

# 需要の不確実性を考慮した地域交通復旧事業の評価に関する研究

## Study of Appraisal for Disaster Recovery Project in Transportation Facilities under Demand Uncertainty

○高浪 裕三<sup>1</sup>, 高田 和幸<sup>2</sup>, 坂田 慧介<sup>3</sup>  
 Yuzo TAKANAMI<sup>1</sup>, Kazuyuki TAKADA<sup>2</sup> and Keisuke SAKATA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京電機大学 理工学研究科建築・都市環境学専攻

Department of Architectural, Civil And Environmental Engineering, Tokyo Denki University

<sup>2</sup> 東京電機大学理工学部

Department of Architectural, Civil And Environmental Engineering, Tokyo Denki University

<sup>3</sup> 新宿区役所

Shinjuku City Office

Right after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, railway system in Tohoku area suffered from Tsunami so that railway companies have to recover transportation facilities. But, recovery of transportation facilities is difficult due to budget constraints and some uncertain conditions. The purpose of this study is to evaluate disaster recovery project in transportation field under uncertain conditions such as low passenger demand, moving out of resident and so on using real option.

**Keywords** : the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, railway, disaster recovery project, uncertainty

### 1. はじめに

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震により発生した津波は、沿岸地域の社会基盤施設に甚大な被害をもたらした。鉄道施設においても、駅舎・盛土・線路などが流出し、鉄道の輸送機能は失われた。沿岸の自治体や住民は、鉄道の早期復旧を望んだ。しかし、震災発生以前より、この地域では自動車依存の生活と人口減少が進展しており、鉄道需要は減少傾向にあったこと、さらに自治体の復興計画によっては路線の変更もあることから、鉄道事業者は、鉄道の早期復旧には慎重になった。

そして、少ない費用で鉄道の機能を代替できるバス高速輸送システム (Bus Rapid Transit(BRT)) への関心が高まり、気仙沼線では2012年12月に、BRTの運行が開始された。なおBRTとは、バス専用道を用いることで、通常のバスよりも、高速性・定時性の点で勝る利便性の高い交通システムであり、国内外の多くの都市で導入されている。

BRTが暫定的に整備された気仙沼線は、現段階では自治体や住民の望む形の復旧とはなっていない。

このような背景を踏まえ本研究では、被災後の地域交通施設の復旧事業を評価することとした。本研究では、地域交通を代表する鉄道が被災した状況を仮定し、以下の2段階で復旧の事業評価を行った。1段階目では「鉄道による復旧」「BRTによる復旧」「復旧しないで待つ」を選択し、2段階目ではBRTによる仮復旧後に、「鉄道の復旧」「BRTの継続」「BRTの撤退」を選択することとした(図1)。

### 2. JR気仙沼線におけるBRT事業の現状

被災後、JR気仙沼線の気仙沼-柳津間が不通になり、JR東日本はBRTによる同区間の仮復旧を目指している。2012年5月から線路や枕木を撤去して舗装を行い、8月

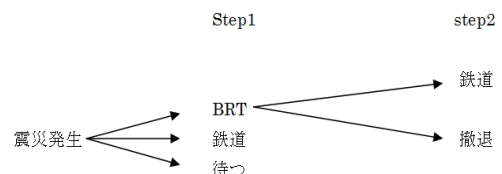


図1 分析手順

20日に一部区間で運用を開始した。12月22日に、気仙沼-柳津間で本格運行された。なお気仙沼市の陸前階上-最古間に加え、南三陸町の歌津-陸前港間ではバス専用道が整備されている。

### 3. 需要の不確実性を考慮した復旧事業の評価

本研究ではリアルオプション<sup>1),2)</sup>を適用して、地域交通の復旧事業の価値を評価した。なお本研究で行う数値計算では、現象の観測に基づくデータではなく、仮定の値を設定している。

評価の際の設定条件を以下に記す。

BRTについては、投資費用を  $I_b$ 、営業費用を  $C_b$ 、需要のトレンドを  $\alpha_b$ 、需要のボラティリティを  $\sigma_b$  とする。同様に、鉄道については、投資費用を  $I_r$ 、営業費用を  $C_r$ 、需要のトレンドを  $\alpha_r$ 、需要のボラティリティを  $\sigma_r$  とする。なお本研究では、 $I_b < I_r$ 、 $C_b < C_r$ 、 $\alpha_b < \alpha_r$ 、 $\sigma_b > \sigma_r$  となるように値を設定した。

