

鉄道事業における リスク評価適用の試み

1. 背景
 - JR東日本の鉄道サービスの概要
 - 鉄道運転事故の状況
 - リスク評価の方向性
2. リスク評価の考え方
 - リスクとは
 - 社会的価値観とは
 - 指標の策定
 - 算出イメージ
3. まとめ

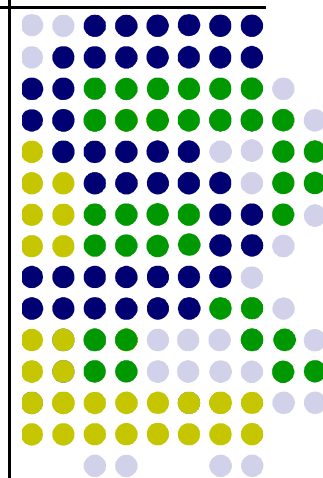
2008年11月15日

犬塚 史章

東日本旅客鉄道株式会社

JR東日本研究開発センター

安全研究所



1. 背景

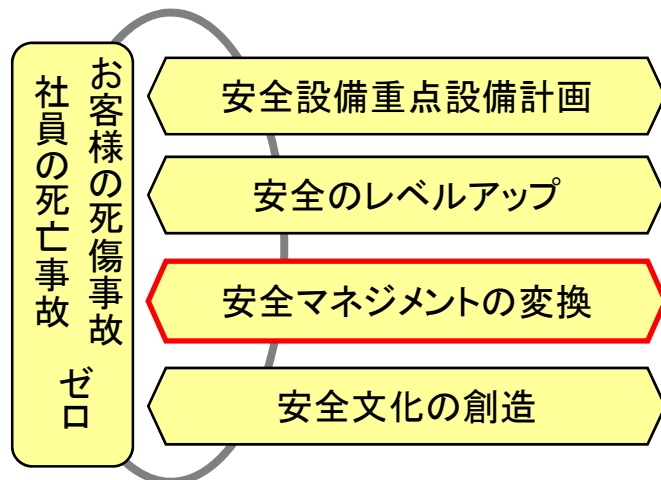
JR東日本の鉄道サービスの概要

■基本概要

- 駅数: 1,703 駅
- 営業キロ数: 7,526.8km (在来線6,473.9km、新幹線1,052.9km)
- 1日当たりの輸送人員: 約1,690万人
- 1日当たりの列車本数: 12,667本
- 踏切数: 7,195箇所

※2008.3.31現在

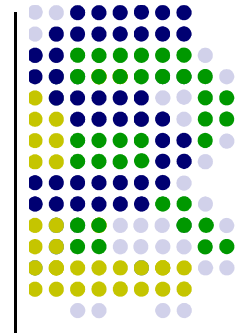
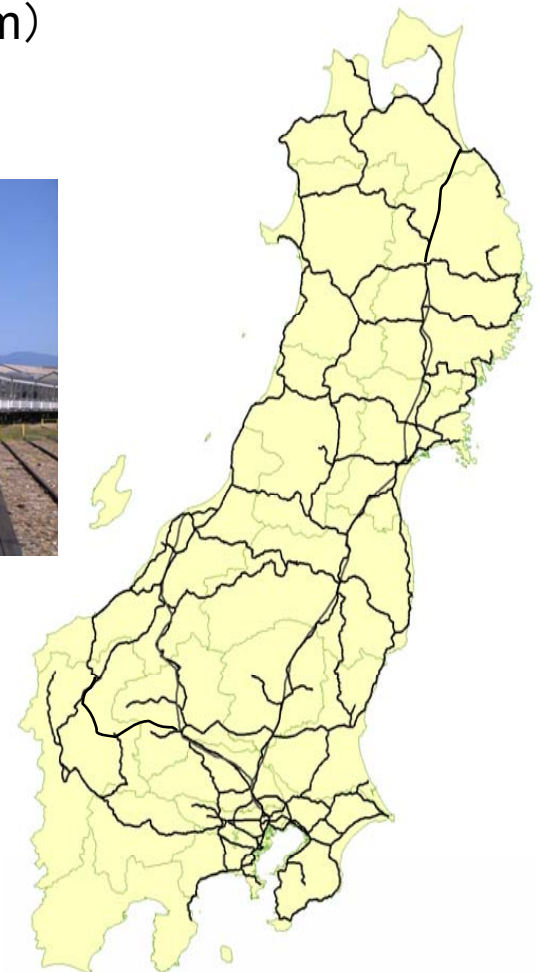
■安全計画2008 (2004~2008年度)



