

東京大学公共政策大学院  
「公共政策の経済評価」2014年度

長野県飯田市東和町交差点における  
ラウンドアバウト導入の費用便益分析

2015年3月16日

経済政策コース1年 石崎亜由美  
経済政策コース1年 黄昌黎  
経済政策コース1年 小林拓也  
公共管理コース1年 松岡広

## 目次

Executive Summary	4
1.はじめに	6
2.ラウンドアバウトについて	7
2-1.ラウンドアバウトとは	7
2-2.東和町交差点のラウンドアバウト化	8
2-2-1.信号制御式交差点からラウンドアバウトへ	8
2-2-2.東和町交差点の工事の概要	9
3.分析の概要	10
3-1.分析の対象	10
3-2.政策オプション	10
3-3.当事者適格	11
3-4.評価の対象期間及び割引率	11
4.費用・便益の項目	12
4-1.費用項目	12
4-2.便益項目	12
5.費用項目の推計	13
5-1.工事費	13
5-2.土地の機会費用	14
5-2-1.分析対象となる土地区画	14
5-2-2.推計手法	15
5-2-3.推計結果	16
6.便益項目の推計	16
6-1.車両走行時間短縮便益	16
6-1-1.推計方法	16
6-1-2.推計結果	17
6-2.交通事故減少便益	18
6-2-1.推計手法	18
6-2-2.推計結果	19
6-3. CO <sub>2</sub> ・燃料削減便益	20
6-3-1.推計手法	20
6-3-2.推計結果	21
6-4.歩行時間短縮便益	22
6-4-1.推計手法	22

6-4-2.推計結果-----	25
6-5.信号機維持費の削減便益-----	25
6-6.信号機更新費の削減便益-----	26
7.純便益の推計と感度分析-----	26
7-1.純便益の推計-----	26
7-2.感度分析-----	27
7-2-1.感度分析の設定-----	27
7-2-2.感度分析の結果-----	28
8.本分析の結果と今後の課題-----	28
謝辞-----	30
参考文献-----	31
補遺-----	33
A-1.車両交錯地点の減少-----	33
A-2.燃料消費の貨幣価値原単位の算出方法-----	33
A-3.一人あたりの交差点通行時間の事前・事後の差の算出方法-----	34
A-4.歩行者通行量の観測データ-----	37

## Executive Summary

### 研究の背景・目的

日本では 2013 年 6 月 14 日に改正された道路交通法によりラウンドアバウトと呼ばれる環状交差点が定義され、2014 年 9 月 1 日より 19 箇所でラウンドアバウトの運用が開始された。

海外での導入事例では、走行時間の短縮や交通事故の減少等の様々な便益が報告されており、これらの便益に基づく費用便益分析も数多く行われている。しかし、日本でのラウンドアバウト導入は始まったばかりであり、その効果・影響に関する分析は蓄積段階である。そこで本稿では、2012 年度よりラウンドアバウト化事業が実施された長野県飯田市東和町交差点を対象とし、ラウンドアバウト導入の費用便益分析を行い、その投資が効率的なものであったかどうかを考察する。

### 分析手法

ラウンドアバウトが導入された実際のケースを **With** ケース、元々の信号交差点のまま継続した場合の仮のケースを **Without** ケースとし、両ケースの純便益の割引現在価値を比較する。評価は長野県の立場から行う。ラウンドアバウト化の工事が開始された 2012 年度を基準年度とし、2013 年度から 2062 年度までの 50 年間を評価期間とする。

費用・便益としては以下の表 1 に示す項目をそれぞれ設定し、各項目についてヒアリングや推計を行った。

表 1 費用・便益項目

費用	(1)工事費
	(2)土地の機会費用
便益	(1)車両走行時間短縮便益
	(2)交通事故減少便益
	(3)CO <sub>2</sub> ・燃料削減便益
	(4)歩行時間短縮便益
	(5)信号機維持費の削減
	(6)信号機更新費の削減

### 推計結果

推計結果は以下の表 2 に示す通りであり、純便益は大きな正の値となった。感度分析では各費用・便益において低目の値を想定する最悪ケースの分析を行ったが、この場合でも純便益は正であり、結果の頑健性が確認された。

表 2 費用・便益の推計結果（単位：万円）

費用	工事費	5,056.9
	土地の機会費用	279.6
	<b>費用計</b>	<b>5,336.5</b>
便益	車両走行時間短縮便益	14,481.9
	交通事故減少便益	2,621.6
	CO <sub>2</sub> ・燃料削減便益	3,421.0
	歩行時間短縮便益	2,621.6
	信号機維持費の削減	128.5
	信号機更新費の削減	243.5
	<b>便益計</b>	<b>23,518.2</b>
評価指標	<b>純便益</b>	<b>18,181.6</b>
	<b>便益費用比</b>	<b>4.4</b>

#### 結論と今後の課題

本分析では最悪のケースを考慮しても大きな正の純便益が出る事が明らかになり、事業は効率的であったことが明らかになった。しかし、以下の2点が主な課題として残る。

- (1) 分析に用いたデータは必ずしも十分なものとは言えなかったこと
- (2) 今回の分析対象では事業は効率的と評価されたが、交差点の交通特性によっては、純便益がより小さくなる可能性があり、いかなる交差点においてもラウンドアバウト導入が効率的とは限らないこと

以上から、以下の2つの施策を提言する。

- (1) ラウンドアバウトを導入した自治体が今後の分析に使えるデータを積極的に蓄積し、国土交通省の主導のもと適切な管理を行う
- (2) 蓄積されたデータを基に国土交通省がラウンドアバウト化事業の費用便益マニュアルを作成し、今後導入を検討する自治体への利用を促す

## 1.はじめに

日本では2013年6月14日に改正された道路交通法により（現代的）ラウンドアバウトと呼ばれる環状交差点が定義され、2014年9月1日より19箇所でラウンドアバウトの運用が開始された。ラウンドアバウトの詳細に関しては次節で説明するが、ラウンドアバウトの導入には多くの利点があると言われており、日本でも注目が高まっている。そのため、日本での導入が今後ますます進められることが想定される。また、ラウンドアバウトに関する研究や社会実験等も実施が進められている<sup>1</sup>。

ラウンドアバウトは欧米諸国を中心に、既に多くの国で導入されている。海外での導入事例では、車両走行時間の短縮や交通事故の減少等の様々な便益が報告されており、これらの便益に基づく費用便益分析も数多く行われている<sup>2</sup>。しかし、日本でのラウンドアバウト導入は始まったばかりであり、データが不十分であることから、その効果・影響に関する分析は蓄積段階である。導入にメリットがあると言っても、当然工事には多額のコストがかかる。経済学的な効率性の観点から言えば、便益が費用を上回る場合にのみ、導入を行うべきであり、どこにでもラウンドアバウトを導入すれば良いというわけではない。そういった意味で、便益と費用を明示的に金銭評価して比較し、効率的な投資か否かを判断することは重要である。本稿の執筆時点でラウンドアバウトの運用開始から4ヶ月程度であり、まだまだデータが十分蓄積されているとは言えないが、本稿ではラウンドアバウトの導入に伴う費用便益分析を行い、その効果・影響の定量的な分析を試みる。

本稿の分析においては、2012年度よりラウンドアバウト化事業が実施された長野県飯田市東和町交差点を対象とする。この交差点は、従来存在した信号交差点をラウンドアバウト化した日本では初めてのケースであり、国内での同様の事業のモデルケースたりうる事例である。次節以降ではこの東和町交差点におけるラウンドアバウト導入の費用便益分析を行い、効率的な投資であったのかを考察する。

次節以降の構成は以下の通りである。まず第2節では、ラウンドアバウト及び東和町交差点におけるラウンドアバウト化事業について概説する。第3節では、分析の前提条件に関する説明を行う。第4節では、本分析の対象となる費用及び便益をリストアップし、それぞれ第5節、第6節で詳細な推計を行う。第7節では得られた純便益について感度分析を行い、結果の頑健性を確認する。最後に、第8節で結果のまとめと考察を行うとともに、分析の限界や今後の課題についても述べる。

---

<sup>1</sup> 例えば、国際交通安全学会(2011)、同(2012)では、東和町交差点の付近にある吾妻町交差点のラウンドアバウトを用いた社会実験を行っている。

<sup>2</sup> 例えば、Michael, Brian, and Edward(1997)では、アメリカのメリーランド州のラウンドアバウトに関する費用便益分析を行っている。

## 2.ラウンドアバウトについて

### 2-1.ラウンドアバウトとは

ラウンドアバウトとは環状交差点とも呼ばれており、信号機のない円形の交差点である。車両は徐行で交差点に進入し、時計回りに走行して交差点を抜けていく。2014年に改正道路交通法が施行され、日本でも導入可能になった。それ以前も日本でロータリー型の交差点が存在していたが、こちらは交差点進入時に一時停止しなければならないこと、交差点を走行している車両ではなく交差点に進入する車両が優先であることが、ラウンドアバウトとは異なる。

