

空港舗装の路面評価のあり方と劣化予測について

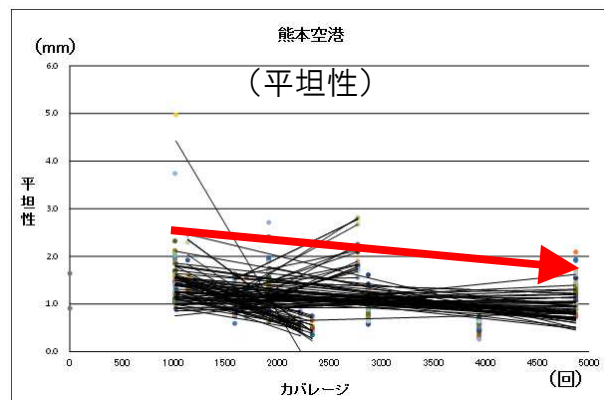
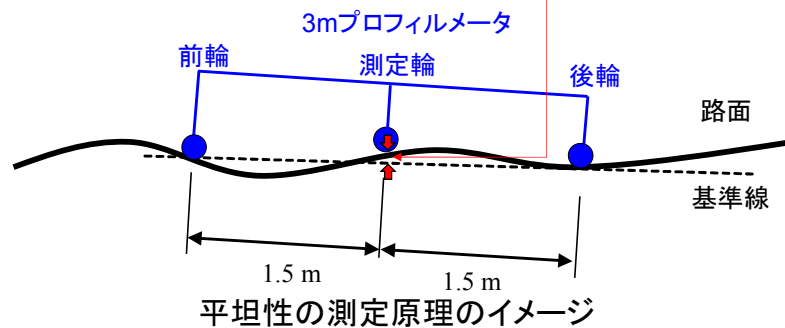
国土交通省 国土技術政策総合研究所

平成28年 3月

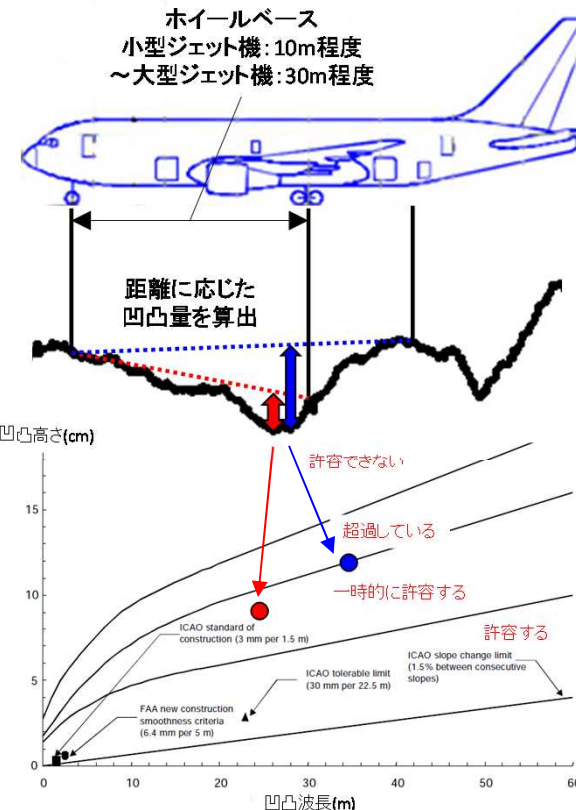
(1) 路面性状調査の調査項目の検討(案)

- 過年度の検討において、「平坦性」は経年的に改善する場合もあることが判明している。また、「平坦性」は路面の凹凸のうち、ある一定の短波長の凹凸を計測しているに過ぎないことから、廃止について検討。
- 圧密沈下が想定される空港では、航空機のホイールベース相当の「波長の長い路面の凹凸」が生じ、航空機の走行に影響を及ぼす可能性があることから、ICAO Annex14参考資料に記載の評価方法の導入について検討(経年変化は小さいと考えられるため、定期点検項目とはしない予定)。