当社に適したリスク評価の検討

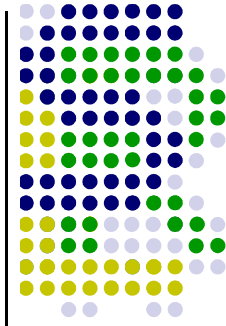


多目的試験車

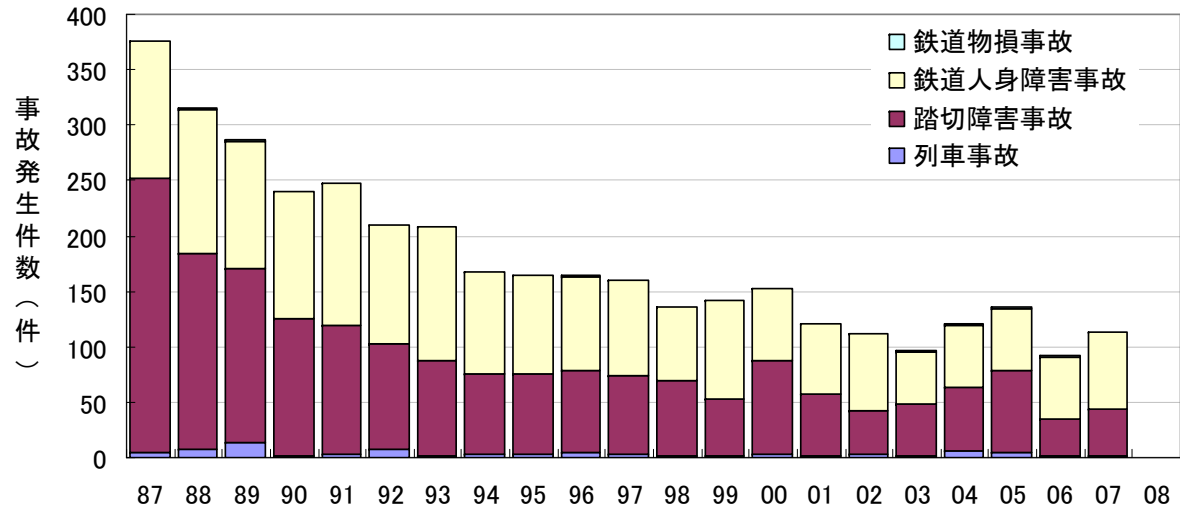


1. 背景

鉄道運転事故の状況



鉄道運転事故発生件数の推移



課題認識

- **どんな対策をどこへ打つか？**
⇒ **対策効果の予測・定量評価の必要性**
- **安全だけでなく安心のクローズアップ**
⇒ **社会背景を踏まえた安全対策の必要性**



2. リスク評価の考え方

リスク評価の方向性

■日本の一般的なリスク評価

リスクは発生確率とその影響の組合せ

発生状況	影響			
	致命的	重大な	限界的	無視可能
頻繁	A	A	B	C
多い	A	A	B	C
ときどき	A	B	C	D
わずか	B	C	C	D
無し	C	C	C	D

リスクレベル	対応基準
A	受け入れられない
B	望ましくない
C	再チェックの上許容可能
D	許容可能

定性評価ではなく確率論的な
定量評価

■異なるリスクを比較するためには

リスクシナリオ	列車が停止信号を超えて他の列車と衝突	踏切で自動車と衝突	降雨災害による脱線転覆
要因	事業者	外部の人的要因	自然災害
工学的リスク	〇〇	△△	□□

社会背景や技術動向を反映した社会の価値(社会的価値観)

社会的リスク	××	××	××
--------	----	----	----

2. リスク評価の考え方

リスクとは

■工学的リスクとしての定義

リスク : 発生確率とその影響の組合せ

影響 : お客さま及びグループ社員の死亡及び負傷

工学的リスク = 頻度 × 影響

※参考例
RSSB (イギリス鉄道安全標準化委員会)
死亡 : 重傷 : 軽傷 = 1 : 0.1 : 0.005

※JIS Z 8051:2004 安全側面-規格への導入指針(ISO/IEC Guide51:1999)