一般的には、ラウンドアバウトを導入するメリットおよびデメリットは以下のようなものがあるといわれている。

#### メリット

##### (1) 交差点通行時間の短縮

信号機の待ち時間が無くなり、交差点の通行時間が短縮する。ただし、道路の主従道路の交通量や右左折の比率によって短縮される車両通行時間は変化する。

##### (2) 交差点の安全性の向上

車両が交錯する地点が減少するので事故数が減少する<sup>3</sup>。車両は交差点通行時に徐行する必要があるため交差点進入速度が落ち、重大事故が起きにくくなる。さらに、分離島を設けると歩行者の一度に渡る距離が減少し、また注意する方向が左右一方向ずつになるため、安全性が向上する。

##### (3) 燃料消費およびCO<sub>2</sub>排出量の削減

吉岡・米山・宗広・中村・大口（2012）によると、交差点流入部の全交通量がおよそ2000(台/時間)より少なければ、燃料の消費量およびCO<sub>2</sub>の排出量が減少する。

##### (4) 信号機の必要がない

信号機の維持管理費や更新費用が削減される。また、災害等による停電時も支障なく通行できる。

#### デメリット

##### (1) 交通量の多い交差点には向いていない

交差点の大きさや右左折直進比率にもよるが、車両交通量が多い交差点ではラウンドアバウトよりも信号交差点のほうが処理能力は高い。ラウンドアバウトの交通容量を超える車両台数が交差点に進入すると渋滞が起こることが予想される。

##### (2) 交差点を拡張するにあたって用地が必要になる

信号交差点をラウンドアバウトに改良する場合は、交差点の隅部分に新たな土地が必

---

<sup>3</sup> 補遺 A-1 参照。

要になる場合がある。

## 2-2.東和町交差点のラウンドアバウト化

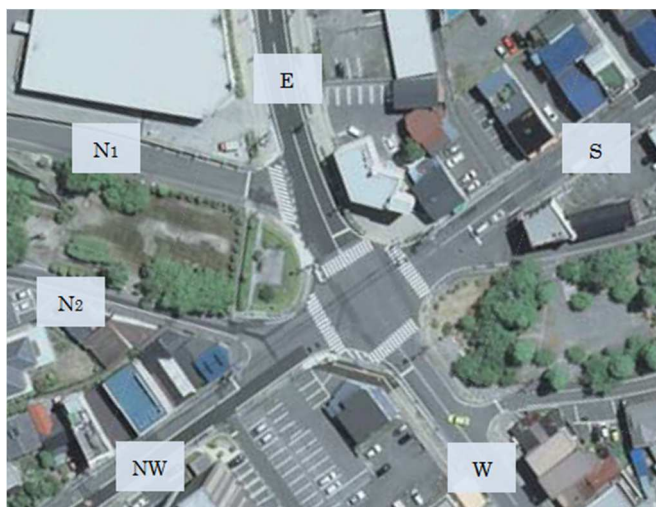
### 2-2-1.信号制御式交差点からラウンドアバウトへ

整備前の東和町交差点（図 1）は変形 5 枝交差点で、北側に中央公園が位置していた。この中央公園が N 方向の道路を分断しており、交差点に流入する車は N1 から E の道路に入る必要があり、N 方向へ流出する車は NW から N2 の道路に入る必要があった中央公園の整備と幹線道路のアクセス向上のため東和町交差点も改良する必要があったが、このような変形 5 枝交差点であったため、信号表記が複雑になるという問題があった。そこで 4 枝の交差点として運用するよう計画が進められたが、道路の利便性が損なわれるという懸念があり、5 枝のラウンドアバウトとして運用する案が出された。しかしラウンドアバウトに関する技術的知見が不足していた等、関係機関との協議が整わず、ラウンドアバウト化する案は困難だとして見送られた。

一方で、長野県飯田市には、東和町交差点をラウンドアバウト化する以前から 5 枝交差点の吾妻町ラウンドアバウトが存在していた。吾妻町交差点は吾妻町ロータリーとも呼ばれており、信号制御のないロータリー型の交差点である。2010 年に飯田市と国際交通安全学会が協働で社会実験を行い、吾妻町交差点の幅員や車線、路面標示等の改良を行った。

東和町交差点は 4 枝の交差点として整備が進められる予定であったが、吾妻町交差点での社会実験で技術的な知見が得られたこと、関係機関や地域での合意が得られたことから、5 枝のラウンドアバウトとして運用することが決定した。信号制御を行っている交差点を、ラウンドアバウト方式に改良するのは全国でも初の試みである（図 2）。

図 1 整備前の東和町交差点



出所) 飯田市 HP「東和町交差点周辺の整備の概要」より筆者作成



図 2 整備後の東和町交差点



出所) 飯田市 HP「東和町交差点周辺の整備の概要」より筆者作成

### 2-2-2.東和町交差点の工事の概要

東和町交差点の工事の概要は以下の通りである<sup>4</sup> (図 3・図 4 参照)。

- (1) ラウンドアバウトの環道直径は 30m とする
- (2) 交差点流入部 N, E, W に分離島を設置し、交差点に流入する車両と流出する車両を分離する。また、歩行者の横断距離を短縮し、2 段階横断を可能にする。
- (3) エプロンを配置する。小型車は環道を通ることが想定されるが、大型車が交差点内を曲がる際に生じる内輪差にも対応できるようにする。
- (4) 中央島を配置する。車両の交差点中央部の通行を防ぐとともに、市のシンボルとしても機能することが期待される。
- (5) NW 方向から N 方向に向かう車が通行可能なバイパスを設置する。
- (6) 環道の勾配は外側が 2%低くなるように設定する。環道走行時の速度を抑制するとともに、雨天時に環道の外側に排水できるようにする。
- (7) 環道とエプロンの段差を 2cm 設け、小型車はエプロン部分ではなく環道を走行するよう促す。

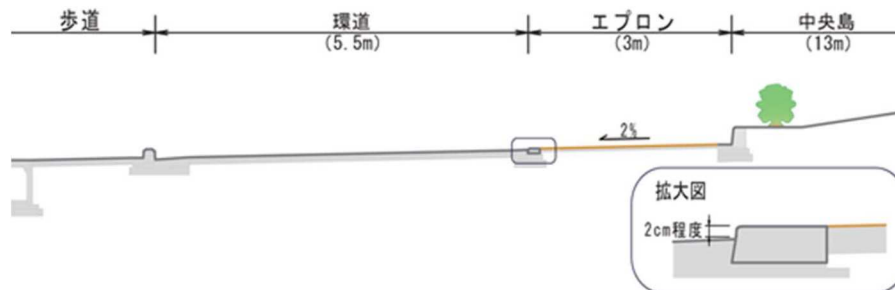
<sup>4</sup> 飯田市 HP「飯田市におけるラウンドアバウトの整備」より

図 3 東和町交差点の構造



出所) 飯田市地域計画課 HP「ラウンドアバウトに関する取り組み」より筆者作成

図 4 ラウンドアバウトの断面図



出所) 飯田市地域計画課 HP「ラウンドアバウトに関する取り組み」

### 3.分析の概要

本節では、今回実施した分析（以下、「本分析」）の概要を説明する。

#### 3-1.分析の対象

長野県飯田市東和町交差点（以下、「本交差点」）

#### 3-2.政策オプション

本分析では、以下の2つの政策のオプションを分析の対象とした。

- (1) ラウンドアバウトを導入せずに、既存の信号交差点のまま継続するというオプション（以下、「Without ケース」）
- (2) ラウンドアバウトを導入するというオプション（以下、「With ケース」）

### 3-3. 当事者適格<sup>5</sup>

本分析の当事者適格は、以下の理由から、本交差点が位置する長野県とした。

- (1) 本交差点の管理者およびラウンドアバウト化事業の実施主体は飯田市であるが、本交差点は長野県が管理する主要地方道飯島飯田線が通っており、その環道部は長野県が管理していること。
- (2) 次節で述べる通り、本分析の便益項目には本交差点内の信号機の維持費及び更新費の削減便益が含まれるが、当該信号機の管理者は長野県警であるため、長野県警を含む範囲で当事者適格を設定する必要があること。

### 3-4. 評価の対象期間及び割引率<sup>6</sup>

本交差点では 2012 年度にラウンドアバウト化の事業が実施され、2013 年 2 月 5 日よりラウンドアバウトとして運用を開始し、2013 年 3 月 24 日に事業が完了している<sup>7</sup>。したがって、本分析における費用・便益の評価の対象期間を、事業実施年度である 2012 年度、及び、供用開始後の利用期間として 2013 年度から 2062 年度までの 50 年間とした。