平坦性=1.5mごとに計測された「**相対高さ**」の標準偏差



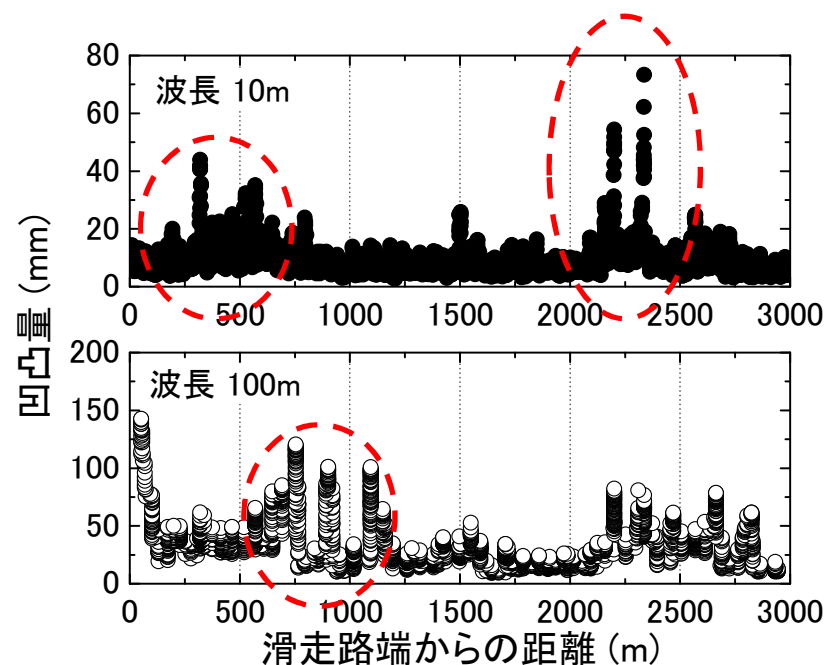
平坦性の改善傾向の例



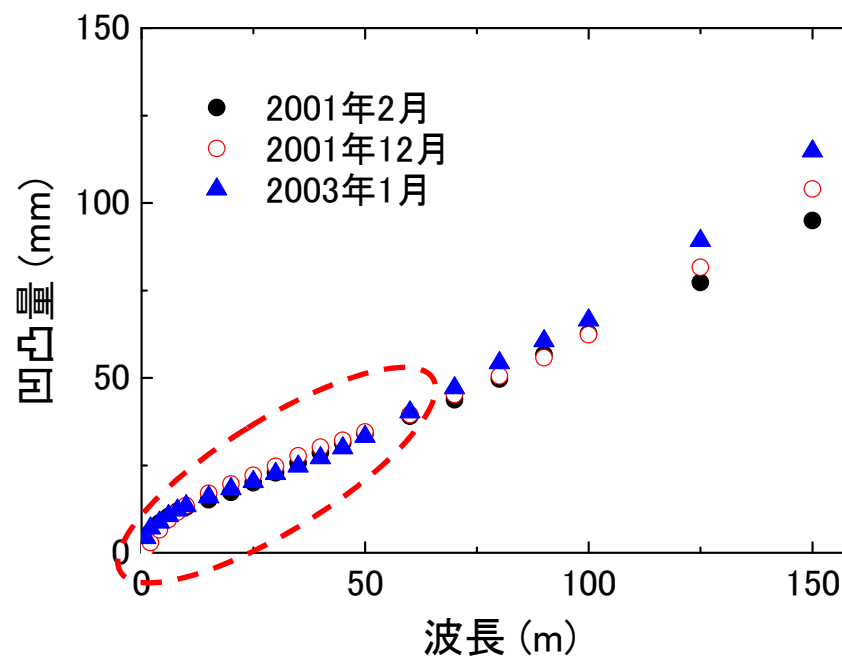
ICAO Annex14参考資料の平坦性評価方法

○路面波長を考慮した平坦性評価

滑走路を走行する航空機の挙動は、滑走路表面の長ささまざまな波長の凹凸の影響を受ける。そのため、滑走路表面の凹凸の波長を考慮することが可能なICAO Annex14参考資料に記載の評価方法の導入について検討。



