

# 軌道保守の経済的効率性を考慮した 軌道管理手法の開発

軌道技術研究部 軌道管理研究室

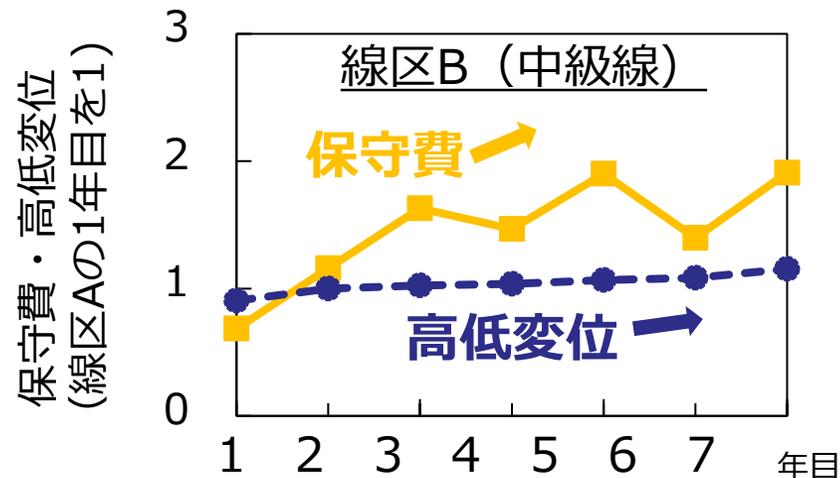
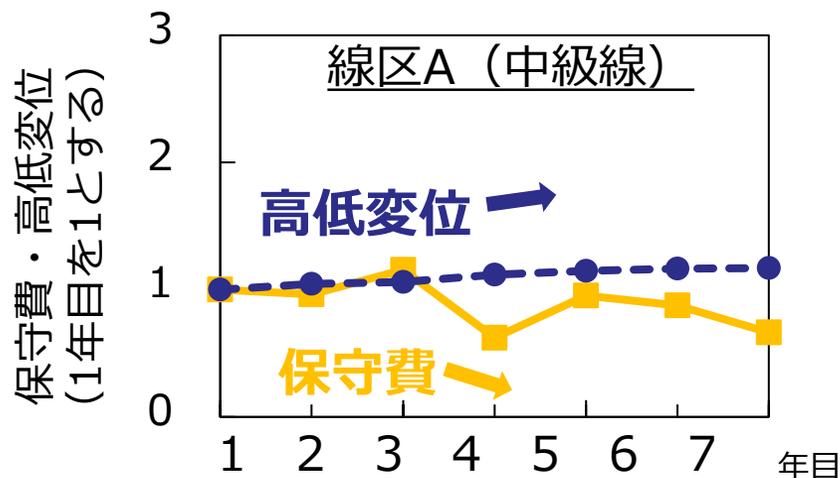
主任研究員 松本 麻美

1. 背景と目的
2. 線区の評価手法の提案
  - 主成分分析、クラスタ分析、DEA
3. 軌道状態シミュレーションプログラムの開発
  - 中長期的な軌道保守・改良分析ツールの開発
4. まとめと成果の活用

# 背景と目的

## ◆背景

- ・ 収益構造等も含めた線区の現況を考慮して、軌道保守・改良施策の効率性や投資効果の評価等を定量的に行う必要がある
- ・ 同じ線路等級 & 同程度の軌道状態でも各線区で保守状況は異なる



## ◆目的

- ・ 収益構造等も含めた現況を考慮して線区特性や施策評価を定量的に分析する
- ・ 目標管理レベルと中長期的な軌道保守・改良計画を分析する

# 本研究の流れ

軌道変位, 保守実績 等

### 主成分分析

線区特性の評価

### クラスタ分析

線路等級の評価

線区	線路等級	クラス	距離クラス結合
F	中	3	10
G			
H			
J	下	2	10
M			
O	中	1	10
L			
I			
E	上	1	10
K			
A	下	4	10
C			
B			
D			
N			
P			
R			
S			
T			
Q			

### DEA

経済的効率性の評価

分析対象線区の選定

### 軌道状態シミュレーションプログラム

目標管理レベルと中長期的な軌道保守・改良計画検討



# 主成分分析による線区特性の評価

## ◆主成分分析とは

- ・多数の量的変数を合成し、より少ない合成変数（主成分）に要約する手法
- ・データが持つ情報をできる限り損なわずに、データ全体の特性の可視化が可能

## ◆分析線区

- ・A～Tの20線区（上級：4線区、中級：7線区、下級：9線区）

## ◆使用データ（13変数）

軌道延長	営業収益	営業係数	通過人員	通過トン数	貨物走行	PC化率	LR化率	無道床化率	曲線率	建費率	保守費率	軌道変位
------	------	------	------	-------	------	------	------	-------	-----	-----	------	------