安全: 受け入れ不可能なリスクがないこと

リスク: 危害の発生確率及びその危害の重大さの組合せ

危害: 人の受ける身体的障害若しくは健康障害、又は財産若しくは環境の受ける害

■社会的リスクとしての定義

リスク(社会的リスク) : 社会が認知するリスク

影響(社会的影響) : 事故発生した際に社会が感じる影響

社会的価値観 : 工学的リスクと社会的リスクのギャップ

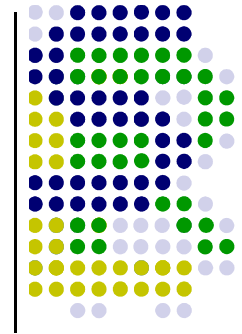
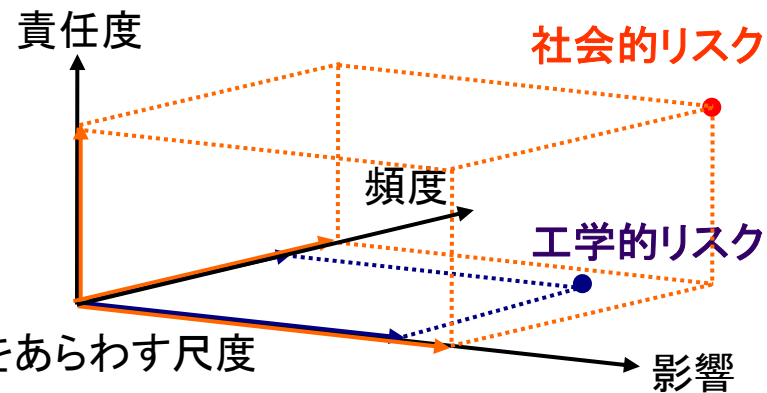
社会的リスク = 工学的リスク + 社会的価値観

2. リスク評価の考え方

社会的価値観とは

社会的価値観の構成要素

- 高↑
関与度
低↓
- ① 事故の原因 : 企業の**責任度**をあらわす尺度
 - ② 事故の対応 : 事前の安全対策とは異なるため本検討の対象外
 - ③ 事故の影響 : 工学的リスクを構成する**影響**に関係
 - ④ 事故の繰返し : 工学的リスクを構成する**頻度**に関係
 - ⑤ 事故の頻度 : 工学的リスクを構成する**頻度**に関係



本研究で考慮した要素

事故の原因と事故の影響の2要素を考慮し、計算上は事故影響を左右するように働くと考える。

2人の死亡者が出る事故を想定した例:

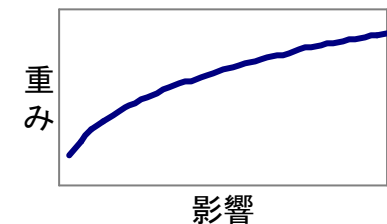
○事故の原因

- ・事故原因に対して予め重み係数を設定。
(部内原因、部外原因、自然災害)

(重み係数8倍と仮定した場合)
社会が感じる影響が8倍になると考える

○事故の影響

- ・影響の1/3乗を重み係数として設定。



社会が感じる影響が1.25倍になると考える

社会が感じる影響が20人であると考え(= $2 \times 8 \times 1.25$)

