

日本の降雨極値データに見る長期変化傾向 [V]

～無線回線降雨減衰量の未来予想～

唐沢 好男

発表の概要

本発表は同タイトルでこれまでAP研で4回発表してきたものの完結編である。近年、地球温暖化問題が言われ、世界の気温は百年で 0.73°C の、我が国でも 1.21°C 上昇が指摘されている。このような長期的な変化が降雨特性にも現れれば、無線通信の回線設計に利用されている降雨強度データベース($R_{0.01}$)も、いずれは見直しが必要になろう。この降雨の問題について、これまで、我が国の日・1時間・10分間降水量の年間最大値に着目し、およそ百年間のスケールでの長期変化傾向を非線形近似の回帰曲線で分析し、その妥当性を信頼区間やAIC(赤池情報量基準)で判定した。その結果、我が国の強雨事象については、1980年代後半ころより、およそ25年で10%程度の増加傾向にあることを明らかにした。本発表では、これまでの解析結果を踏まえ、降雨の長期変化傾向が、無線通信における降雨減衰推定に与える影響について調べ、降雨減衰の未来予想を行う。

発表の内容

1. 目的
2. 降水量データ
3. 降雨量(日・時間・10分間)年間最大値データの長期傾向
4. 降雨減衰推定法と一分間降雨強度 $R_{0.01}$
5. 年間最大値降水量データと $R_{0.01}$ の相関
6. $R_{0.01}$ の未来予想
7. まとめ

目的

地球温暖化時代、雨の降り方は変わってきているか？
もし、変わってきているなら、将来において、
降雨減衰推定法の見直しが必要。それを調べてみたい。

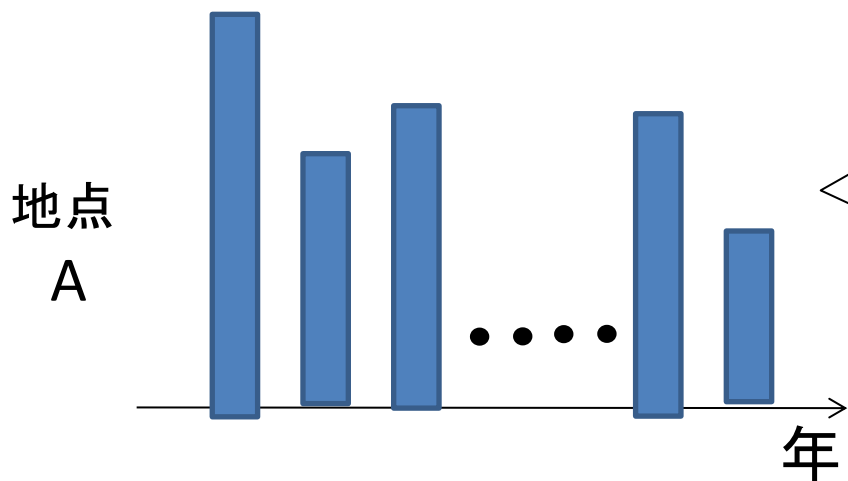
この解析に用いた降水量データ(気象庁のHPより)

日本各地の降水量年間最大値

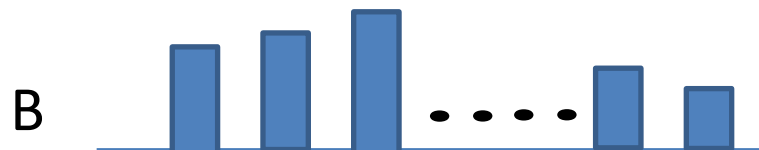
日降水量	(大洪水をもたらす)	45地点	100年間
同		45地点	130年間
時間降水量	(大きな減衰をもたらす)	45地点	80年間
10分間降水量	(大きな減衰をもたらす)	47地点	70年間