重み： $W_1$   $W_2$   $W_3$

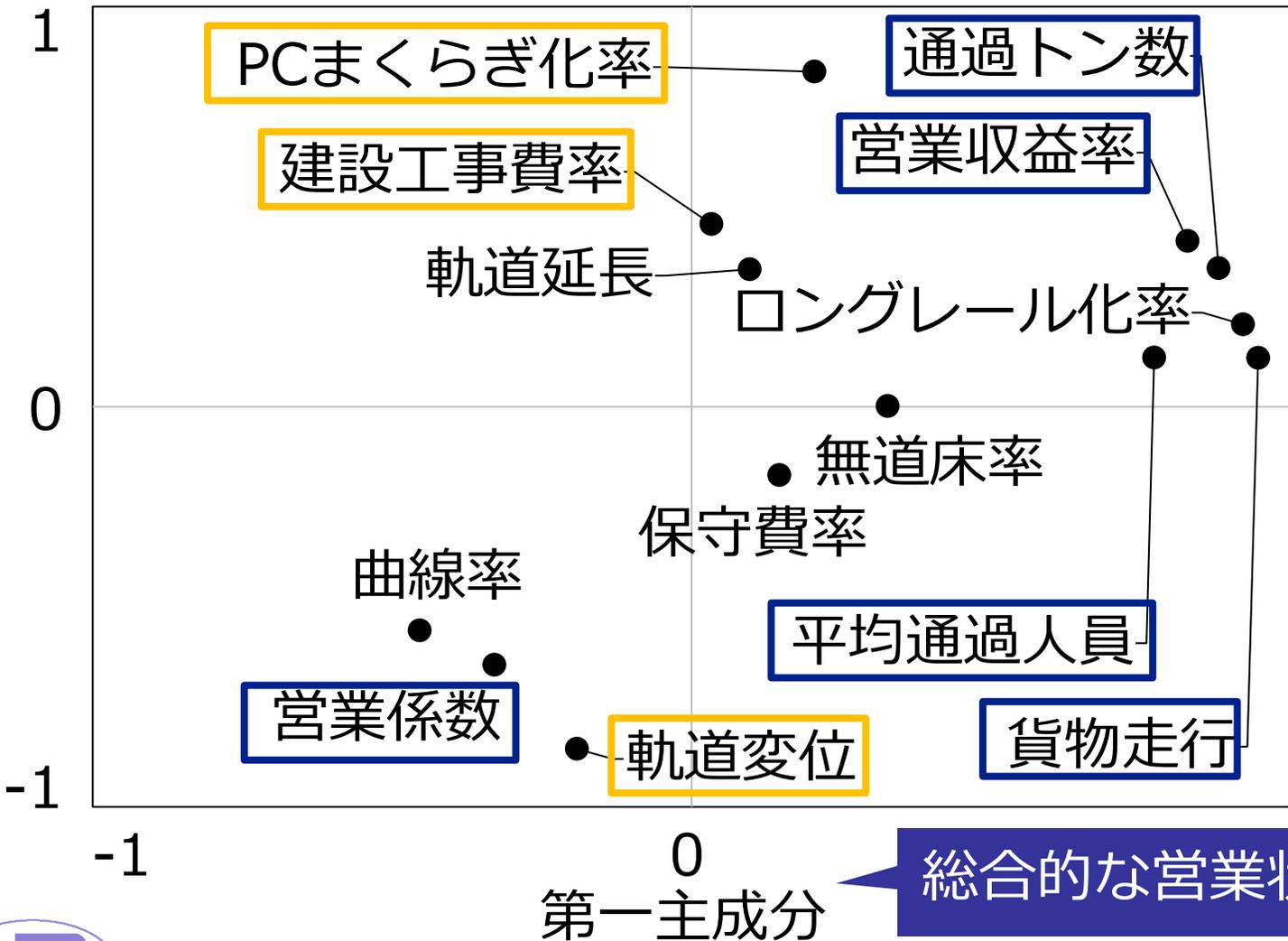
第一主成分 (寄与率33%)	第二主成分 (25%)	第三主成分 (16%)	...
-------------------	----------------	----------------	-----