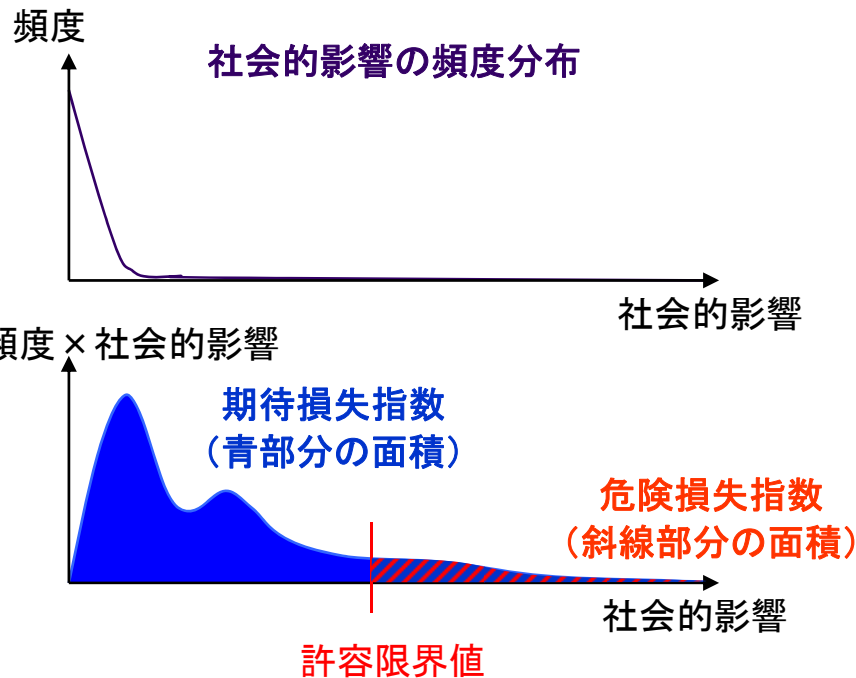
2. リスク評価の考え方

指標の策定

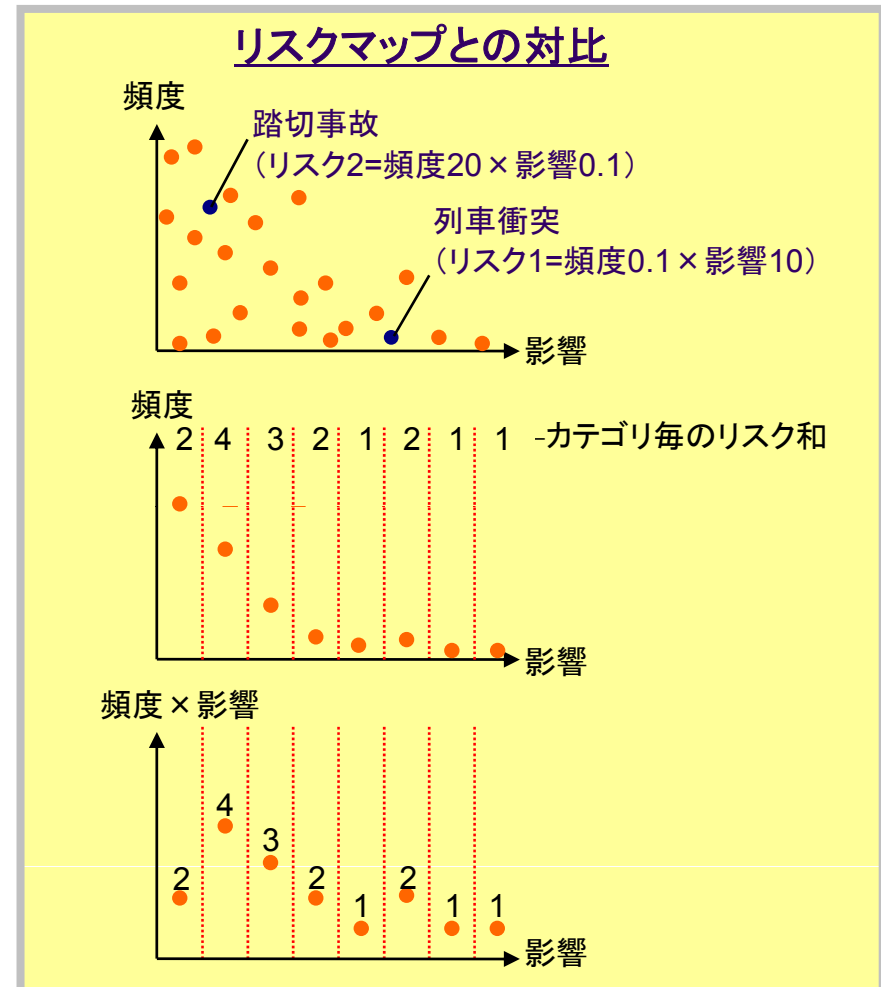
期待損失指数: 工学的リスクに社会的価値観を加えた社会的リスクの総和。

危険損失指数: 期待損失指数のうち、社会的影響が許容限界値以上の大きさ。

指標のイメージ