また、評価の基準時点を 2012 年度（以下、「基準年度」）末とし、発生した費用・便益を現在価値化する上での社会的割引率を 4.0%と設定した。そして、各年度における各費用・便益の発生時点が当該年度末であると仮定し、以下の式(1)により現在価値を算出した。

$$\frac{A}{1.04^{(X-2012)}} \quad (1)$$

(A: X 年度における費用・便益の実質価値)

<sup>5</sup> ここでは、「当事者適格」とは、費用便益分析を実施する主体を意味する。

<sup>6</sup> 評価期間と社会的割引率は、道路事業において一般的に用いられている値として、国土交通省（2008b）に提示されている値を用いた。

<sup>7</sup> 国際交通安全学会（2013）。

#### 4.費用・便益の項目

本節では、本分析で考慮した費用・便益項目を説明する。各項目の具体的な推計方法は次節以降で述べる。

##### 4-1.費用項目

費用項目として、以下の2つを設定した。

- (1) 工事費：本交差点のラウンドアバウト化に要した工事費用等（調査費等含む）
- (2) 土地の機会費用：本交差点のラウンドアバウト化に際して、新規に取得した用地の機会費用

##### 4-2.便益項目

便益項目として、以下の6つを設定した。

- (1) 車両走行時間短縮便益：車両の本交差点通行に要する時間が短縮されたことの便益
- (2) 交通事故減少便益：本交差点における交通事故が減少したことの便益
- (3) CO<sub>2</sub>・燃料削減便益：本交差点通行時に車両が消費する燃料、及び排出するCO<sub>2</sub>が削減されたことの便益
- (4) 歩行時間短縮便益：歩行者の本交差点通行に要する時間が短縮されたことの便益
- (5) 信号機維持費の削減：本交差点のラウンドアバウト化により信号機が不要になったことに伴う、信号機維持費の削減
- (6) 信号機更新費の削減：同じく、信号機更新費の削減

## 5.費用項目の推計

### 5-1.工事費

工事前は交差点流入部が NW, E, S, W の 4 本であったが、工事後は E 方向の道路に流入する N1 と、NW 道路から流出する N2 の道路が N 道路に統合され、NW, N, E, S, W の 5 本に変更された。(図 1・図 5 参照)。工事にあたっては道路そのものの形状の変化とともに、標識や区画線の設置が行われた。交差点に設置されていたナトリウムランプは LED ランプに切り替えられ、歩行者の安全性を高めるために交差点の横断歩道部分がとくに明るくなるよう再配置された。また、ラウンドアバウトの中央部には車が通行できないよう中央島を配置した。(図 6)。こうした一連の工事に必要な地形の測量や設計業務の委託にかかる費用を含めると、工事費は以下の表 3 のようになる。

表 3 工事費

工事の種類	工事費 (万円)
道路改良工事	3,742.2
標識設置工事	119.8
区画線設置工事	94.5
道路照明設置工事	748.7
中央島植栽工事	31.5
地形測量および設計業務委託費	320.3
合計	5,056.9

図 5 東和町交差点 (工事後)



出所) 飯田市 HP「東和町交差点 (ラウンドアバウト) 改良工事の概要」より筆者作成

図 6 中央島と環道の路面標示



出所) 飯田市地域計画課 HP「ラウンドアバウトに関する取組み」  
矢印線によって環道内は時計周りであることを明示している

## 5-2.土地の機会費用

### 5-2-1.分析対象となる土地区画

本項では、ラウンドアバウト導入により交差点を一部拡張したため、その土地の機会費用について検討する。機会費用とは交差点を拡張することにより失われた便益のことである。

まず、本工事で特に変更された土地区画には、流入部 N および E の間と、流入部 NW および N の間である。それぞれについて検討する。

#### (1) 流入部 N および E の間

工事前は流入部 N および E の間は中央公園が位置していたが、本工事と同時期に行われていた公園整備事業によって、公園の位置が変更されている。公園の移設によって変更された土地部分の面積の特定が困難なこと、および工事を実施するにあたって公園面積は工事前と同等を確保されていること<sup>8</sup>から、流入部 N および E の間の土地の機会費用は本分析において考慮しないものとする。

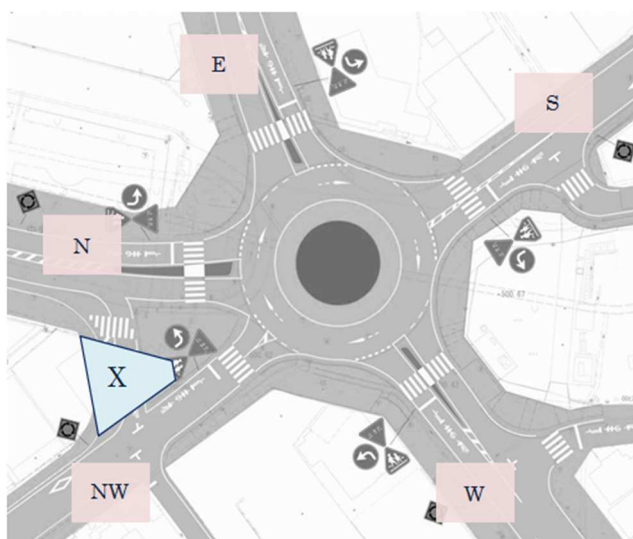
#### (2) 流入部 NW および N の間

流入部 NW および N の間は私有地となっており、工事によってその土地の一部が減少している(図 7 台形部分、以下 X 部分<sup>9</sup>とする)。その土地を活用して工事後は道路(バイパス) および歩行者が横断する際に滞留できる三角形の島がつけられている。本分析ではこの土地の面積の機会費用を検討する。

<sup>8</sup> 国際交通安全学会(2013) p.4 より

<sup>9</sup> X 部分の区画については、筆者がラウンドアバウト導入前と導入後の写真を PC ソフト上で重ね合わせることで、その部分を確定させた。

図 7 ラウンドアバウトにより拡張した部分



出所) 飯田市地域計画課 HP「ラウンドアバウトに関する取り組み」より筆者作成

### 5-2-2.推計手法

本分析では、土地の価格を公示地価とし、国土交通省（2009b）に基づいて地価を地代に変換する。地価から地代への変換式は、地価に割引率 0.04 を乗じることで得られる<sup>10</sup>。式で表すと次の式(2)のようになる。

$$RE = PL \times 0.04 \quad (2)$$

RE : 1 m<sup>2</sup>あたりの地代      PL : 1 m<sup>2</sup>あたりの地価

このようにして得られた地代を土地の機会費用とみなす。

X 部分の面積については、地図上の縮尺をもとに台形の上底、下底、および高さを確定させて算出した。ある程度の誤差は予想されるものの、簡便化のためこの方法を採用した。その結果 X 部分の面積は 72 m<sup>2</sup>であった。

また、公示地価は、国土交通省「国土交通省地価公示・都道府県地価調査」の 2012 年の飯田市の地価<sup>11</sup>を用いた。その額が 1 m<sup>2</sup>あたり 4.52 万円である。式(2)をもとに地価から地代への変換を行うと、地代は次のようになる。

$$4.52 \times 0.04 = 0.18 \text{ (万円/年)}$$

X 部分の面積と地代を乗じることで、本交差点を拡張するにあたって生じた土地の機会費用が求められる。

<sup>10</sup> 国土交通省（2009b）より

<sup>11</sup> 公示地価は調査基準時は 2012 年 7 月 1 日であり、得られる公示地価のうち、本交差点に最も近い長野県飯田市白山通り 2 丁目 312 番 1 の値を用いた。

### 5-2-3.推計結果

以上より推計結果は以下のようなになる。

$$72 \times 0.18 = 13.0 \text{ (万円/年)}^{12}$$

## 6.便益項目の推計

### 6-1.車両走行時間短縮便益

#### 6-1-1.推計方法

車両走行時間短縮便益については国土交通省（2008b）に基づいて分析を行う。推計式は以下の式(3)のように表される。車両走行時間短縮便益は Without ケースの走行時間費用から、With ケースの走行時間費用を引くことで求められる。各走行時間費用は、交通量、走行時間、時間価値原単位をそれぞれかけ合わせたものを、車種ごと、およびリンクごとに算出し、それらをすべて足しあげて、最後に 365 をかけたものである。

$$\begin{aligned} \text{車両走行時間短縮便益 } BT &= BT_o - BT_w \\ \text{車両走行時間費用 } BT_i &= \sum_j \sum_l (Q_{ijl} \times T_{ijl} \times \alpha_j) \times 365 \end{aligned} \quad (3)$$

$BT$ : 車両走行時間削減便益 (円/年)

$BT_i$ :  $i$  ケースのときの走行時間費用 (円/年)

