$ 、 $dx_2=0$ ）に固定することにより求められる。

$$0 = (\partial U / \partial t) \cdot dt + (\partial U / \partial WTP) \cdot dWTP$$

$$0 = (\beta_1 \cdot \beta_5 (x_1 - 45)^{\beta_4} \times t^{\beta_5 - 1} + \beta_2 \cdot \beta_7 (x_2 - 60)^{\beta_6} \times t^{\beta_7 - 1}) \cdot d t + \beta_3 \cdot d WTP$$

$$\begin{aligned} \text{工事期間 MWTP} &= d WTP / d t \\ &= - [\beta_1 \cdot \beta_5 (x_1 - 45)^{\beta_4} \times t^{\beta_5 - 1} + \beta_2 \cdot \beta_7 (x_2 - 60)^{\beta_6} \times t^{\beta_7 - 1}] / \beta_3 \\ &= - [0.12255 \cdot 0.0395 (x_1 - 45)^{1.1} \times t^{0.0395 - 1} + 0.00131 \cdot 0.66 (x_2 - 60)^{1.9} \times t^{0.66 - 1}] / 0.000139 \\ &= - [35 (x_1 - 45)^{1.1} \times t^{-0.9605} + 6 (x_2 - 60)^{1.9} \times t^{-0.34}] \end{aligned}$$