降水量の年間最大値は全て降雨によるものなので
降雨量と読み替えられる

地点毎に最大降水量の大きさの
平均値が異なる



降雨量は年毎のばらつきが大きく
100年間の長期データがあったと
しても、
一地点だけのデータでは、95%信
頼区間推定において、長期間変
動傾向の有無を判定できない



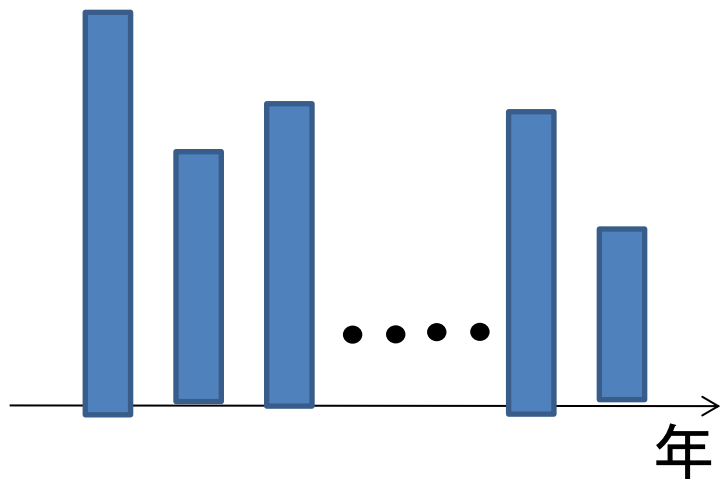
$R_{\max, i}$ ●
 ●
 ●



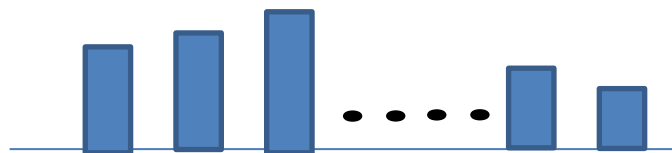
地点毎に最大降水量の大きさの
平均値が異なる

大きさの平均値を同じにする
(長期変化を共通のデータとして扱える)

地点
A



B



$$R_{\max, i}$$

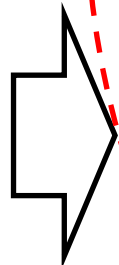
⋮

Z



全体をひとまとめにして
データ数を増やす

規格化
(平均値
で割る)