$Q_{ijl}$ :  $i$  ケースのときのリンク  $l$  における車種  $j$  の交通量 (台/日)

$T_{ijl}$ :  $i$  ケースのときのリンク  $l$  における車種  $j$  の走行時間 (分)

$\alpha_j$ : 車種  $j$  の時間価値原単位

$i$ : With ケースの場合は  $w$ 、Without ケースの場合は  $o$

$j$ : 車種

$l$ : リンク (交差点の各流入部から各流出部の組合せ)

車両走行時間短縮便益を求めるにあたって、OD 交通量は飯田市から提供していただいたものを利用する。この OD 交通量は 7-19 時の 12 時間あたりの交通量であるため、これを 1 日の交通量に変換するため、各 OD 交通量に (1 日の交通量の合計/OD 交通量の合計) を乗じた上で推計した。

また、OD ごとの走行時間のデータは入手できなかったため、先行研究等に基づいて With ケースの走行時間が Without ケースからどれだけ短縮するかを検討した。

---

<sup>12</sup> 小数点第 2 位を四捨五入



表 4 ラウンドアバウト導入による走行時間短縮率

先行研究	走行時間短縮率
Michigan Department of Transportation(2007)	56.5%
Mississippi Department of Transportation HP	24.0%
Hachey, Mills and Vogman(2009)	41.0%
Russe,Luttrell and Rys(2002)	20.0%
Navada Department of Transportation HP	13.0%

最大値	56.5%
最小値	13.0%
平均値	30.9%
中央値	24.0%

本分析では表4の先行研究の走行時間短縮率の中央値を用いて With ケースの走行時間を求める。Without ケースの走行時間を 15 秒と設定すると、With ケースの走行時間は 11.4 秒であり、ラウンドアバウト導入によって 3.6 秒走行時間が短縮するものと考えられる。

車種ごとの時間価値原単位は、国土交通省（2008b）をもとに、物価の調整を行った上で以下のものを使用する<sup>1314</sup>。

■小型車 37.82 （円／分・台）

■大型車 60.53 （円／分・台）

#### 6-1-2.推計結果

推計結果は以下の表 5 の通りである。両ケースの走行時間費用の差をとることで、車両走行時間短縮便益は **674.1 万円/年**になる<sup>15</sup>。

<sup>13</sup> 国土交通省（2008b）では車種ごとの時間価値原単位を、5つに分類した上で「乗用車 40.10、バス 374.27、乗用車類 45.78、小型貨物車 47.91、普通貨物車 64.18」としている。本分析ではデータの制約により、車種は小型車／大型車の2種類とし、小型車では乗用車の原単位を、大型車では普通貨物車の原単位を用いた。

<sup>14</sup> 国土交通省（2008b）の時間価値原単位は2008年度の額であるため、物価の調整を行った。物価の調整には内閣府(2013)「国民経済計算確報」（連鎖方式 基準暦年＝2005年）を用いた。2008年度が96.8、2012年度（本分析の基準年度）が91.3であるため、各時間価値原単位に(91.3/96.8)を乗じることで実質価格の原単位に変換した。

<sup>15</sup> 小数点第2位を四捨五入

表 5 車両走行時間短縮便益の推計結果

	走行台数合計 (台)	走行時間 (秒)	走行時間費用 (万円/年)
Without	9,000	15.0	3,180.3
With	9,500	11.4	2,506.1

## 6-2.交通事故減少便益

### 6-2-1.推計手法

本便益の推計においては、長野県警察本部へのヒアリングから得た交通事故データをもとに、以下のステップで便益を算出した。

Step 1: Without ケースにおける交通事故件数を把握

Step 2: 海外でのラウンドアバウト導入事例における交通事故減少率データを用いて、With ケースの交通事故件数を推計

Step 3: 両ケースの事故件数を貨幣価値に換算し、その差を算出

以下、順番に説明する。

#### Step 1: Without ケースにおける交通事故件数の把握

Without ケースの交通事故件数については、長野県警察へのヒアリング結果を用いる。結果は以下の表 6 に示す通りである。

表 6 Without ケースの事故件数

期間	物損事故 (件)	人身事故 (軽傷) (件)	人身事故 (重傷) (件)	人身事故 (死亡) (件)
2011/5/1～ 2013/3/23(693 日間)	4	2	0	0

以降の推計においては、上記の事故件数を、1年間の事故件数に換算して計算を行う。

#### Step 2: With ケースの交通事故件数の推計

次に、以下の表 7 に示す海外での交通事故減少率データの平均を用いて、With ケースの交通事故件数を推計する。

表 7 海外での交通事故減少率

国	平均事故減少率	
	全事故	人身事故
オーストラリア	41-61%	45-87%
フランス	-	57-78%
ドイツ	36%	-
オランダ	47%	-
イギリス	-	25-39%
アメリカ	35%	76%

出所) National Cooperative Highway Research Program (2010)より筆者作成

### Step 3: 事故の金銭評価と純便益算出

以上のステップで整理された事故件数を、貨幣価値原単位を用いて金銭評価する。貨幣価値原単位は以下の表 8 に示す通りである。

表 8 事故損失の貨幣価値原単位<sup>16</sup>

物損事故 (万円/件)	46.9
人身事故 (軽傷) (万円/人)	137.8
人身事故 (重傷) (万円/人)	925.9
人身事故 (死亡) (万円/人)	24,567.4

出所) 国土交通省(2008a)より筆者作成

以上の原単位を用いて金銭評価された事故損失について、Without ケースと With ケースの差を取ることで年間の純便益が算出される。

### 6-2-2.推計結果

以上のステップより推計された各ケースでの事故損失額を以下の表 9 に示す。

<sup>16</sup>人身事故の1件あたりの負傷者数はデータからは不明であったため、1件あたり平均して1人として計算を行っている。

表 9 両ケースでの事故損失額<sup>17</sup>

	物損事故 (件)	人身事故 (軽傷) (件)	人身事故 (重傷) (件)	人身事故 (死亡) (件)	年間損失額 (万円/年)
Without	4	2	0	0	230.1
With	2.31 (▲42.25%)	0.7925 (▲60.375%)	0	0	108.1

年間損失額については小数点第 2 位を四捨五入している。

両ケースの損失額の差をとることで、年間の交通事故減少便益は **122.0 万円/年**と推計される。

### 6-3.CO<sub>2</sub>・燃料削減便益

#### 6-3-1. 推計手法

本便益の推計においては、飯田市地域計画課の事前（信号交差点）・事後（ラウンドアバウト）の CO<sub>2</sub> 排出量推計をもとに、以下のステップで便益を算出した。

Step 1: 年間の CO<sub>2</sub> 排出量の事前・事後の差を算出

Step 2: CO<sub>2</sub> 排出量の事前・事後の差を、燃料消費量の差に換算して、年間の燃料消費量の事前・事後の差を算出

Step 3: CO<sub>2</sub> 排出量と燃料消費量の事前・事後の差を貨幣価値に換算

以下、順番に説明する。

#### **Step 1: 年間の CO<sub>2</sub> 排出量の事前・事後の差の算出**

まず、飯田市地域計画課の CO<sub>2</sub> 排出量推計は、以下の通りである。

事前（信号交差点）：47.4 (kg/時) ⇒ 事後：41.2 (kg/時) (▲6.2 (kg/時))<sup>18</sup>  
(※ 前提：1 時間あたりの交通量は 950 台<sup>19</sup>)

上記の情報より交通量 950 台当たりの CO<sub>2</sub> 排出量の事前事後の差が 6.2kg であること

<sup>17</sup>事故損失原単位をかける際には物価調整を行っている。具体的には、内閣府が公表している国民経済計算の GDP デフレーター（連鎖方式、基準暦年＝2005 年）を用いた。原単位設定時点の 2008 年度が 96.8、2012 年度（本分析の基準年度）が 91.3 となっているため、原単位に 91.3/96.8 をかけることにより実質的な価値を算定した。

<sup>18</sup> 飯田市地域計画課 HP「ラウンドアバウトに関する取り組み」を参照した。

<sup>19</sup> 飯田市地域計画課へのヒアリング結果より。

を前提条件として、年間の交通量をもとに年間の CO<sub>2</sub> 排出量の事前事後の差を算出した。

### **Step 2: 年間の燃料消費量の事前・事後の差の算出**

飯田市の交通量データ<sup>20</sup>より、ほとんど（99%強）が燃料としてガソリンを用いる普通車であることから、Step 1 で算出した CO<sub>2</sub> の排出量の差は、普通車によるガソリン消費量の差に起因するものと仮定した。

ここで、ガソリン消費量（Y (kl)）と CO<sub>2</sub> 排出量（X (t)）との関係は、以下の式(4)で求められる<sup>21</sup>。

$$Y[kl] = X[t] \times \frac{12}{44} [tC/t] \div 0.0183 [tC/GJ] \div 34.6 [GJ/kl] \quad (4)$$