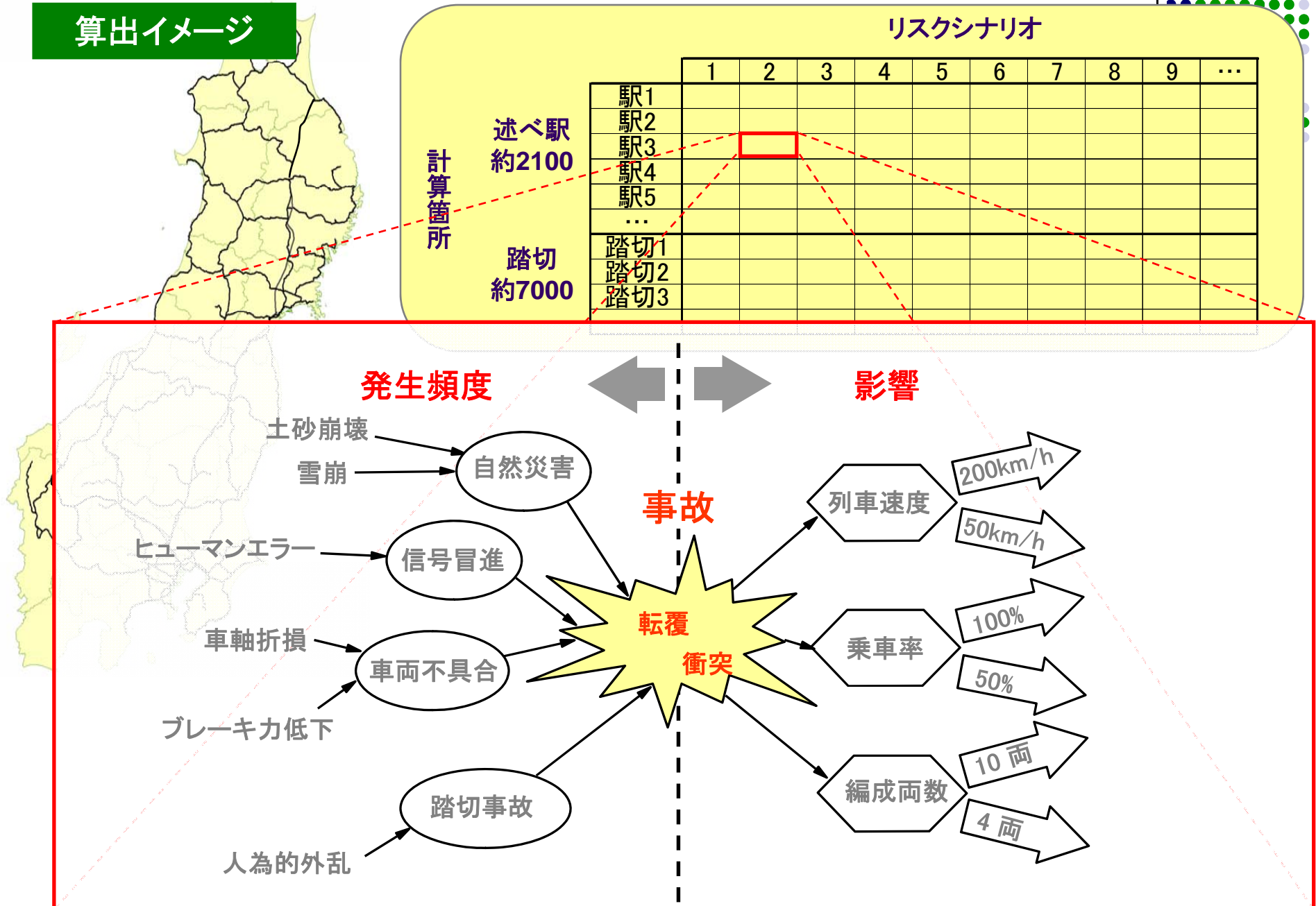


※許容限界値がゼロのとき、期待損失指数=危険損失指数



2. リスク評価の考え方

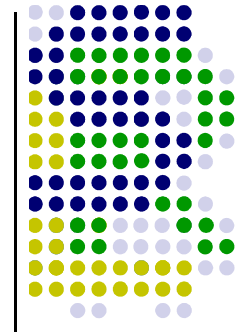
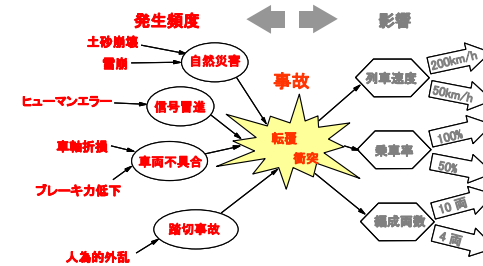
算出イメージ