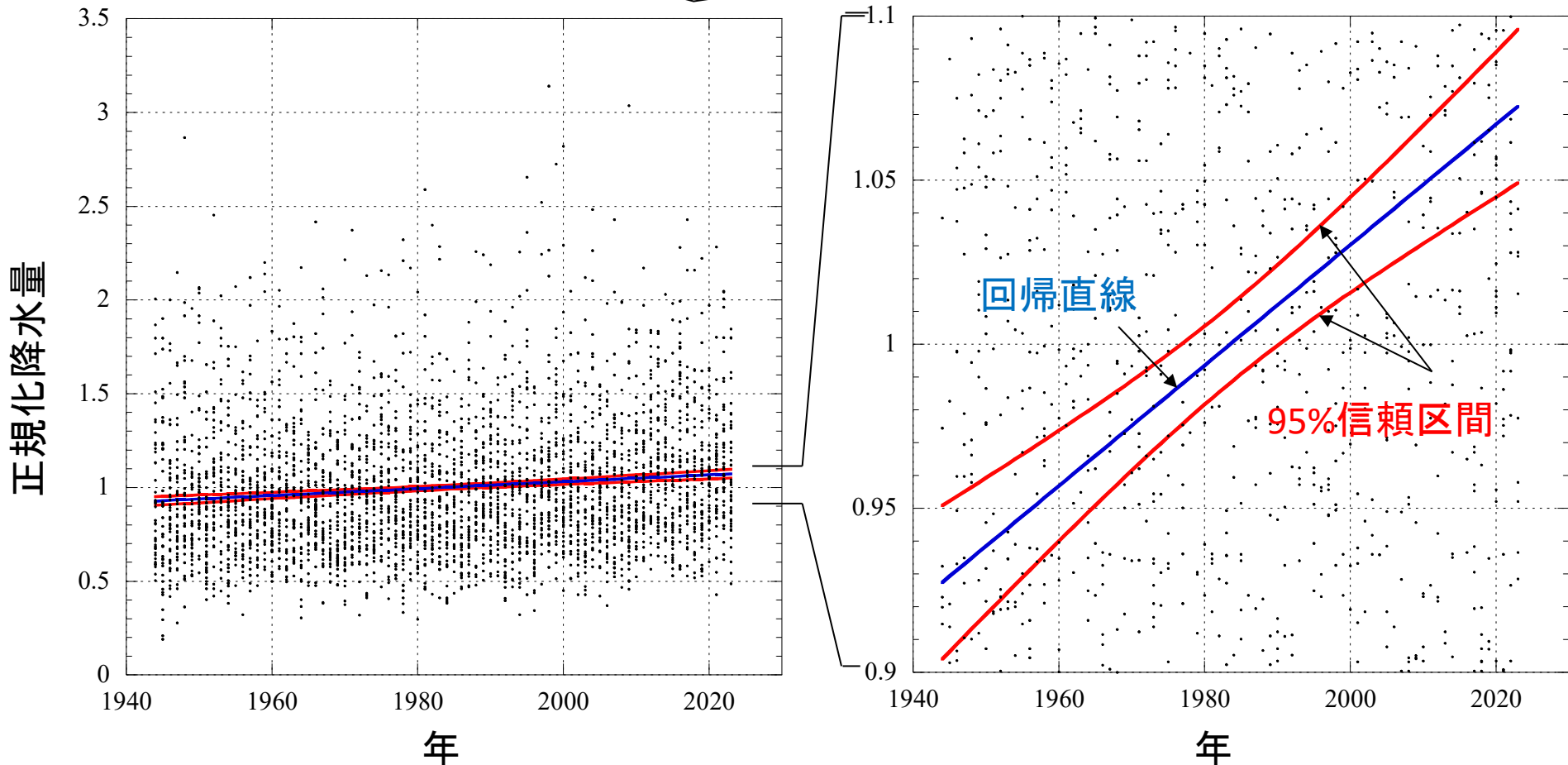


$$\frac{R_{\max, i}}{\langle R_{\max, i} \rangle}$$

⋮

1時間降水量の年間最大値

日本全国45地点の80年間分のデータ(データ点数:3600)