この式をもとに、CO<sub>2</sub> 排出量の事前・事後の差を、燃料消費量（ガソリン消費量）の差に換算して、年間の燃料消費量の事前・事後の差を算出した。

### **Step 3: CO<sub>2</sub> 排出量と燃料消費量の事前・事後の差の貨幣価値への換算**

以下の貨幣価値原単位を用いて、Step 2 で求めた CO<sub>2</sub> 排出量と燃料消費量の事前・事後の差の貨幣価値への換算を行った。

■CO<sub>2</sub> 排出の貨幣価値原単位<sup>22</sup>：2,859.30（円/t） （10,484.10（円/t-C））

■燃料消費の貨幣価値原単位<sup>23</sup>：157.64（円/l）（2013 年度）  
161.51（円/l）（2014 年度）  
156.47（円/l）（2015 年度以降）

## **6-3-2. 推計結果**

推計の結果は以下の表 10 の通りであった。

<sup>20</sup> 飯田市地域計画課より受領した平成 25 年 5 月の交通量調査集計表を参照した

<sup>21</sup> 計算式の係数は、環境省「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」に掲載されている値をもとにした。

<sup>22</sup> 国土交通省（2009a）に記載の「10,600 円/t-C（2006 年価格）」の値をもとに、基準年度の値に実質化した。具体的には、総務省が公表している消費者物価指数（全国、2010 年度:100）は、2006 年度が 100.6、2012 年度（本分析の基準年度）が 99.5 となっているため、10,600[円/t-C]×(99.5/100.6)により実質価格を算定した。

<sup>23</sup> 算出方法は、補遺 A-2 を参照のこと。

表 10 CO<sub>2</sub>・燃料削減便益の推計結果

年度	年間の CO <sub>2</sub> 排出量の 事前・事後の差		年間の燃料消費量の 事前・事後の差		年間純便益 (万円/年)
	(t)	(万円)	(ℓ)	(万円)	
2013 年度	22.63	6.5	9,747.34	153.7	160.1
2014 年度	22.63	6.5	9,747.34	157.4	163.9
2015 年度以降	22.63	6.5	9,747.34	152.5	159.0

CO<sub>2</sub> 排出量、燃料消費量の差は各々事前の値から事後の値を引いた差としている。また、年間純便益については小数点第 2 位を四捨五入している。

#### 6-4. 歩行時間短縮便益

##### 6-4-1. 推計手法

本便益の推計においては、本交差点の歩行者通行量の観測データをもとに、以下のステップで便益を算出した。

Step 1: 交差点の歩行パターンの検討

Step 2: 各歩行パターンについて、1 人あたりの交差点通行時間の事前・事後の差を算出

Step 3: 歩行者通行量の観測データをもとに、年間の交差点通行量を算出

Step 4: Step 2 と Step 3 の結果をもとに、年間の総歩行時間の事前・事後の差を算出

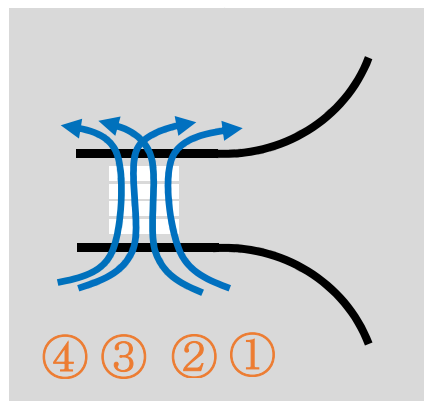
Step 5: 総歩行時間の事前・事後の差を貨幣価値に換算

以下、順番に説明する。

##### Step 1: 交差点の歩行パターンの検討

交差点にある各横断歩道について、以下の図 8 の通り、4 パターンの歩行パターンを想定した。

図 8 歩行パターン



## Step 2: 各歩行パターンについての1人あたりの交差点通行時間の事前・事後の差の算出

ここでは、交差点通行時間を「歩行時間」と「待ち時間」の2つに分けて検討した。  
 検討の詳細は、補遺 A-3 を参照のこと。検討の結果、各歩行パターンについての1人あたりの交差点通行時間の事前・事後の差は、以下の表 11 の通りとなった。

表 11 交差点通行時間の事前・事後の差

横断歩道	パターン 1			パターン 2,3			パターン 4		
	歩行時間の差	待ち時間の差	合計	歩行時間の差	待ち時間の差	合計	歩行時間の差	待ち時間の差	合計
N+NW	12.0	▲10.0	2.0	4.0	▲10.0	▲6.0	▲4.0	▲10.0	▲14.0
E	9.0	▲31.3	▲22.3	0.0	▲31.3	▲31.3	▲11.0	▲31.3	▲42.3
S	10.0	▲10.0	▲0.0	0.0	▲10.0	▲10.0	▲10.0	▲10.0	▲20.0
W	9.0	▲31.3	▲22.3	0.0	▲31.3	▲31.3	▲12.0	▲31.3	▲43.3

数値は事後の交差点通行時間から事前の交差点通行時間を引いた値。値がマイナスの場合は、数値の前に▲をつけた上で赤字としている。

## Step 3: 歩行者の年間の交差点通行量の算出

歩行者の年間の交差点通行量は、以下の方法で推計を行った。

- ① 本交差点に設置されているウェブカメラよりインターネット上でリアルタイム配信<sup>24</sup>されている映像を確認し、平日・休日の午前・午後各々のピーク時間<sup>25</sup>1 時間あたりの各パターンの歩行者通行量を計測した。
- ② ①の計測結果をもとに、以下の式(5)により平日・休日の1日あたりの各パターンの歩行者通行量を推計した。  
 1日の歩行者通行量  

$$= \frac{(\text{午前のピーク時1時間の歩行者通行量}) + (\text{午後のピーク時1時間の歩行者通行量})}{2} \times 12 \quad (5)$$
- ③ ②で算出した平日・休日の1日あたりの各パターンの歩行者通行量をもとに、以下の式(6)<sup>26</sup>により年間の歩行者通行量を算出した。

<sup>24</sup> 飯田ケーブルテレビ HP より。

<sup>25</sup> 午前・午後のピーク時間は、国際交通安全学会（2013）に記載されている情報をもとに、午前7時台と午後6時台と想定し、計測を行った。

<sup>26</sup> 厚生労働省(2013)の労働者1人あたりの平均年間休日日数：112.6日をもとにした。

年間の歩行者通行量

$$= (\text{平日の1日あたり歩行者通行量}) \times 252.4 \quad (6)$$

$$+ (\text{休日の1日当たりの歩行者通行量}) \times 112.6$$

①の計測データについては補遺 A-4 を参照のこと。②・③の結果は以下の表 12,13 の通りとなった。

表 12 1日の交差点通行量 (単位:人)

横断歩道	平日			休日		
	パターン1	パターン2,3	パターン4	パターン1	パターン2,3	パターン4
N+NW	72	144	0	24	30	0
N	—	102	0	—	72	0
NW	—	42	0	—	66	0
E	84	54	0	48	30	0
S	84	72	0	12	18	0
W	114	72	0	42	54	0

表 13 年間の交差点通行量 (単位:人)

横断歩道	パターン1	パターン2,3	パターン4
N+NW	20,875.2	39,723.6	0
N	—	33,852	0
NW	—	18,032.4	0
E	26,606.4	17,007.6	0
S	22,552.8	20,199.6	0
W	33,502.8	24,253.2	0

#### Step 4: 年間の総歩行時間の事前・事後の差の算出

Step 2 で算出した 1 人あたりの交差点通行時間の事前・事後の差と、Step 3 の年間の交差点通行量とを掛け合わせることで、年間の総歩行時間の事前・事後の差を算出した。

#### Step 5: 年間の総歩行時間の事前・事後の差の貨幣価値への換算

以下の貨幣価値原単位を用いて、Step 4 で求めた年間の総歩行時間の事前・事後の差の貨幣価値への換算を行った。



■歩行者の時間価値原単位<sup>27</sup>：24.12 円/（分・人）

#### 6-4-2. 推計結果

推計の結果は以下の表 14 の通りであった。

表 14 歩行時間削減便益の推計結果

年間の総歩行時間の事前・事後の差（分）	年間純便益（万円/年）
50,601.6	122.0

ここでは、総歩行時間の差は事前の値から事後の値を引いたものとしている。また、すべて小数点第 2 位以下を四捨五入している。

#### 6-5. 信号機維持費の削減便益

信号機の維持費は本交差点を管理している長野県警察本部にヒアリングを行った<sup>28</sup>。本交差点そのものの維持費を計算するのは困難なため、長野県にある信号交差点の 1 基あたりの平均的な維持費<sup>29</sup>を用いることにした。また、信号機の制御方法によって維持費の額も変化するが、今回は他の交差点とは独立で信号機の点滅のパターンを変更する地点制御方式の信号機を想定した。その結果、以下の表 15 のような額<sup>30</sup>が得られた。