2. リスク評価の考え方

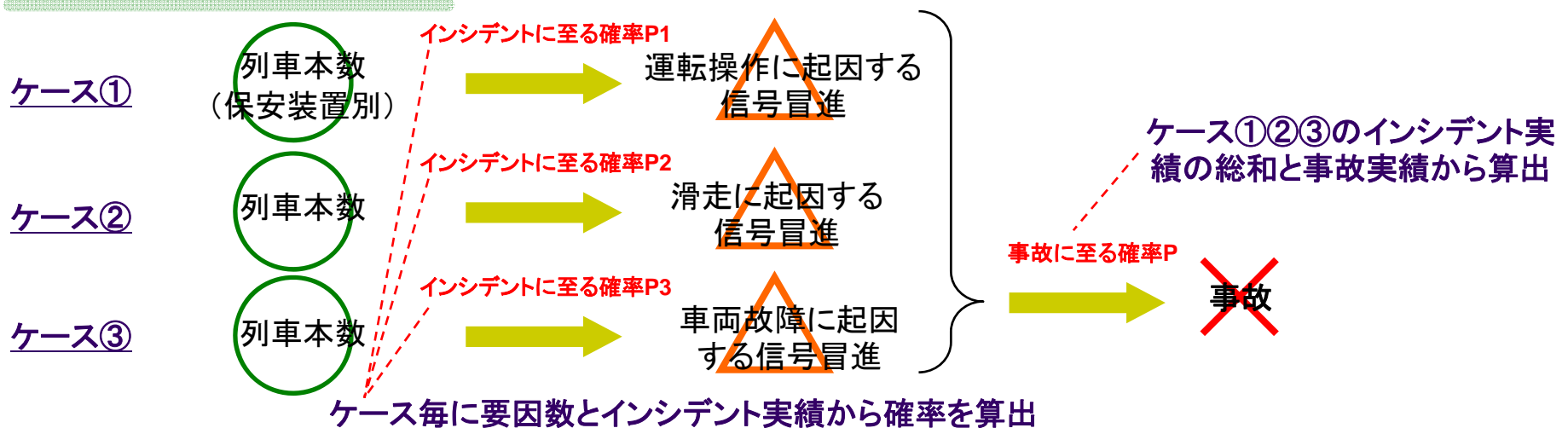
算出イメージ

■発生頻度の推定モデル



- 事故メカニズムの検討により事故要因を決定する。 → **要因数**
- インシデント実績から**インシデントに至る確率**を決定する。
- 事故実績から**事故に至る確率**を決定する。
- 発生頻度を低下させる事故対策の効果を推定することが可能。