参. 4. 4 屋外における限界支払意思額への変換

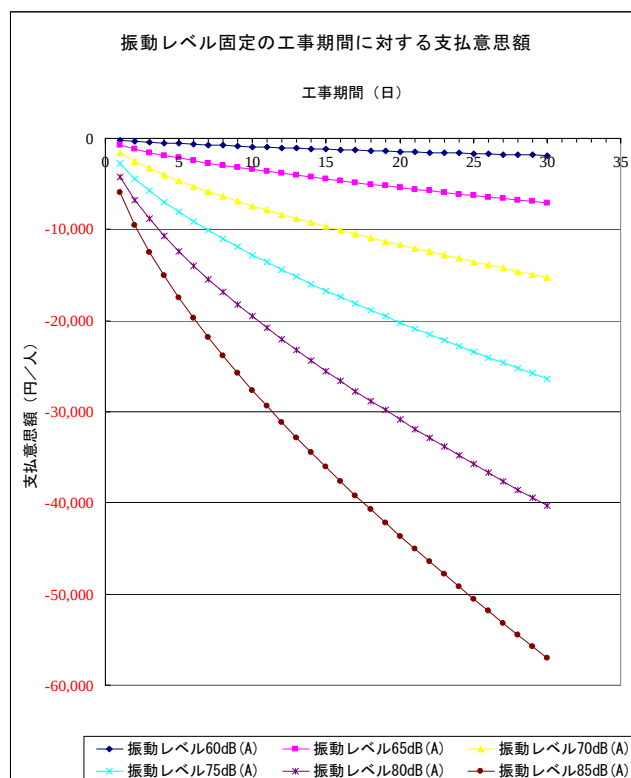
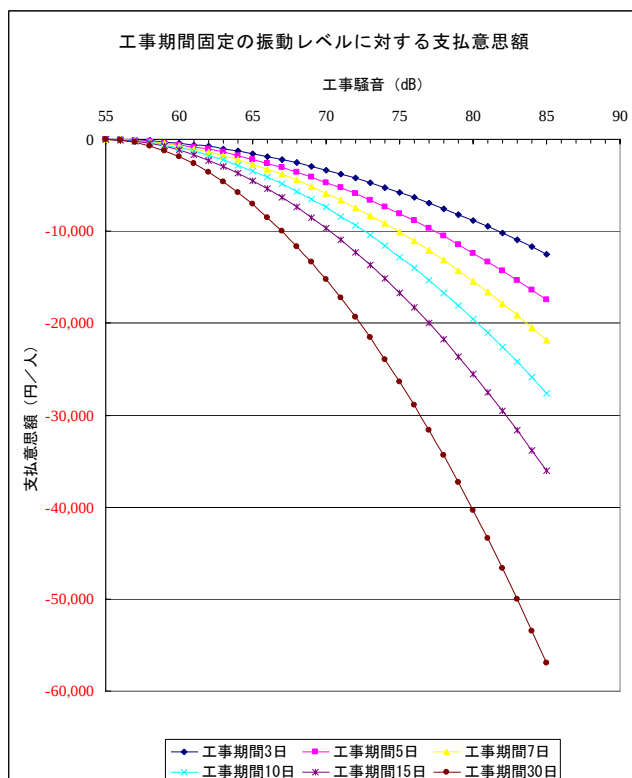
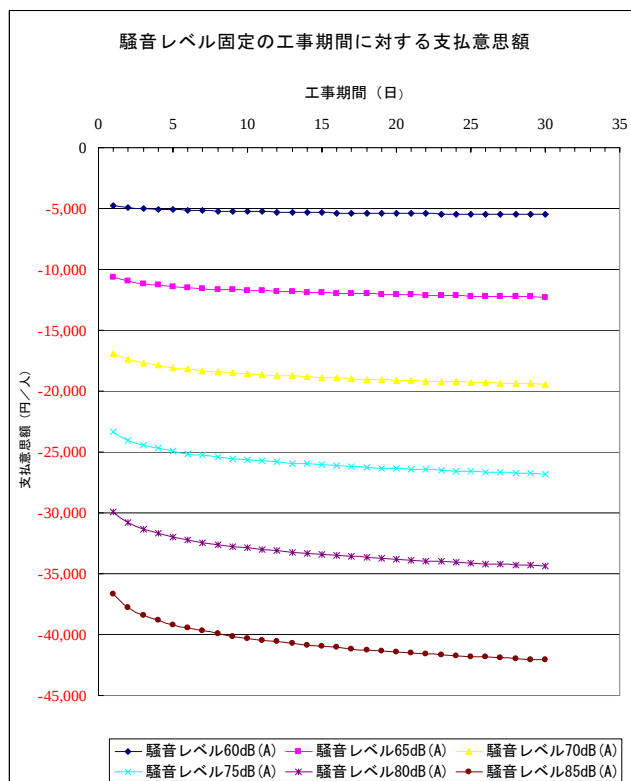
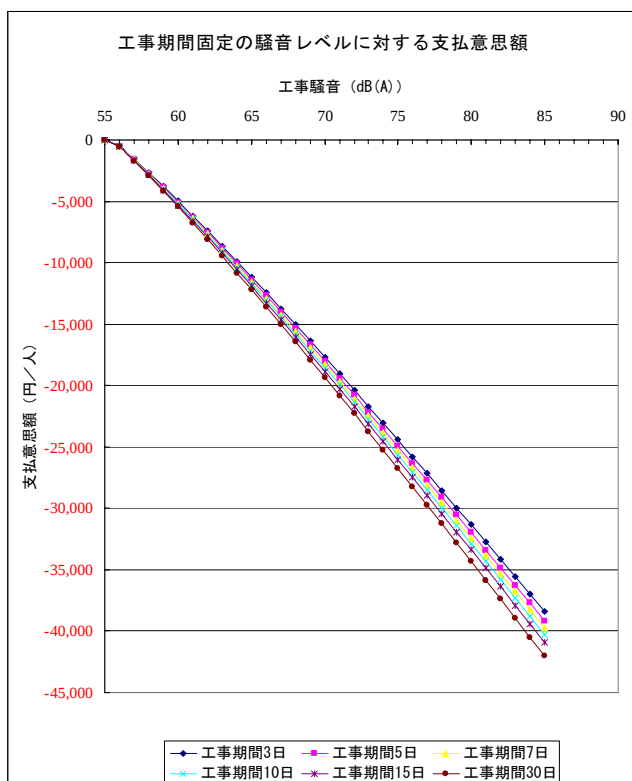
参-4-3 で作成した限界支払意思額は、室内の騒音・振動レベルに対するものである。しかし、騒音、振動の測定は屋外で行われるため、屋外のレベルに対応するものに変換した。ここで、室内の騒音レベルは建物の遮音性を考慮して屋外のレベルから 10dB(A) 引いた値であり、室内の振動レベルは家屋による振動増幅を考慮して屋外のレベルに 5 dB 加えた値である。

下記の騒音 MWTP と振動 MWTP をグラフ化したものが、図（参）-3 である。

$$\begin{aligned} \text{騒音 MWTP} &= -969 (\text{室内の騒音レベル} - 45)^{0.1} \times t^{0.0395} \\ &= -969 [(\text{屋外の騒音レベル} - 10) - 45]^{0.1} \times t^{0.0395} \\ &= -969 (\text{屋外の騒音レベル} - 55)^{0.1} \times t^{0.0395} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{振動 MWTP} &= -18 (\text{室内の振動レベル} - 60)^{0.9} \times t^{0.66} \\ &= -18 [(\text{屋外の振動レベル} + 5) - 60]^{0.9} \times t^{0.66} \\ &= -18 (\text{屋外の振動レベル} - 55)^{0.9} \times t^{0.66} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{工事期間 MWTP} &= - [35 (\text{室内の騒音レベル} - 45)^{1.1} \times t^{-0.9605} + 6 (\text{室内の振動レベル} - 60)^{1.9} \times t^{-0.34}] \\ &= - [35 (\text{屋外の騒音レベル} - 55)^{1.1} \times t^{-0.9605} + 6 (\text{屋外の振動レベル} - 55)^{1.9} \times t^{-0.34}] \end{aligned}$$



図(参)-3 工事騒音・振動の支払意思額