評価は、事業者収益と社会的余剰の観点から行った。社会的余剰は、事業者収益に利用者便益を加えて算出した。

### 4. 事業評価の数値計算の結果

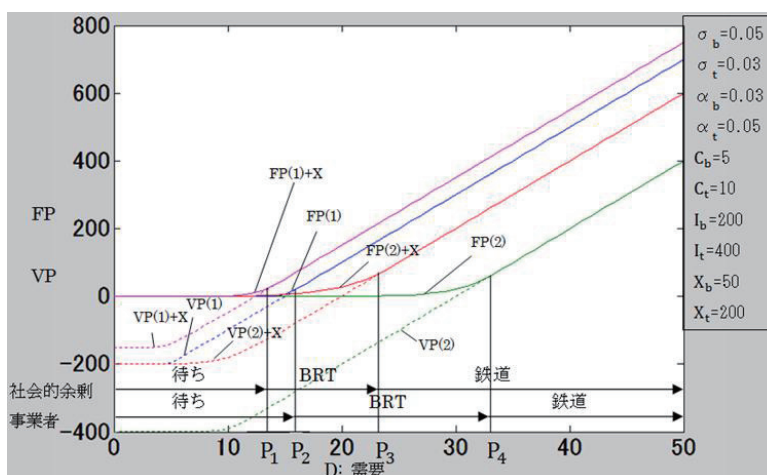


図2 第1段階における事業評価（事業者収益と社会的余剰に基づく評価）

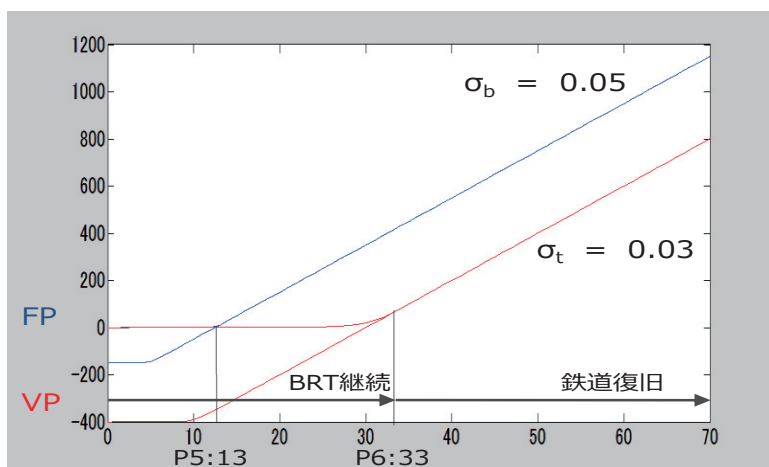


図3 第2段階の評価（社会的余剰に基づく評価）

以下の2時点で評価を行った。グラフの横軸は需要(D)、縦軸は、オプション価値(FP)と事業価値(VP)を表している。以下、各段階の結果を考察する。

#### 4. 1 第1段階の評価

図2に数値計算の結果を示す。

BRTの事業価値は $VP(1)$ 、オプション価値は $FP(1)$ であり、鉄道の事業価値は $VP(2)$ 、オプション価値は $FP(2)$ である。

はじめに事業の収益で投資判断をすると、BRTの仮復旧の是非の閾値は $P2=16$ 、鉄道の復旧の閾値は $P4=33$ であった。つまり需要が $P2$ を超えた時点で、「何も復旧しないで待つ」よりもBRTを仮復旧した方が投資価値があることを表している。また需要が $P4$ を超えた際は、BRTの仮復旧よりも、鉄道を復旧した方が投資価値が高いことが示されている。

次に社会的余剰で評価した際の結果を記す。BRTの事業価値は $VP(1)+X_b$ 、オプション価値は $FP(1)+X_b$ であり、また鉄道の事業価値は $VP(2)+X_t$ 、オプション価値は $FP(2)+X_t$ である。投資判断をすると、BRT仮復旧の閾値は $P1=14$ 、鉄道整備の閾値は $P3=24$ である。つまり需要が $P1$ を超える場合に、「待つ」より「BRTを仮復旧」した方が投資価値が高く、また需要が $P3$ を超えた時点で鉄道を復旧した方が投資価値が高いことが示されている。

つまり社会的余剰で評価した方が少ない需要でも、鉄道の復旧の事業価値が高いことが示された。

#### 4. 2 第2段階の評価

図3は、BRTの仮復旧後のBRTの継続と鉄道の復旧の事業価値の評価を、社会的余剰に基づいて行った結果である。図2と図3を比較すると、鉄道を復旧するための需要の閾値が、 $P3=24$ から $P6=33$ へ増加していることが分かる。鉄道に関する条件が不変であっても、BRTが仮復旧した後という状態が変化することで、鉄道の復旧のための条件がより厳しくなる可能性があることを示されている。

#### 5. まとめ

本研究では、事業者の収益、社会的余剰の観点から、被災した地域交通の復旧事業の価値などをリアル・オプションを用いて評価した。

ただし本研究では、鉄道やBRTの需要のトレンドや不確実性(ボラティリティ)、投資費用等に外生的に値を設定した評価結果に留まっている。今後は実測値に基づいた値を設定して評価することが課題である。

- 1) K., Dixit and R., S., Pindyck: Investment under Uncertainty, Princeton University Press, 1994. (翻訳)川口有一朗, 谷下政義, 堤盛人, 中村康治, 長谷川専, 吉田二郎: 決定理論とリアル・オプション-不確実性のもとでの投資-エコノミスト社, 2001.
- 2) リアル・オプション-投資プロジェクト評価の工学的アプローチ-, 中央経済社, 2004.