表 15 信号機の年間維持費

維持費項目	費用(万円/年)
保守点検費用	1.50
電気代	4.48
合計	5.98

<sup>27</sup> 国土交通省（2008c）に記載の歩行者の時間価値原単位「25.57 円/（分・人）（2008 年価格）」の値をもとに、GDP デフレーターを用いて基準年度の値に実質化した。具体的には、内閣府が公表している国民経済計算の GDP デフレーター（連鎖方式、基準暦年＝2005 年）は、2008 年度が 96.8、2012 年度（本分析の基準年度）が 91.3 となっているため、 $25.57[\text{円/分}\cdot\text{人}] \times (91.3/96.8)$ により実質価格を算定した。

<sup>28</sup> 信号機 1 基あたりの維持費や更新費は、交差点の形状や信号機の制御方式等によって多様であり、個別の交差点ごとに大きく異なる。今回、用いた値は目安であり、厳密な値ではないことに注意されたい。

<sup>29</sup> 中央管制センターにあるメインコンピュータの維持管理費は含まれていない。

<sup>30</sup> 長野県警察本部に問い合わせ得られた額は 2013 年度のものであったため、内閣府(2013)「国民経済計算確報」（連鎖方式 基準暦年＝2005 年）を利用して物価の調整を行った。2013 年度が 91.1、2012 年度（本分析の基準年度）が 91.3 であるため、信号機の維持費の各項目に $(91.3/91.1)$ を乗じることで実質価格に変換した。

## 6-6.信号機更新費の削減便益

信号機の更新費についても、維持費と同様、長野県警察本部にヒアリングを行った。信号機の更新は19年に一度必要になり、純便益を算出するにあたって、本分析では基準年度を0年目として評価期間50年のうち19年目と38年目の2回に信号機の更新が行われるものと仮定する。信号機更新1回あたりにかかる費用<sup>31</sup>は以下の通りである。

**信号機更新費 19年に1度 348.0（万円）**

## 7.純便益の推計と感度分析

### 7-1.純便益の推計

推計結果は表16の通り、費用は合計5,336.5万円、便益は合計2億3,518.2万円である。純便益は1億8,181.6万円と大きな正の値となり、便益費用比が4.4と1を大きく上回る結果となっている。

**表 16 費用・便益の推計結果（単位：万円）**

<b>費用</b>	工事費	5,056.9
	土地の機会費用	279.6
	<b>費用計</b>	<b>5,336.5</b>
<b>便益</b>	車両走行時間短縮便益	14,481.9
	交通事故減少便益	2,621.6
	CO <sub>2</sub> ・燃料削減便益	3,421.0
	歩行時間短縮便益	2,621.6
	信号機維持費の削減	128.5
	信号機更新費の削減	243.5
	<b>便益計</b>	<b>23,518.2</b>
<b>評価指標</b>	<b>純便益</b>	<b>18,181.6</b>
	<b>便益費用比</b>	<b>4.4</b>

結果からもわかる通り、初期費用として工事費がかかるものの、全体に対する影響は小さい。純便益が大きな正の値となったのは、車両走行時間短縮の便益が大きいことが主な要因である。従って、経済学的な効率性の観点からは、本交差点におけるラウンドアバウトの導入は望ましい投資であったと判断できる。

<sup>31</sup> 信号機維持費同様、物価調整済みである。

## 7-2.感度分析

ここまでの分析（以下、基本ケース）では、一定の仮定を置いた上での推計結果を示していた。しかし、その仮定にはいくつかの不確実性が存在する。そこで、本項ではそれらの不確実性に対する考察として感度分析を行う。特に、以上で示したように基本ケースにおける純便益は大きな正の値であったため、できるだけ便益が小さくなるケース（以下、最悪ケース）を検討する感度分析を行い、それでも純便益が負にはならないことを確認する。

### 7-2-1.感度分析の設定

以下、具体的な最悪ケースの設定について説明する。感度分析の概要は表 17 の通りである。

表 17 最悪ケース感度分析における想定概要

項目	基本ケース	最悪ケース
車両走行時間短縮便益	走行時間短縮率 24%	走行時間短縮率 13%
交通事故減少便益	交通事故減少率の平均値	交通事故減少率の最小値
CO <sub>2</sub> ・燃料削減便益	CO <sub>2</sub> と燃料の原単位をそのまま利用	CO <sub>2</sub> と燃料の原単位の 1/2 を利用
歩行時間短縮便益	平日・休日別の通行量を考慮	休日レベルの通行量が 1 年間連続くと仮定

#### (1) 車両走行時間短縮便益

表 4 で示した走行時間短縮率の利用に際し、基本ケースにおいては中央値の 24%を用いたが、最悪ケースでは最小値の 13%を用いた。

#### (2) 交通事故減少便益

表 7 で示した海外の交通事故減少率の利用に際し、基本ケースにおいては平均値を用いたが、最悪ケースでは最小値を用いた。

#### (3) CO<sub>2</sub>・燃料削減便益

国土交通省(2009a)では、将来的な温暖化の被害を正確に予測することは困難であるから、イギリスの適用例を踏まえ、下限ケースとして代表値の 1/2 程度の値で感度分析を行うべきとされている。従って、最悪ケースとして基本ケースで計算した原単位を 1/2 とした。

#### (4) 歩行時間短縮便益

基本ケースでは、平日と休日の通行量を別々に考慮して歩行時間短縮便益を推計した。最悪ケースでは、相対的に通行量が少ない休日レベルの通行量が 1 年間続いたと仮定し

た。

## 7-2-2.感度分析の結果

感度分析の結果を以下の表 18 に示す。結果としては、最悪ケースにおいても純便益は 6,585.9 万円と正の値になっている。便益費用比も、基本ケースと比較すると下落するものの、やはり 1 を上回る。従って、以上の推計結果は頑健なものと言えるであろう。

表 18 感度分析の結果 (単位：万円)

		基本ケース	最悪ケース
費用	工事費	5,056.9	5,056.9
	土地の機会費用	279.6	279.6
	<b>費用計</b>	<b>5,336.5</b>	<b>5,336.5</b>
便益	車両走行時間短縮便益	14,481.9	6,689.7
	交通事故減少便益	2,621.6	1,436.0
	CO <sub>2</sub> ・燃料削減便益	3,421.0	1,863.3
	歩行時間短縮便益	2,621.6	1,561.4
	信号機維持費の削減	128.5	128.5
	信号機更新費の削減	243.5	243.5
	<b>便益計</b>	<b>23,518.2</b>	<b>11,922.4</b>
評価指標	<b>純便益</b>	<b>18,181.6</b>	<b>6,585.9</b>
	<b>便益費用比</b>	<b>4.4</b>	<b>2.2</b>

## 8.本分析の限界と今後の課題

本分析では、基本ケースで 18,181.6 万円、最悪ケースでも 6,585.9 万円と大きな純便益が出る結果となった。

しかし、以下の 2 点について留意が必要である。

- (1) 本分析に必要な以下のデータについては十分なデータを入手できず、先行研究や別の実証実験等の値を使用したこと
  - ① 分析対象の交差点における事前・事後の車両走行時間のデータ
  - ② CO<sub>2</sub> 排出量・燃料消費量の推計に必要な、交差点通行時の車両速度の変化のデータ
  - ③ 交通事故数の事後データ (ラウンドアバウトが導入されてから日が浅かったため)
- (2) 全ての交差点についてラウンドアバウトを導入した場合に同様の結果が出るとは限らず、以下の条件によりラウンドアバウト導入の効果、特に便益項目の一つである車両走

行時間短縮便益が影響を受けること<sup>32</sup>

- ① 総流入交通量：総流入交通量が大きいと、車両走行時間の短縮度が減少（便益が減少）
- ② 左折率：左折率が低いと、車両走行時間の短縮度が減少（便益が減少）
- ③ 右折率；右折率が高いと、車両走行時間の短縮度が減少（便益が減少）
- ④ 主従比率：主従比率が低いと、車両走行時間の短縮度が減少（便益が減少）

※ 例えば、4肢交差点において、右折率：15%、左折率：15%、主従比率：50%、重方向率：60%で交通流シミュレーションを実施した場合、総流入交通量が1400台/時を超えると、環道交通量が増加することによりラウンドアバウトへの流入が困難となり、ラウンドアバウトの方が信号交差点よりも平均交差点通過時間が長くなってしまふ、という結果が出ている<sup>33</sup>。