# 主成分分析による線区特性の評価

◆主成分に対する各変数の重みの分布→主成分を構成する変数を把握

総合的な軌道状態  
第二主成分



## 第一主成分

→総合的な営業状態

営業収益や輸送量等が大きい線区ほど、営業係数が小さくなる

## 第二主成分

→総合的な軌道状態

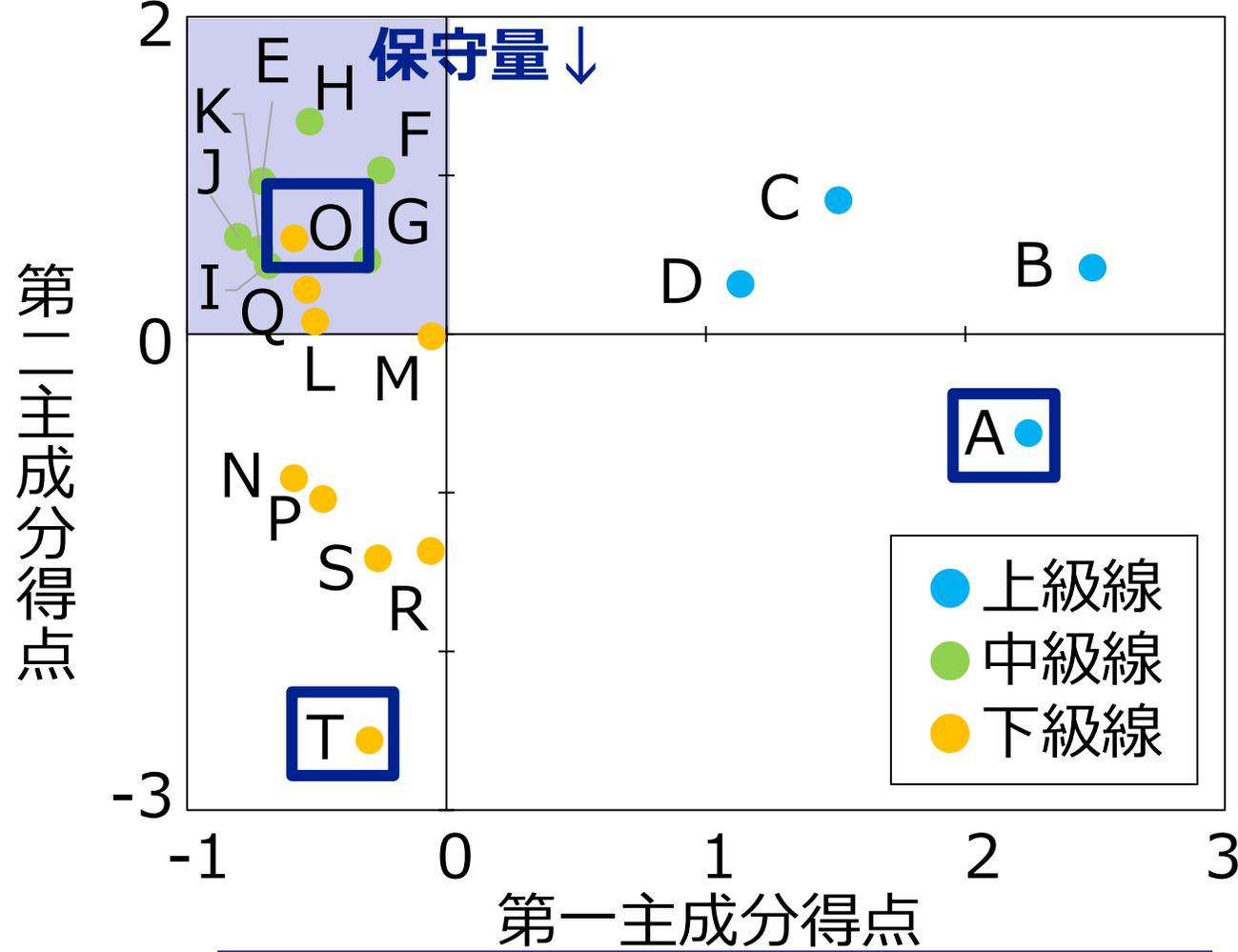
PCまくらぎ化や建費を投入した軌道改良が進んでいる線区ほど、軌道変位が小さくなる