波長10m・波長100mに対応する滑走路の凹凸量分布



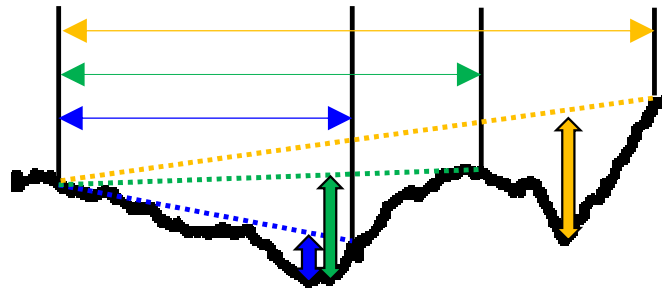
滑走路の凹凸量の経年変化

滑走路の凹凸を波長10m及び100mについて整理すると、波長10mの凹凸量と波長100mの凹凸量が卓越する場所が異なる。

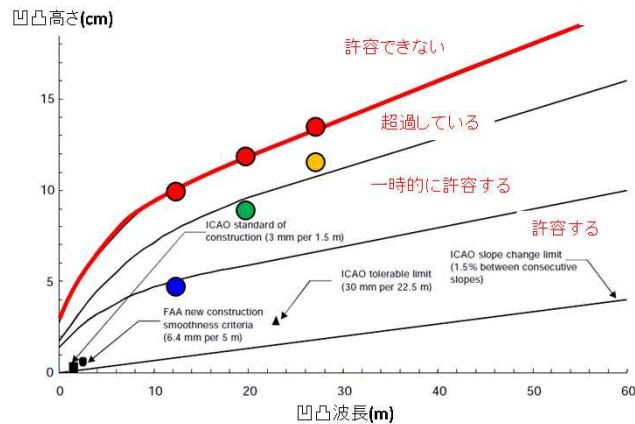
圧密沈下が生じる空港であっても、ICAO参考資料で評価対象としている波長60m以下の凹凸の経年変化は小さいと考えられる。

空港舗装の路面評価のあり方について (3)

波長に応じた「凹凸高さ」を、ICAO参考資料の「許容できない凹凸高さ」で除した「BBI(Boeing Bump Index)」により評価した。BBIが1.0以上だと「許容できない」を意味する。

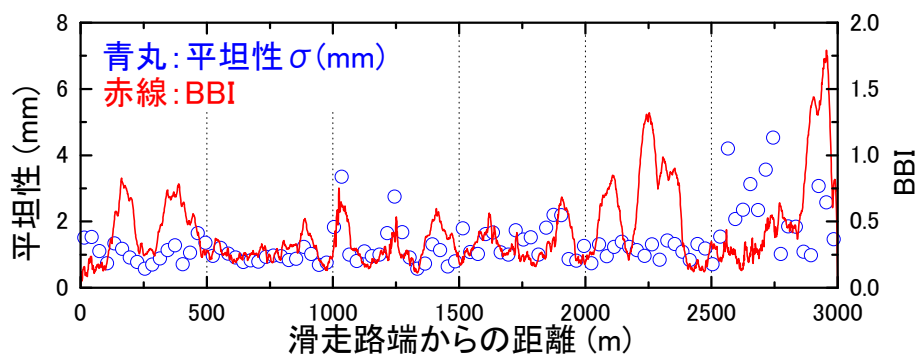
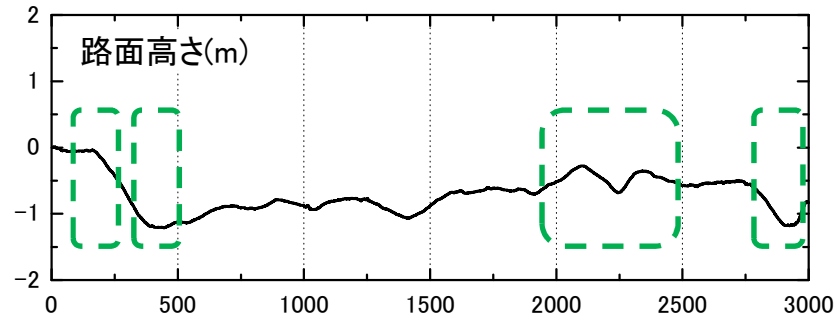