以上のことから、ラウンドアバウト導入政策について、以下の今後の課題（2点）とそれぞれに対する施策を提言する。

**課題1**：実際にラウンドアバウトを導入した交差点において、交差点通行量、車両走行時間、交差点通行時の車両速度の変化、交通事故数の推移、歩行者通行量・通行時間など、費用便益分析に必要なデータを蓄積・管理すること

⇒**施策**：ラウンドアバウトを導入した各自治体がデータを収集し、国土交通省がそのデータを管理する

**課題2**：課題1で蓄積したデータを分析することで、交差点の交通特性（①総流入交通量、②左折率、③右折率、④主従比率、など）に応じて、ラウンドアバウト導入の効果がどのように変わりうるかについての知見を蓄積し、その成果を新規のラウンドアバウト導入に関する費用便益分析に活かすこと

⇒**施策**：国土交通省がデータの分析結果をもとにラウンドアバウトの費用便益分析のマニュアルを作成し、それをもとに各自治体が新規のラウンドアバウト導入について費用便益分析を行う

---

<sup>32</sup> 詳細は、国土交通省（2013b）を参照。

<sup>33</sup> シミュレーションの内容・結果の詳細は、同上。

## 謝辞

本稿の執筆にあたり、多くの方にご指導・ご協力いただいた。指導教官の岩本康志教授には執筆の初期段階から完成に至るまでの確な助言をいただいた。また、鎌江伊三夫教授、岸本充生教授、北野泰樹教授にも、中間報告等の際に助言をいただく等、大変お世話になった。長野県飯田市建設部地域計画課、長野県警察本部交通部交通規制課、名古屋大学中村英樹研究室の方々には、ご多忙の中本分析に必要な資料を提供していただいた。この場を借りて厚く御礼申し上げたい。

なお、本分析における推計結果や提言は全て筆者たち個人の見解であり、所属する機関としての見解を示すものではない。また、言うまでもなく本稿にあり得る誤りは全て筆者たちに帰するものである。

## 参考文献

- E. R. Russe, G. Luttrell and M. Rys(2002)”Roundabout Studies in Kansas”4th Transportation Specialty Conference of the Canadian Society for Civil Engineering.
- Hachey, Mills and Vogman(2009)”Modeling Roundabout Traffic Flow as a Dynamic Fluid System”.
- Michael E. Niederhauser, Brian A. Collins, and Edward J. Myers(1997)”The Use of Roundabouts: Comparison with Alternate Design Solution”.
- Michigan Department of Transportation(2007)”Roundabout Guidance Document”.
- National Cooperative Highway Research Program(2010)”Roundabouts: An Informational Guide Second Edition”.
- 厚生労働省 (2013) 「就労条件総合調査」.
- 国際交通安全学会 (2011) 「安全でエコなラウンドアバウトの実用展開に関する研究 (II) 報告書」.
- 国際交通安全学会 (2012) 「安全でエコなラウンドアバウトの実用展開に関する研究 (III) 報告書」.
- 国際交通安全学会 (2013) 「ラウンドアバウトの社会実装と普及促進に関する研究報告書」.
- 国土交通省 (2008a) 「交通事故減少便益の原単位の算出方法」
- 国土交通省 (2008b) 「費用便益マニュアル」.
- 国土交通省 (2008c) 「費用便益マニュアル<連続立体交差事業編>」.
- 国土交通省 (2009a) 「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針 (共通編)」.
- 国土交通省 (2009b) 「土地区画整理事業における費用便益分析マニュアル (案)」.
- 国土交通省 (2013a) 「ラウンドアバウトの効果・影響」第 1 回ラウンドアバウト検討委員会配布資料 資料 4.
- 国土交通省 (2013b) 「ラウンドアバウトの効果・影響に関する仮説の検証」第 2 回ラウンドアバウト検討委員会配布資料 資料 4.
- 総務省(2015) 「小売物価統計調査 (動向編)」.
- 内閣府(2013) 「国民経済計算確報」.
- 吉岡慶祐・米山喜之・宗広一徳・中村英樹・大口敬 (2012) 「実車走行実験に基づくラウンドアバウトと信号交差点の CO2 排出量の比較分析」土木学会論文集 D3 (土木計画学) ,Vol.68,No.5.
- Navada Department of Transportation HP”Roundabout Benefit”  
<<https://www.nevadadot.com/safety/roundabout/benefits.aspx>>2015 年 2 月 1 日アクセス.

Mississippi Department of Transportation HP”Performance Evaluation of Roundabout for Traffic Delay and Crash Reductions in Oxford”

<[http://highways.transportation.org/Documents/2014%20AM%20Presentations/McConnellM\\_Oxford%20Roundabout%20at%20Lamar.pdf](http://highways.transportation.org/Documents/2014%20AM%20Presentations/McConnellM_Oxford%20Roundabout%20at%20Lamar.pdf)>2015年2月1日アクセス.

飯田ケーブルテレビ HP「東和町ラウンドアバウト ライブカメラ」

<<http://www.iidacable.tv/livecamera/98/>> 2015年2月1日アクセス.

飯田市 HP「東和町交差点（ラウンドアバウト） 改良工事の概要」

<<http://www.city.iida.lg.jp/uploaded/attachment/9899.pdf>> 2015年2月1日アクセス.

飯田市地域計画課 HP「ラウンドアバウトに関する取り組み」

<<http://www.city.iida.lg.jp/uploaded/attachment/16718.pdf>> 2015年2月1日アクセス.

環境省 HP「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」

<<http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/itiran.pdf>> 2015年2月1日アクセス.

国土交通省 HP「国土交通省地価公示・都道府県地価調査」

<<http://www.land.mlit.go.jp/landPrice/AriaServlet?MOD=2&TYP=0>>2015年2月1日アクセス.

東和町交差点周辺の整備の概要

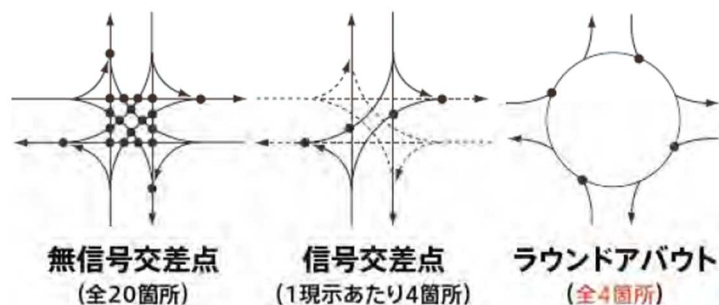
<<https://www.city.iida.lg.jp/uploaded/attachment/15982.pdf>>2015年2月1日アクセス.



## 補遺

### A-1.車両交錯地点の減少

図 A-1 交差点ごとの車両交錯地点の違い



出所) 国土交通省 (2013a)

### A-2.燃料消費の貨幣価値原単位の算出方法

本分析の当事者適格が長野県であることから、長野県民が燃料（今回の場合はガソリン）を1単位購入する際にかかる費用を貨幣価値原単位とした。具体的には、総務省(2015)「小売物価統計調査」より、2012年度、2013年度、2014年度の各月の長野市のガソリン小売価格（自動車ガソリン（レギュラー1[l]あたり））の情報を取得し、以下を算出した。

- ① 2012年度の長野市ガソリン小売価格：2012年4月～2013年3月の長野市ガソリン小売価格の平均（150.25（円/l））
- ② 2013年度の長野市ガソリン小売価格：2013年4月～2014年3月の長野市ガソリン小売価格の平均（158.75（円/l））
- ③ 2014年度の長野市ガソリン小売価格：2014年4月～2014年11月<sup>34</sup>の長野市ガソリン小売価格の平均（167.75（円/l））

そして、上記の値は名目値であるため、消費者物価指数を用いて基準年度の実質価格に変換<sup>35</sup>を行い、各年度の貨幣価値原単位を算出した。なお、2015年度以降の貨幣価値原単位については、2012、2013、2014年度の実質貨幣価値原単位の平均とした。

<sup>34</sup> 本報告の執筆時点（2015年1月）で入手可能な最新の消費者物価指数が2014年11月のものであったため、2014年度については4月～11月までの8か月分の情報で年度平均を算出した。

<sup>35</sup> この変換をする際に用いた消費者物価指数は、長野市の消費者物価指数（総合）である。具体的な値は、2012年度：99.4、2013年度：100.1、2014年度：103.24（2014年度については2014年4月～11月の各月の消費者物価指数の平均）である。