# 主成分分析による線区特性の評価

◆主成分に対する各線区の得点の分布→各線区的位置づけを把握

良↑総合的な軌道状態↓悪



**A線**：営業状態◎、軌道状態△  
→収益性が良く、軌道改良の投資効果が見込める線区

**T線**：営業状態△、軌道状態××  
→下級線の中でも、最も軌道状態に注意を要する線区

**O線**：営業状態×、軌道状態○  
→施策によるPC化を行っており、投資効果が発現していると評価できる線区

主成分分析を応用することで線区特性や施策を定量的に評価



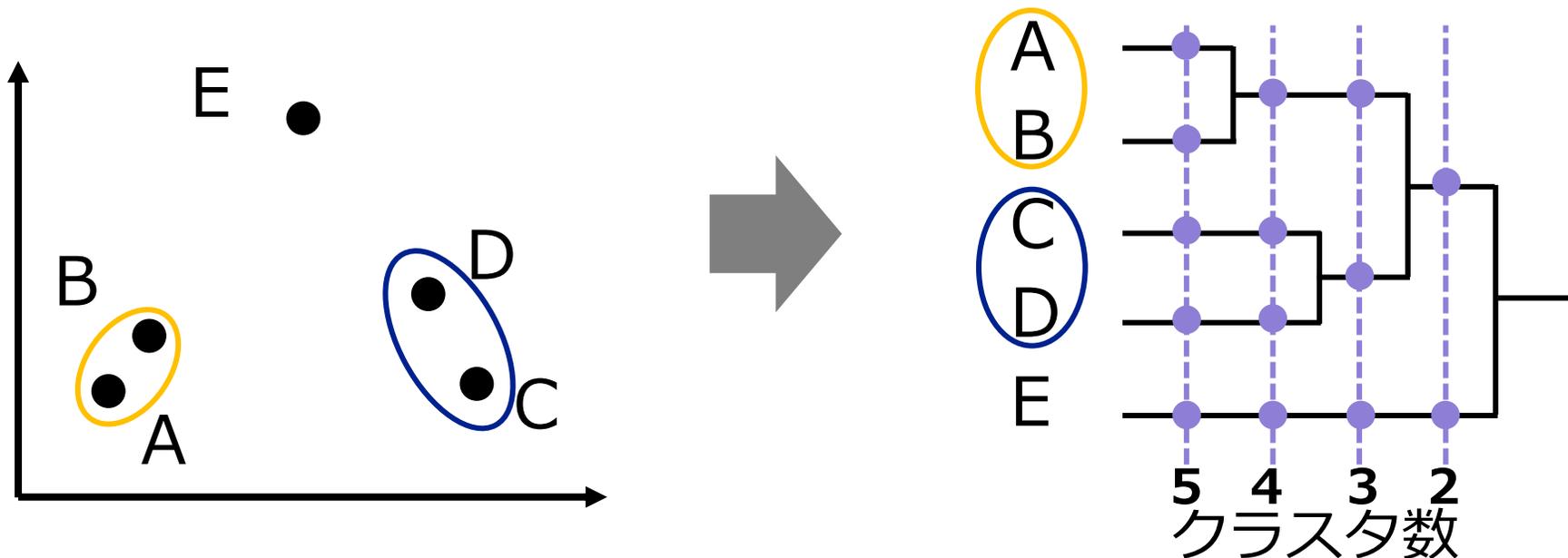
# クラスタ分析による線路等級の評価

## ◆クラスタ分析とは

- ・各データが持つ情報に基づき、いくつかのまとまりに分類する手法
- ・階層クラスタ分析手法（あらかじめクラスタ数を指定する）を適用

## ◆分析線区

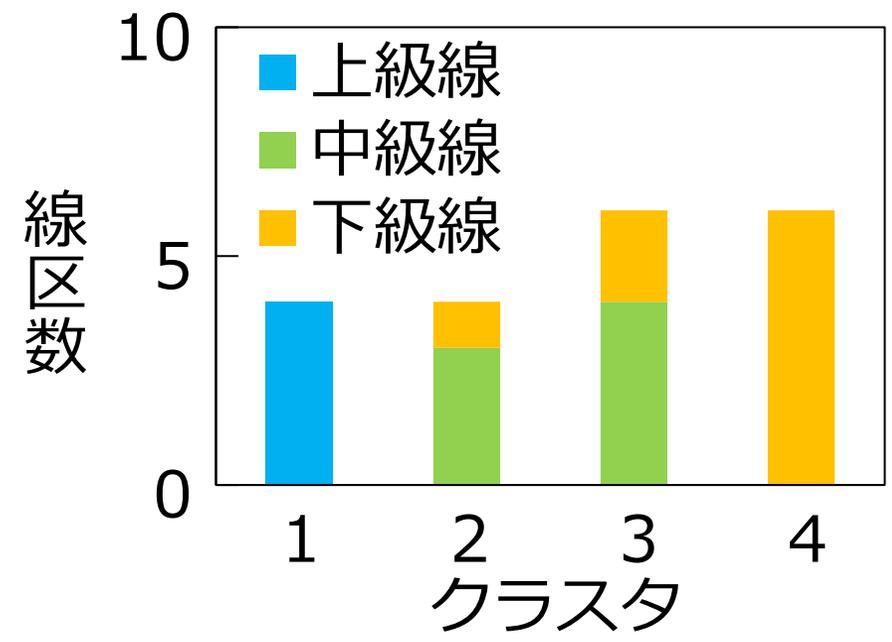
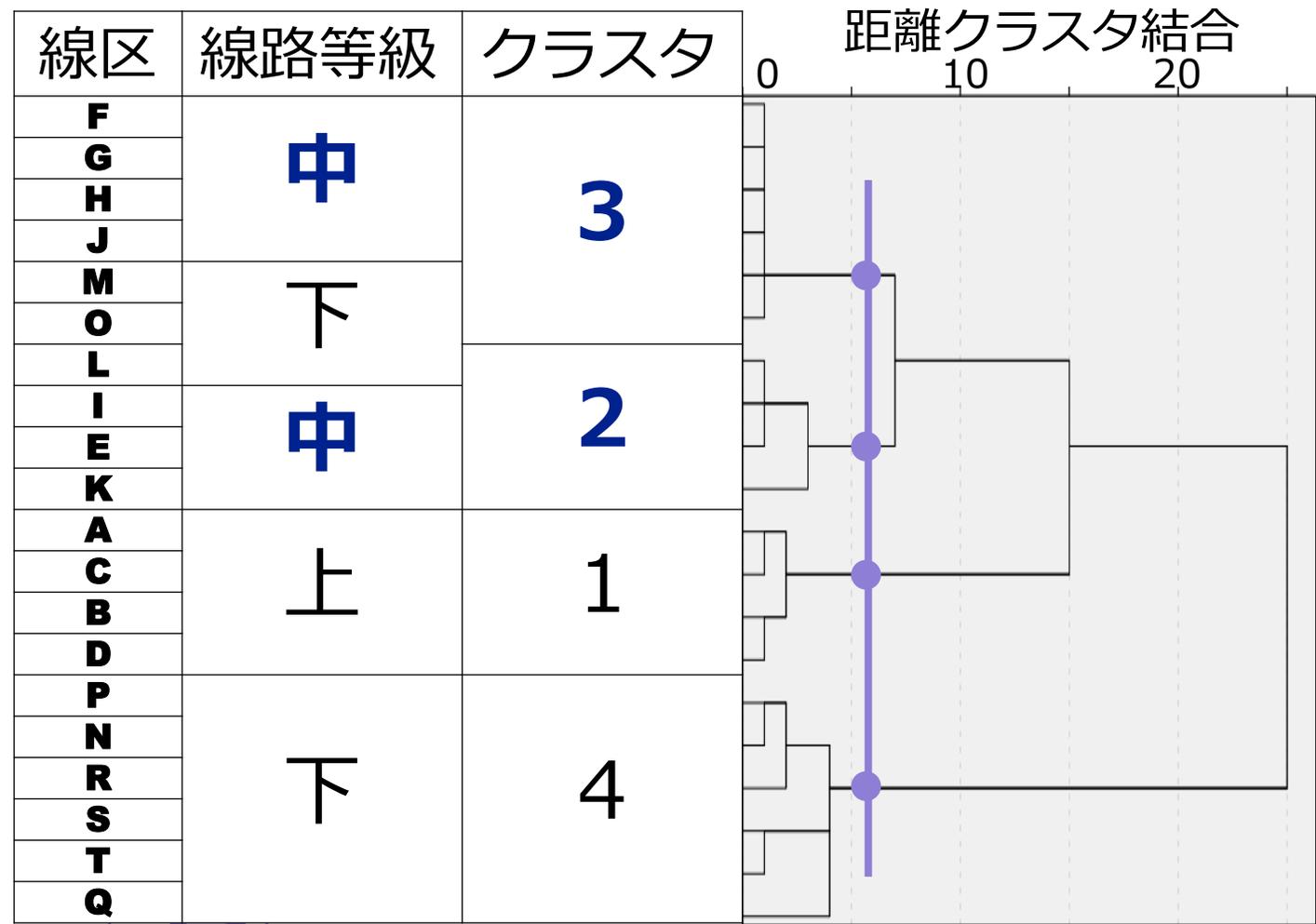
- ・A～Tの20線区（上級：4線区、中級：7線区、下級：9線区）