波長に応じた凹凸高さの算出



BBIの算出 (BBI=実測凹凸高さ÷基準凹凸高さ)

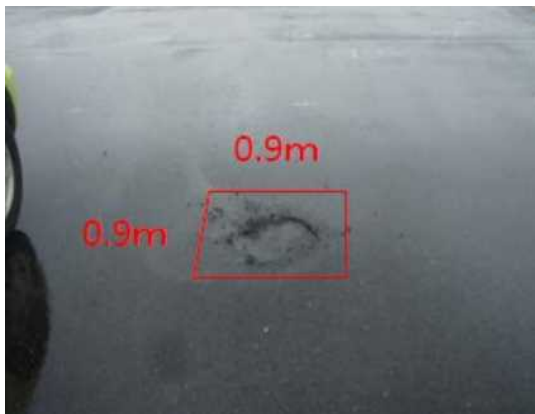
従来の平坦性指標では捉えられていなかった波長の長い凹凸がBBIにより評価できている。今後、いくつかの空港にて検証予定。



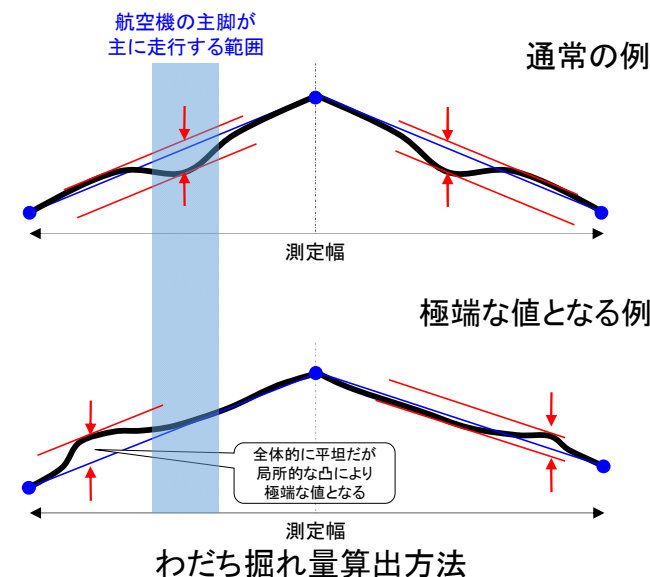
滑走路面の高さ, 平坦性, BBIの関係

(2) 路面性状調査の評価のあり方(案)

- 路面性状調査では、わだち掘れやひび割れ等の「長期進行的な破損」を対象として評価しているが、空港の運用に直結するポットホール等の「局所突発的な破損」が評価対象となっていないため、緊急補修面積を路面性状調査に追加することについて検討。
- 現行のわだち掘れ量算出方法では、極端な値となることがあるため、算出方法の改訂について検討。また、合わせてわだち掘れの閾値の見直しについて検討。