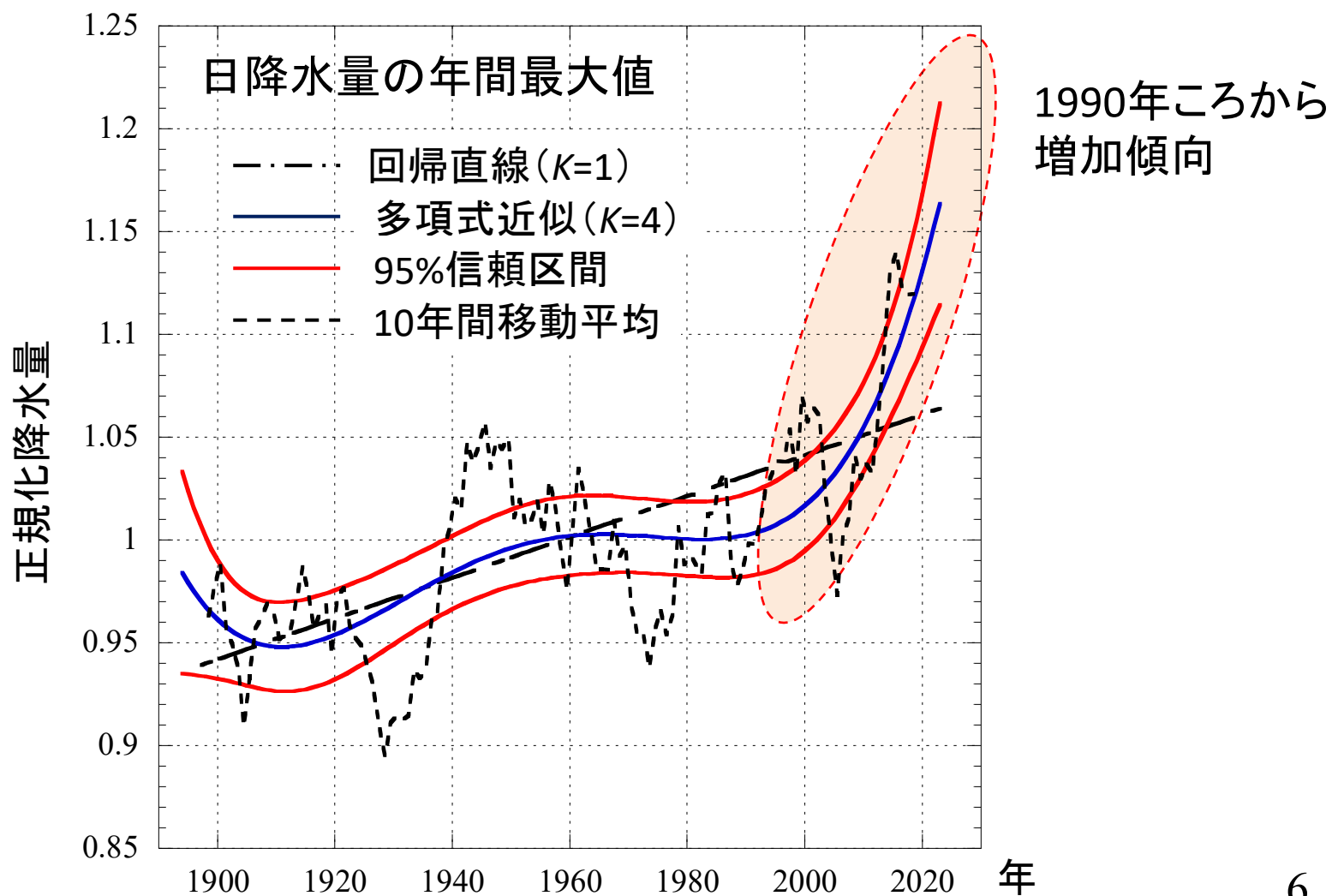


回帰直線(最尤推定): 80年間で16%の増加

区間推定(95%信頼区間): 