# クラスタ分析による線路等級の評価

## ◆ A～Tの20線区の評価結果

・変数は高低変位、保守費、営業係数、貨物走行の有無の4つを使用



クラスタ分析による実態に合わせた線路等級の評価手法を開発

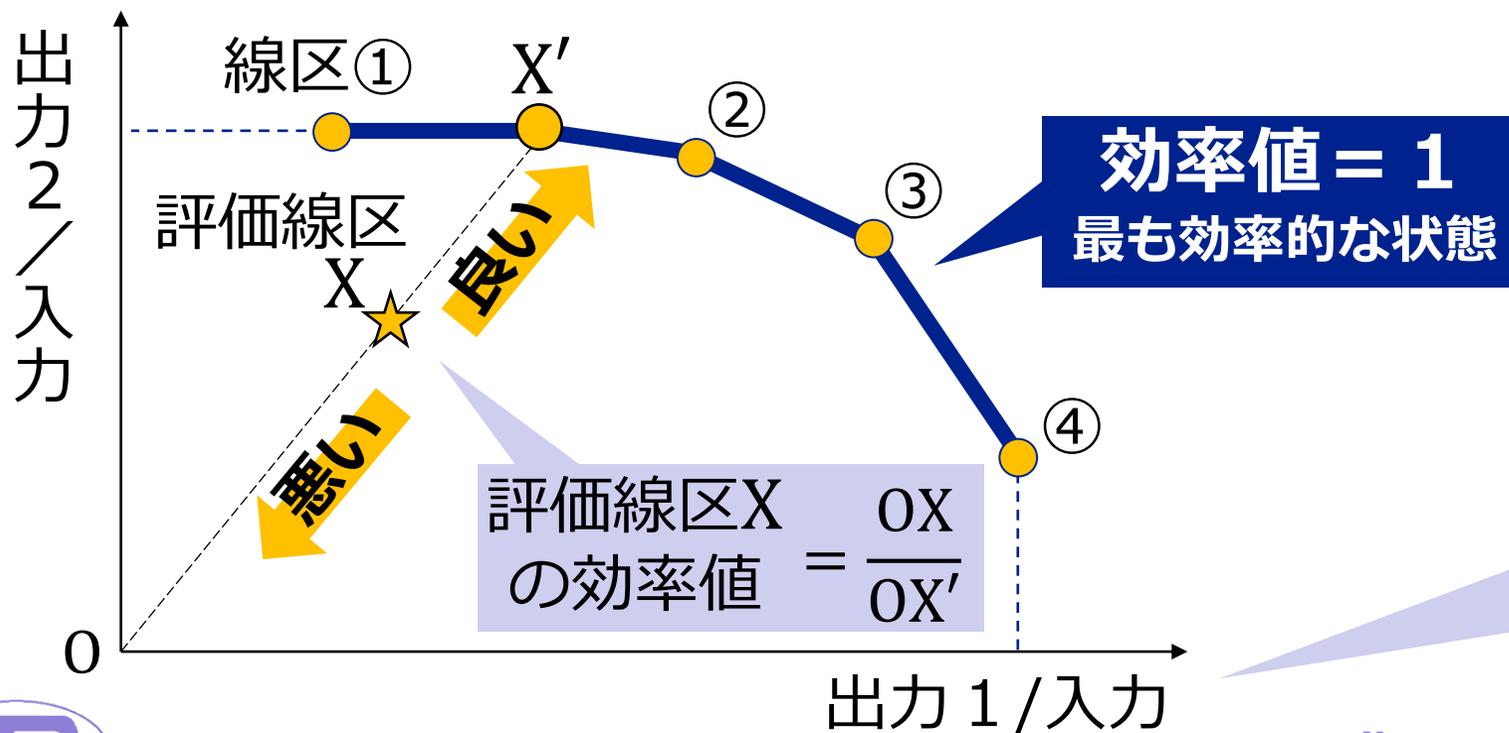


# DEAによる経済的効率性の評価

## ◆DEA（データ包絡分析法）とは

- ・ 経営工学や計量経済学分野で用いられる、経済的効率性を分析する手法
- ・ 効率値が1に近いほど、経済的効率性が高い

効率値算定のイメージ（2次元の場合）



本分析における  
入出力項目(5次元)