局所突発的な破損の例

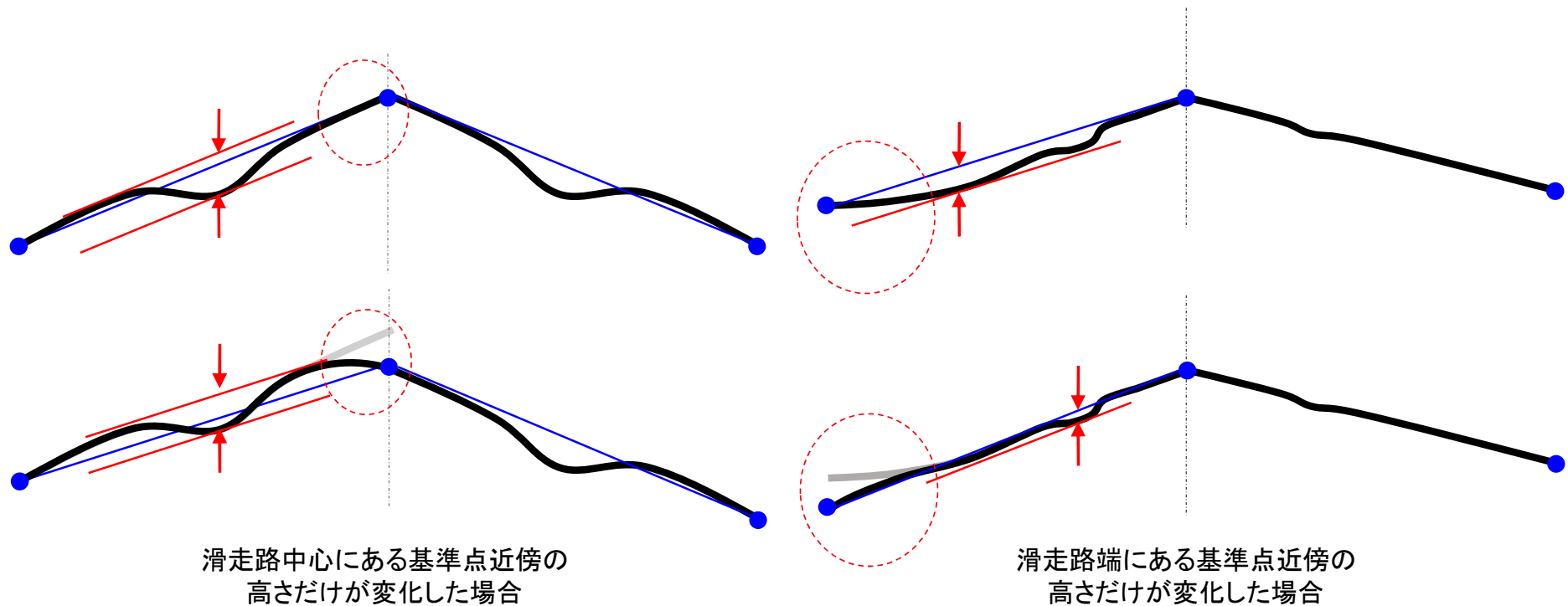


わだち掘れの評価基準の例

項目	舗装区分	評価				
		A	B1	B2	B3	C
わだち掘れ (mm)	滑走路	10 未満	10 以上 19 未満	19 以上 29 未満	29 以上 38 未満	38 以上
	誘導路	17 未満	17 以上 30 未満	30 以上 44 未満	44 以上 57 未満	57 以上
	エプロン	22 未満	22 以上 38 未満	38 以上 54 未満	54 以上 70 未満	70 以上

○わだち掘れ算出方法

わだち掘れ量の算出に使用された横断形状データを分析中. 航空機脚荷重が走行しない基準点近傍の高さの影響を大きく受けることから, 航空機脚荷重の走行位置近傍に着目する等の算出ルールを検討.

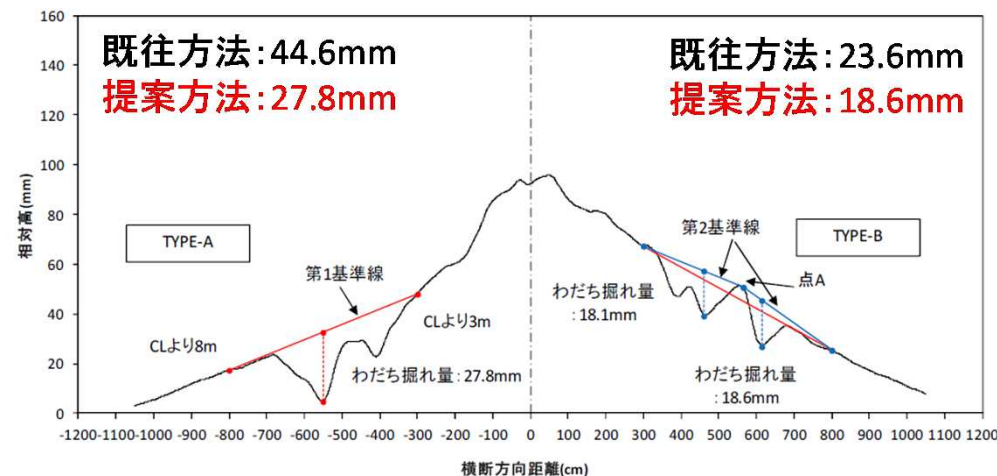


航空機脚荷重の走行位置近傍の形状は同一であっても, 基準点(青丸)付近の高さが変化すると, 基準線の勾配も変化するため, わだち掘れ量に影響を及ぼす.