■具体的な算出イメージ

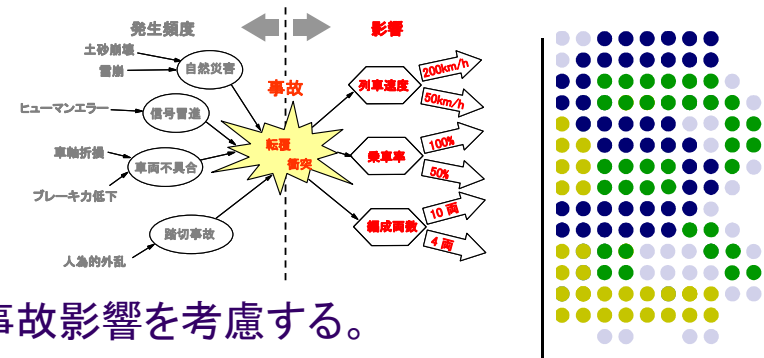


2. リスク評価の考え方

算出イメージ

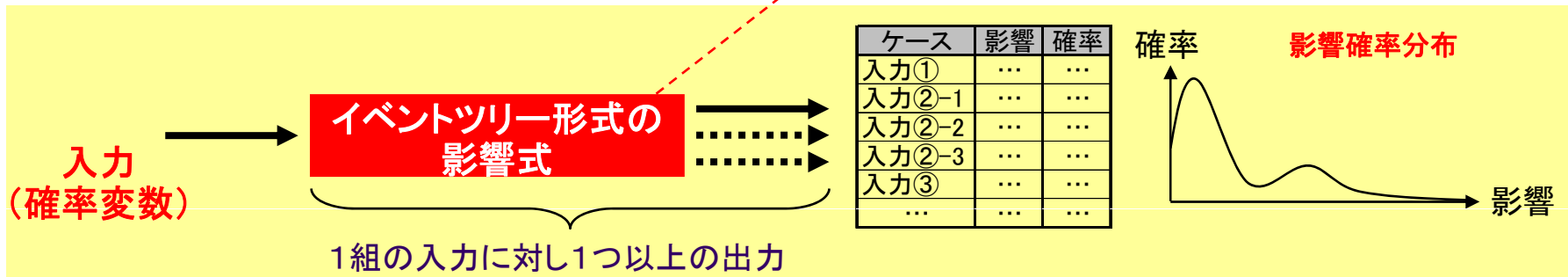
■影響の推定モデル

- 発生時刻や乗車人数等の不確実な要因により変化する事故影響を考慮する。
- 事故実績に基づきイベントツリー形式の影響式を定義。
- 確率変数で入力を与えることにより影響確率分布を出力。



■影響確率分布算出イメージ

影響式の係数は、複数の事故実績を同時に満足するようなものを設定。



影響式(脱線、衝撃)に関する入力パラメータの例

- 発生時刻(48通り)、乗車人数(48通り)、列車間隔(48通り)
 - 列車速度(5通り)、線区最高速度(1通り)
 - 転落高さ(3通り)、曲線半径(5通り)、衝撃重量(5通り)
 - 列車種別(3通り)
 - 編成両数、定員、車両重量、線路外での衝撃重量、線路種別など
- ※()で数値を示しているものは確率変数として与える組合せ数

2. リスク評価の考え方

算出イメージ



述べ駅
約2100
計算区

リスクシナリオ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...
駅1										
駅2										
駅3										
駅4										
駅5										

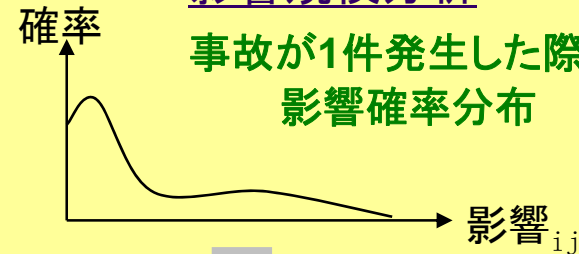
評価対象のリスクシナリオ i 、計算区間 j に対して

発生頻度分析

F_{ij}

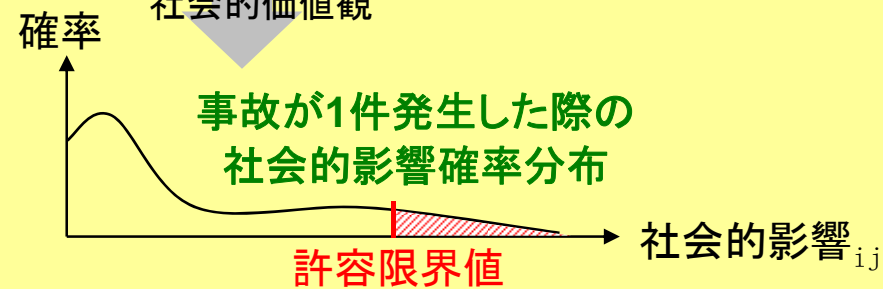
影響規模分析

事故が1件発生した際の
影響確率分布



社会的価値観

事故が1件発生した際の
社会的影響確率分布



期待損失指数 $_{ij} = (F_{ij})$ と(社会的影響 $_{ij}$)の組合せ

危険損失指数 $_{ij} = (F_{ij})$ と(許容限界値以上の社会的影響 $_{ij}$)の組合せ

期待損失指数 = $\sum \sum$ 期待損失指数 $_{ij}$

危険損失指数 = $\sum \sum$ 危険損失指数 $_{ij}$

リスクシナリオ i 及び計算区間 j に対する集計

3. まとめ

- 当社の鉄道の安全性を評価するために、駅間レベルを最小計算区間とし、定量的にリスクを評価することを試みた。
- 社会的価値観を考慮することにより、原因の異なるリスクを同じ尺度で比較することを試みた。



⇒ 今回の取り組みを今後引き続きレベルアップしていくことにより、次のことが期待できる。

- どんな対策をどこへ打つべきか、判断材料を得ること。
- 安全対策の効果を、事前に定量的に把握すること。
- 社会の感覚にあった安全対策により、安全だけでなく、お客さまが感じる安心にも寄与すること。

■ 実務の安全対策に反映させるための問題提起