【入力】

- ・ 保守費

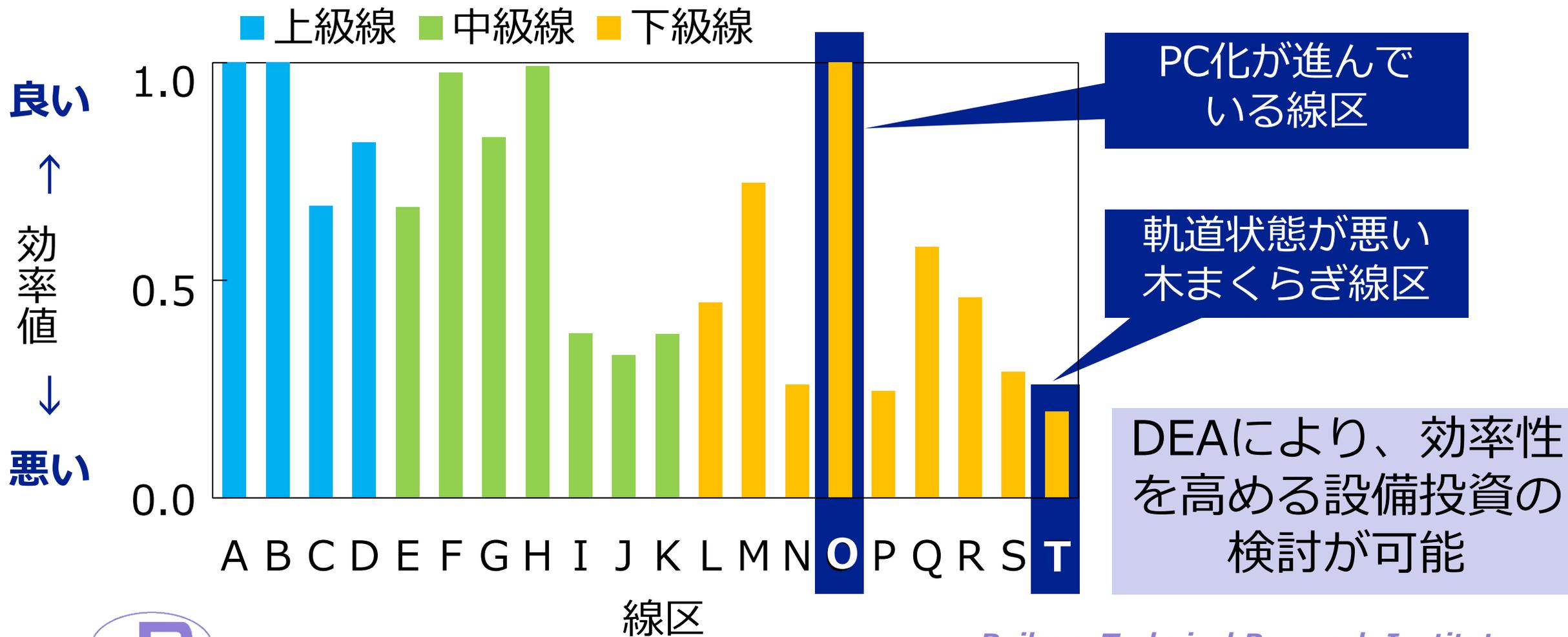
【出力】

- ・ 線区の軌道延長
- ・ 軌道改善指数
- ・ 通過トン数
- ・ 最高速度
- ・ 営業収益

# DEAによる経済的効率性の評価

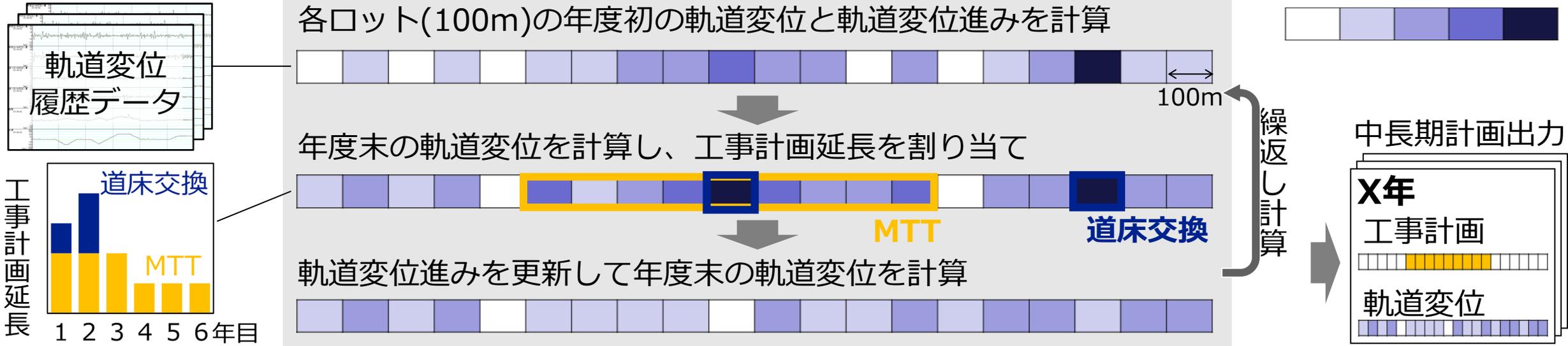
## ◆ 20線区 (A~T) の軌道保守の効率性評価結果

- ・ A~Tの20線区に対し、保守費等の変数を用いて“軌道保守の効率値”を算出

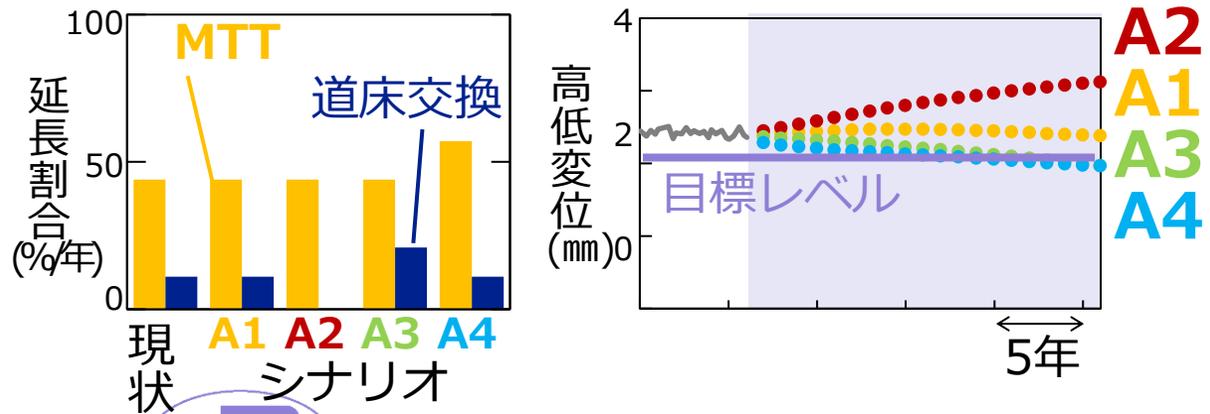


# 軌道状態シミュレーションプログラムの開発

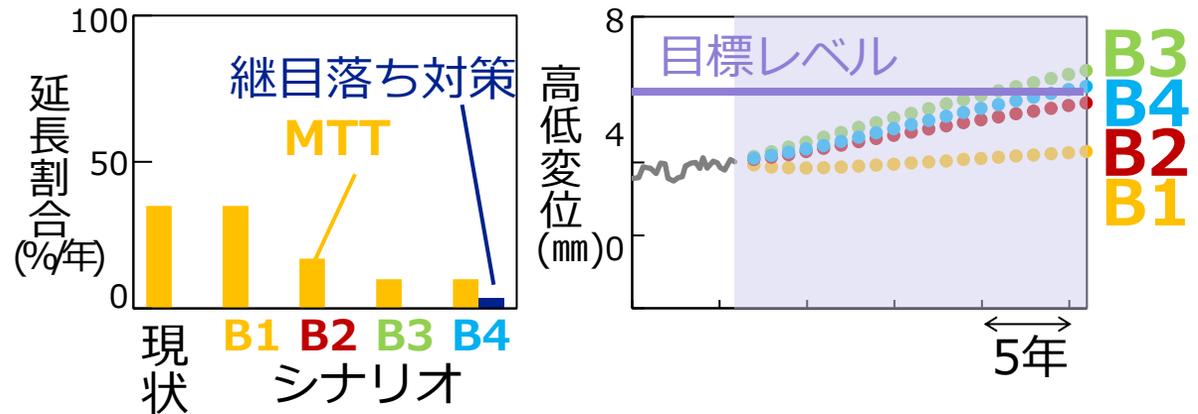
## ◆ 軌道改良効果を考慮して中長期の軌道変位を予測する



## ◆ 上級線区でのシナリオ分析



## ◆ 下級線区でのシナリオ分析



## □ 線区の評価手法の提案

- 主成分分析による線区特性の評価手法の開発
- クラスタ分析による線路等級および等級数の評価手法の開発
- DEAによる軌道保守の経済的効率性の評価手法の開発

## □ 軌道状態シミュレーションプログラムの開発

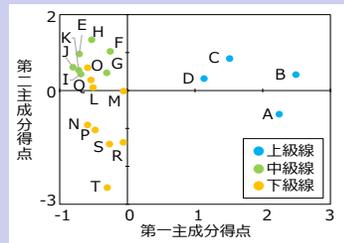