航空機脚荷重の走行位置(大型ジェット機は中心線から5m程度)の近傍に基準点を設け、わだち掘れ量を算出する。基準線より高い地点がある場合は、基準点・基準線を再設定する。

CL+3m~8mに着目した場合の算出例

- ① CL+3mとCL+8mの位置を基準点として**第一基準線(下図の赤線)**を設定
- ② 第一基準線より高い点がない場合(下図左のTYPE-A)
第一基準線と路面との差をわだち掘れ量とする。
- ③ 第一基準線より高い点がある場合(下図右のTYPE-B)
第一基準線より高い点を追加基準点とし、**第二基準線(下図の青線)**を設定
第二基準線と路面との差をわだち掘れ量とする。



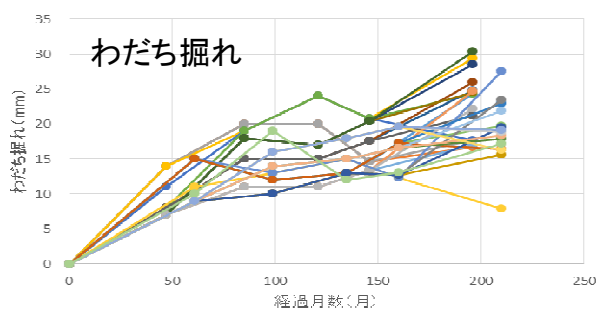
CL+3m~8mの位置に着目した場合の算出例

今後、上記の算定手法により極端な値が解消されるかを検証するとともに、
 空港毎の代表機種に応じた算出対象幅の設定方法や、
 これまで取得したデータの補正方法を検討予定

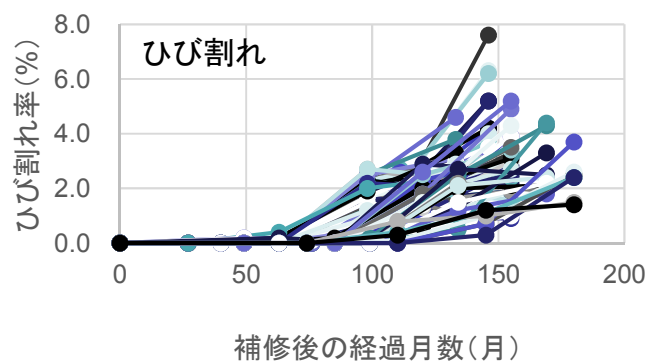
空港舗装の劣化予測について(1)

(1) 劣化予測手法の検討(案)

- 過年度の検討において、わだち掘れやひび割れの劣化進捗は大きなばらつきがあることがわかっており、ばらつきの多い破損データの分析に適していると考えられる「マルコフ連鎖モデル(ランク分けした破損データから構造物の劣化を確率的に予測する手法)の適用性について検証。
- 破損種別毎に回帰モデル・マルコフ連鎖モデルの適用性を検証し、計算手法やデータ取扱方法等を整理した舗装劣化予測マニュアルを整備。

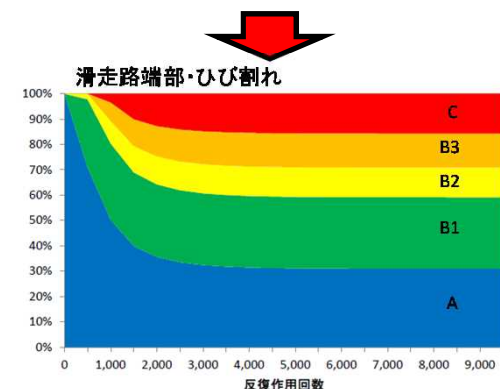
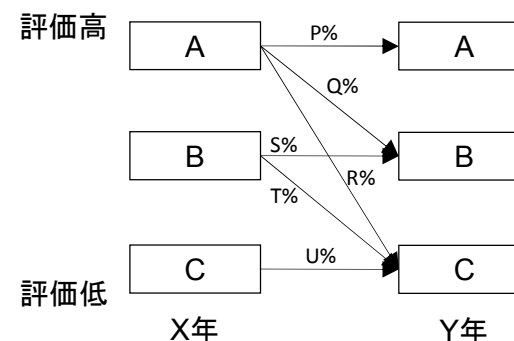