10%~21%の増加の範囲 → 増加傾向が有意

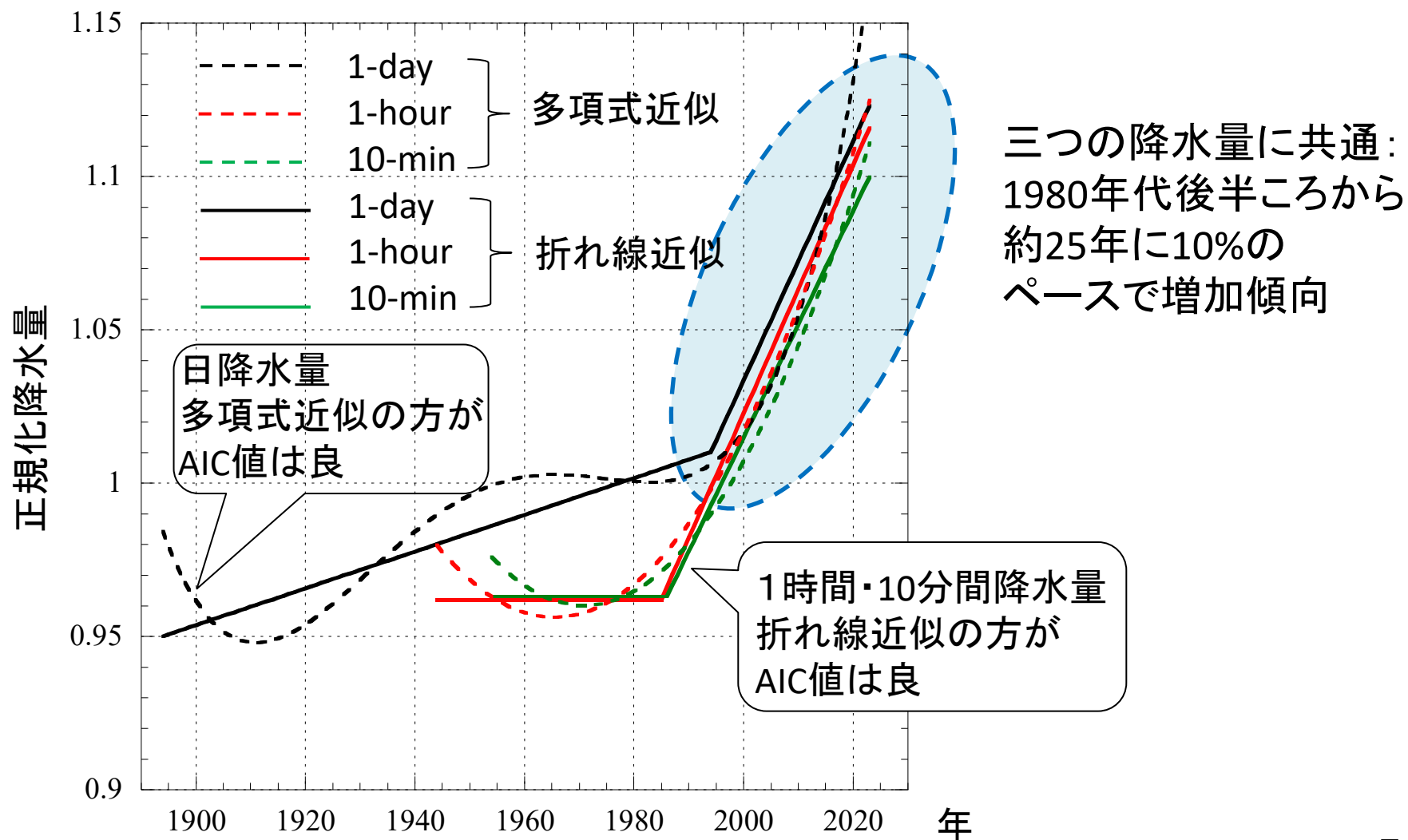
長期間の変化を詳しく見たい(前々回の発表)