- 中長期的な軌道保守・改良計画および目標管理レベルの分析ツールの開発
- 上級線と下級線におけるシナリオ分析の実施

# 成果の活用

軌道変位, 保守実績 等

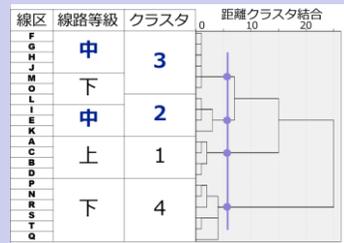
## 主成分分析

線区特性  
の評価



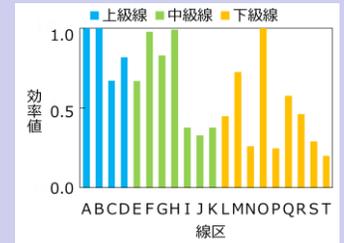
## クラスタ分析

線路等級  
の評価



## DEA

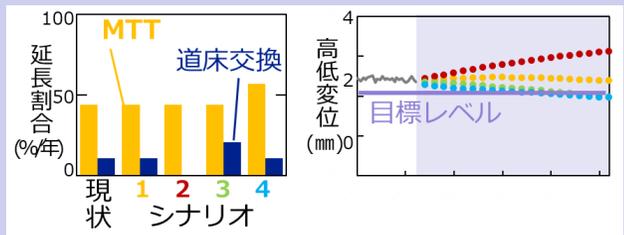
経済的効率性  
の評価



分析対象線区の選定

## 軌道状態シミュレーションプログラム

目標管理レベルと中長期的な  
軌道保守・改良計画検討



線区の実態に応じた、軌道  
保守管理の目標レベルと、  
軌道保守・改良工事の中長  
期計画の検討が実施可能



- 松本麻美, 斎藤大樹, 坪川洋友：主成分分析を用いた線区特性の評価手法, 令和6年度土木学会全国大会第79回年次学術講演会, VI-679, 2024
- 森健矢, 昆野修平, 松本麻美, 坪川洋友：軌道状態の中長期的な将来予測に基づく線区に応じた保守管理レベルの検討, 令和6年度土木学会全国大会第79回年次学術講演会, VI-678, 2024