調査結果から
遷移確率を算出



遷移確率から
劣化予測

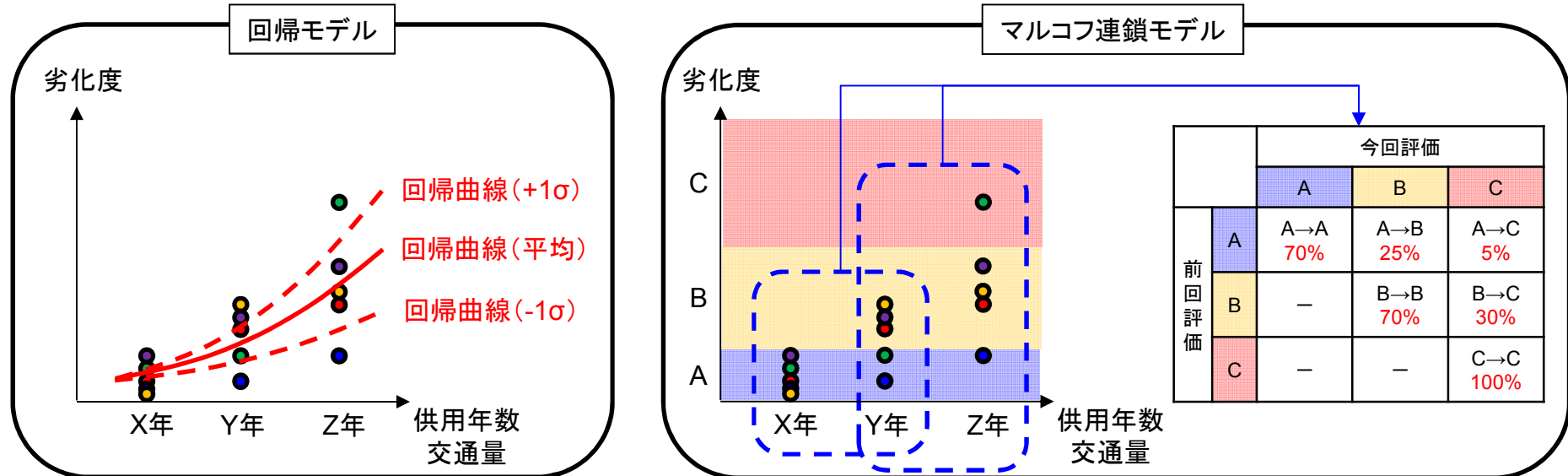
回帰による分析の一例



マルコフ連鎖モデルによる分析の一例

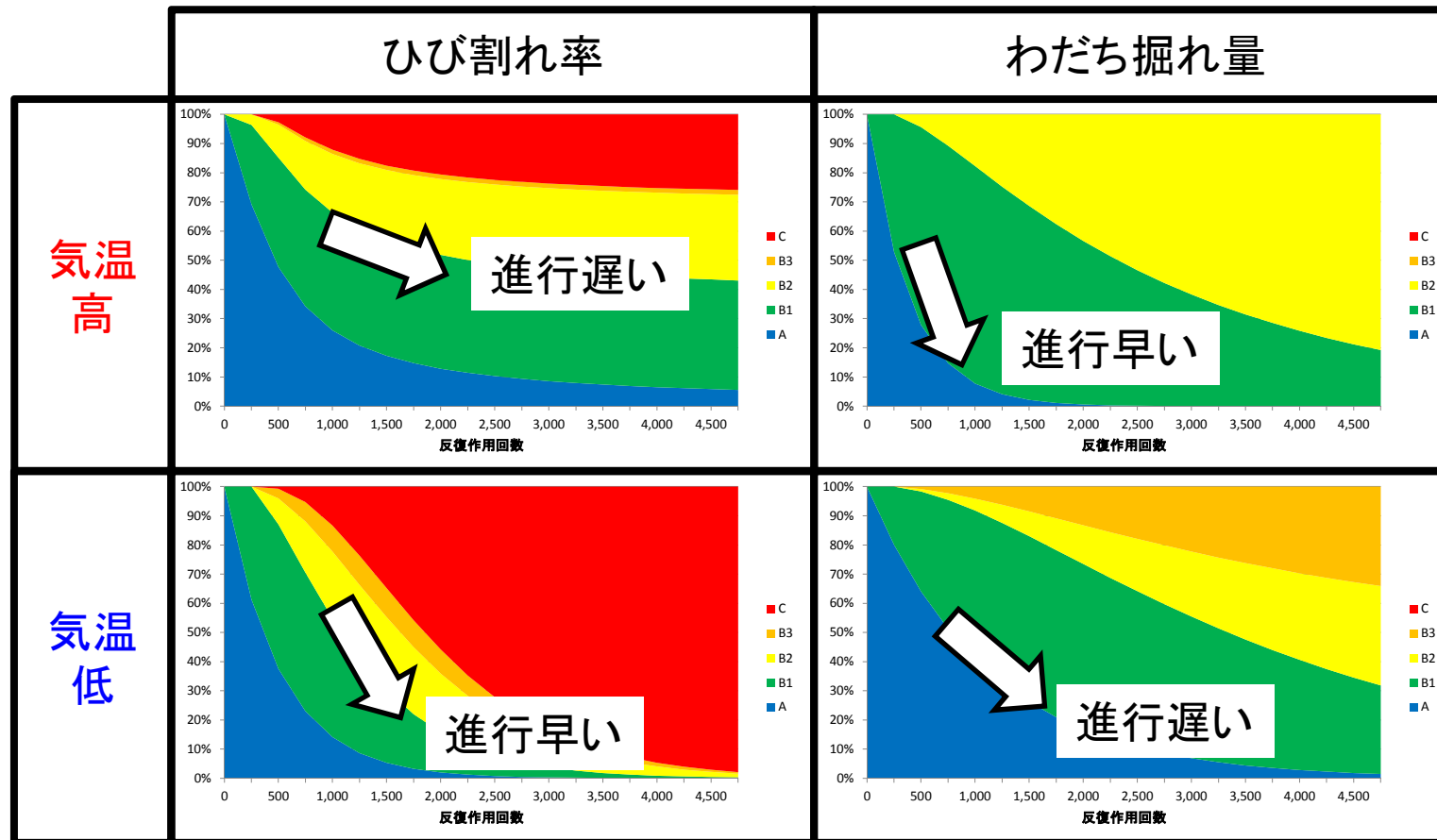
○マルコフ連鎖モデル

劣化データを離散化(ランク分け)し、劣化の進行を「遷移確率」で表現することにより劣化予測を行う手法。近年では道路舗装, 橋梁, 港湾構造物等の劣化予測を対象とした研究が活発。



項目	回帰モデル	マルコフ連鎖モデル
劣化予測における設定	設定する回帰式(二次曲線, 指数曲線等)により結果が異なるので留意が必要.	ランク分けの閾値・ランクの設定数により結果が異なるので留意が必要.
劣化予測に必要な調査回数	回帰曲線の検討では, X年→Y年→Z年の劣化過程を一連で取り扱う必要があり, 2回の調査データでは予測が困難.	遷移確率の検討では, X年→Y年の劣化過程, Y年→Z年の劣化過程をそれぞれ別個に取り扱うため, 2回の調査結果があれば予測可能.

交通量がほぼ同等な誘導路の劣化予測結果(例)



- 空港の気温に応じた劣化予測結果は、一般的に言われている傾向と合致している。
- 一般的に、対象データが少ない場合は、対象データのほとんどがある一つのランクに集中する等、各ランクに属するデータ数に偏りが生じて極端な結果になることがあるため、空港毎のデータ分布に応じたランク分け方法・劣化予測の精度を検討予定。