### A-3.一人あたりの交差点通行時間の事前・事後の差の算出方法

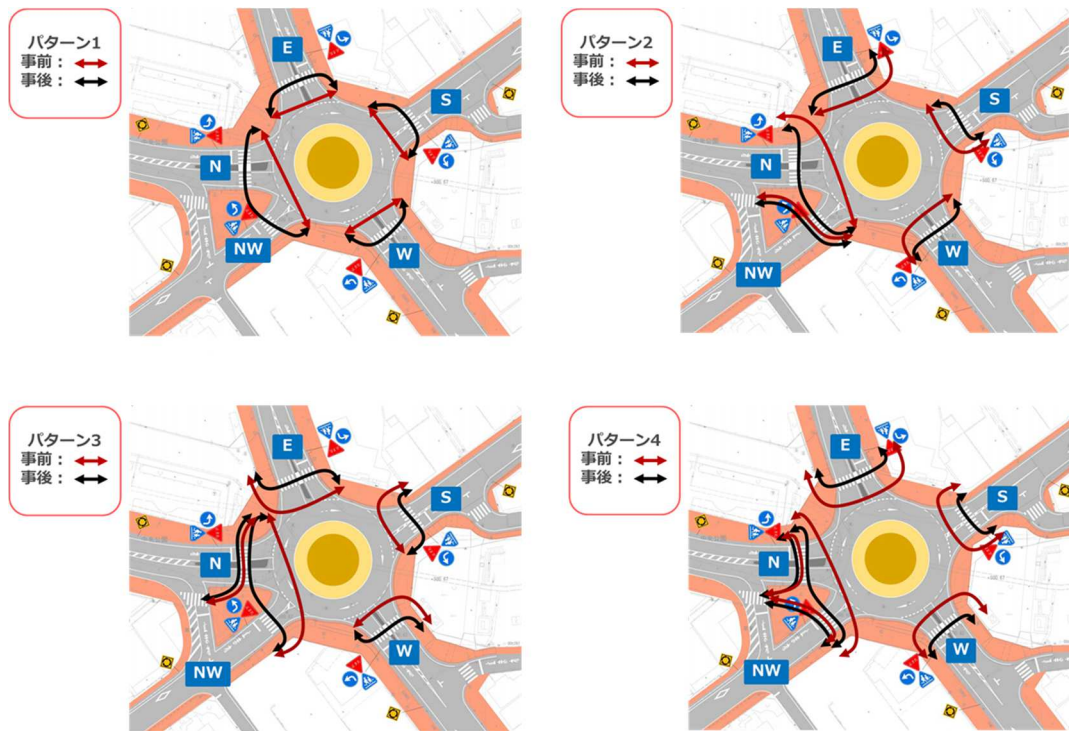
#### ① 「歩行時間」の検討

歩行時間の事前・事後の差について、まず各歩行パターンの事前・事後での歩行距離の差を算出し、次に歩行距離の差を歩行時間の差に換算する、という順番で推計を行った。

まず、6-4-1 項の Step 1 で提示した各歩行パターンについて、事前・事後の歩行経路は以下の図 A-2 の通りである。

なお、ここでは、第 2 節で提示した図 2・図 3 の通り、事後（ラウンドアバウト）の場合は、事前（信号交差点）の場合と比較して、横断歩道が交差点の中央から離れているために、歩行経路に差が出ることを想定している。

図 A-2 各歩行パターンにおける、事前・事後の歩行経路の違い



そして、各歩行パターンについて、事前・事後の歩行距離の差を、Google map の距離測定の機能を用いて算出した。この際、以下の 2 つを前提とした。

- a) N 方向のみの横断歩道を渡る場合（図 A-2 のパターン 3 とパターン 4）と NW 方向のみの横断歩道を渡る場合（図 A-2 のパターン 2 とパターン 4）については、事前と事後で歩行距離は変わらないと考えた。

- b) パターン 2 とパターン 3 については、N 方向と NW 方向の横断歩道を両方渡る場合以外は、事前と事後で歩行距離は変わらないと考えた。

事前・事後の歩行距離の差の算出結果は以下の表 A-1 の通りである。

表 A-1 各歩行パターンの事前・事後の歩行距離の差

横断歩道	パターン 1	パターン 2	パターン 3	パターン 4
N+NW <sup>36</sup>	12m	4m	4m	▲4m
N	—	—	0m	0m
NW	—	0m	—	0m
E	9m	0m	0m	▲11m
S	10m	0m	0m	▲10m
W	9m	0m	0m	▲12m

数値は事後の歩行距離から事前の歩行距離を引いた値。値がマイナスの場合は、数値の前に▲をつけた上で赤字としている。

そして、歩行速度を 3.6km/時と仮定<sup>37</sup>して、上表の歩行距離の差を歩行時間の差に換算した。その結果は、以下の表 A-2 の通りである。

表 A-2 各歩行パターンの事前・事後の歩行時間の差

横断歩道	パターン 1	パターン 2	パターン 3	パターン 4
N+NW	12 秒	4 秒	4 秒	▲4 秒
N	—	—	0 秒	0 秒
NW	—	0 秒	—	0 秒
E	9 秒	0 秒	0 秒	▲11 秒
S	10 秒	0 秒	0 秒	▲10 秒
W	9 秒	0 秒	0 秒	▲12 秒

数値は事後の歩行時間から事前の歩行時間を引いた値。値がマイナスの場合は、数値の前に▲をつけた上で赤字としている。

<sup>36</sup> ここで、「横断歩道」の欄で「N+NW」となっているところは、N 方向にある横断歩道と NW 方向にある横断歩道の両方を渡った場合の事前と事後の歩行距離の差を表している。この場合を別だしている理由は、図 2 の通り、事前の信号交差点においては、N 方向と NW 方向とで横断歩道が分かれずに存在していたため、事前と事後とで比較する上でこの場合を別だして考える必要があったからである。

<sup>37</sup> 国土交通省（2008c）に記載の、歩行速度に関する計測原単位を採用した。

② 「待ち時間」の検討

待ち時間の事前・事後の差については、

- ・事前（信号交差点）については、信号サイクルより平均の待ち時間を算出
- ・事後（ラウンドアバウト）については、待ち時間は0秒と仮定<sup>38</sup>

して、算出を行った。

事前（信号交差点）の信号サイクルについては、ピーク時間（7:00~9:00、17:00~19:00）のものを採用<sup>39</sup>し、平均待ち時間を算出した。その結果は、以下の表 A-3 の通りである。

表 A-3 事前（信号交差点）の信号サイクルと平均待ち時間

横断歩道	青	点滅	赤	サイクル合計	平均待ち時間
N+NW	56 秒	7 秒	47 秒	110 秒	10.0 秒
E	22 秒	5 秒	83 秒	110 秒	31.3 秒
S	56 秒	7 秒	47 秒	110 秒	10.0 秒
W	22 秒	5 秒	83 秒	110 秒	31.3 秒

平均待ち時間については以下の計算式で算出し、小数点第2位以下を四捨五入した。

$$\text{平均待ち時間} = 0.5 \times (1 \text{ サイクル内の赤の時間})^2 \div (1 \text{ サイクルの合計時間})$$

従って、事後の待ち時間を0秒と仮定していることから、事前・事後の待ち時間の差は以下の表 A-4 の通りである。

表 A-4 事前・事後の待ち時間の差

横断歩道	待ち時間の差
N+NW	▲10.0 秒
E	▲31.3 秒
S	▲10.0 秒
W	▲31.3 秒

数値は事後の待ち時間から事前の待ち時間を引いた値。値がマイナスの場合は、数値の前に▲をつけた上で赤字としている。

<sup>38</sup> 道路交通法上、信号が無い横断歩道においては歩行者優先が原則であること（同法第38条）、また、実際に本交差点に設置されているウェブカメラより配信（飯田ケーブルテレビHP）されている映像を確認する限り横断歩道手前で停止している歩行者はほとんど見られないことから、待ち時間を0秒と仮定して問題ないと考えた。

<sup>39</sup> 信号サイクルの情報は、国際交通安全学会（2013）に記載されているものを参照した。

A-4.歩行者通行量の観測データ

表 A-5 歩行者通行量の観測データ

平日の観測データ

休日の観測データ

日時：2015年1月5日(月) 07:00～08:00

横断歩道	パターン1	パターン2,3	パターン4
N+NW	6	6	0
N	—	10	0
NW	—	3	0
E	7	5	0
S	6	7	0
W	7	8	0

日時：2015年1月12日(月) 07:00～08:00

横断歩道	パターン1	パターン2,3	パターン4
N+NW	0	1	0
N	—	3	0
NW	—	4	0
E	2	1	0
S	0	1	0
W	0	2	0

日時：2014年12月26日(金) 18:00～19:00

横断歩道	パターン1	パターン2,3	パターン4
N+NW	6	18	0
N	—	7	0
NW	—	4	0
E	7	4	0
S	8	5	0
W	12	4	0

日時：2015年1月10日(土) 18:00～19:00

横断歩道	パターン1	パターン2,3	パターン4
N+NW	4	4	0
N	—	9	0
NW	—	7	0
E	6	4	0
S	2	2	0
W	7	7	0