- ・ 多項式近似による最尤推定(+ 区間推定(95%水準))
- ・ 最適な次数の決定をAIC(赤池情報量基準)で評価

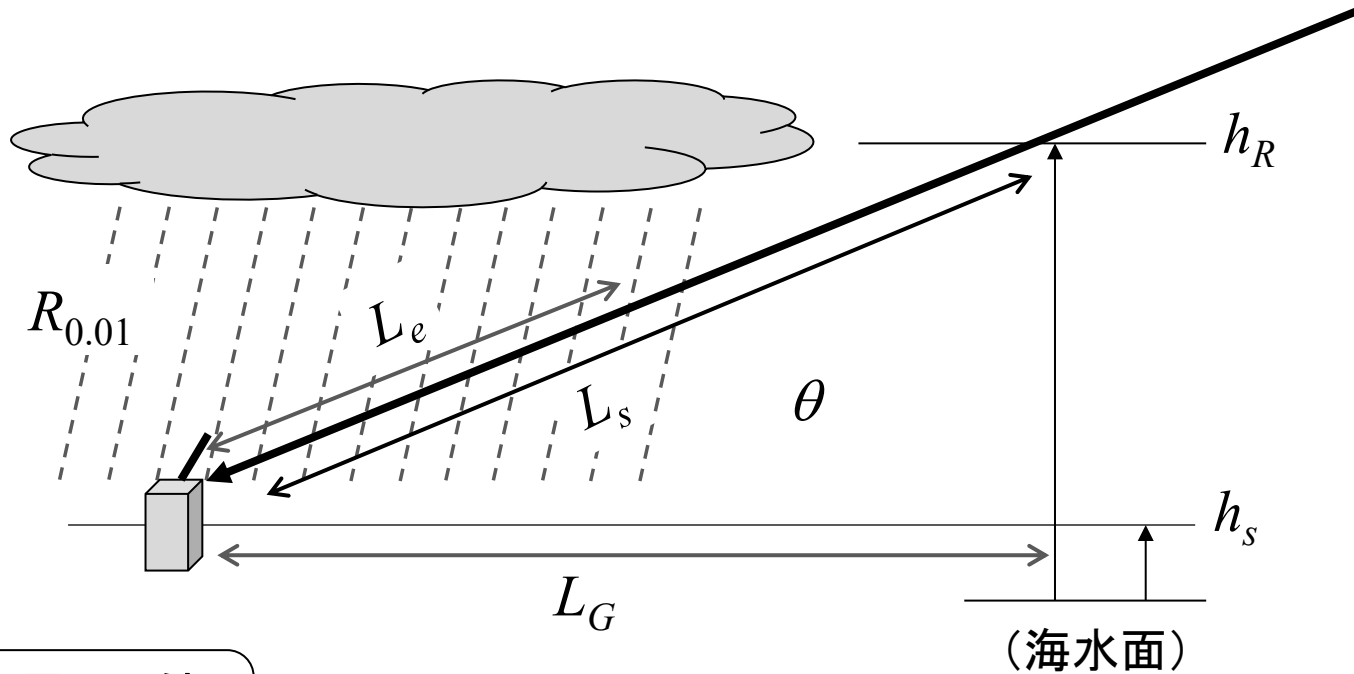


長期間の変化を詳しく見たい(前回の発表)

- ・ 一回折れ線近似による最尤推定を追加
- ・ 最適な次数の決定をAIC(赤池情報量基準)で評価



降雨減衰とその推定法 (ITU-R勧告手法の場合)



降雨減衰量 (dB値)
年間の時間率 $p\%$ 値

$$A_p = g(p) A_{0.01}$$

$$A_{0.01} = k R_{0.01}^\alpha L_e$$

$$L_e(R_{0.01}) = v_{0.01} r_{0.01} L_s$$

降雨特性のキーパラメータ

$R_{0.01}$: 1分間降雨強度の
時間率0.01%値

L_e : 等価通路長

$r_{0.01}$: 水平方向補正係数

$v_{0.01}$: 垂直方向補正係数

1. 地点数: 日本全国 1150箇所 (AMeDAS稼動地点より)
2. データ解析対象期間: 1976年~2002年の最大27年間
3. 使用した降水量データ
 - ① 1分間降水量データ: 1996年より、百数十箇所の気象官署で順次観測開始
 - ② 10分間降水量データ: 1995年より、AMeDAS局で順次観測開始
 - ③ 1時間降水量データ: 1976年のAMeDAS運用開始時より
4. 各種降水量データの1分間降雨強度データへの変換
 - 1分間降水量①の1分間降雨強度への変換

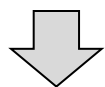
気象庁の降雨計は0.5mm容量の転倒杓タイプのものであり、分解能が悪い
このため、独自の変換処理(乱数補正秒単位均し分配処理)を行っている
 - 10分間降水量②の1分間降雨強度への変換

1分間降雨強度への変換(確率分布同士の交換)を行っている
 - 1時間降水量③の1分間降雨強度への変換

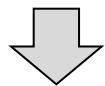
1分間降雨強度への変換(確率分布同士の交換)を行っている
5. 各地点における1分間降雨強度特性($R_{0.01}$ 等)

各年について、①>②>③の優先順位で使えるものを使う。
135箇所の気象官署では①+②+③、残りの箇所では②+③

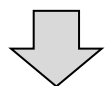
降雨減衰量の未来予想をしたい



$R_{0.01}$ の未来予想ができればよい

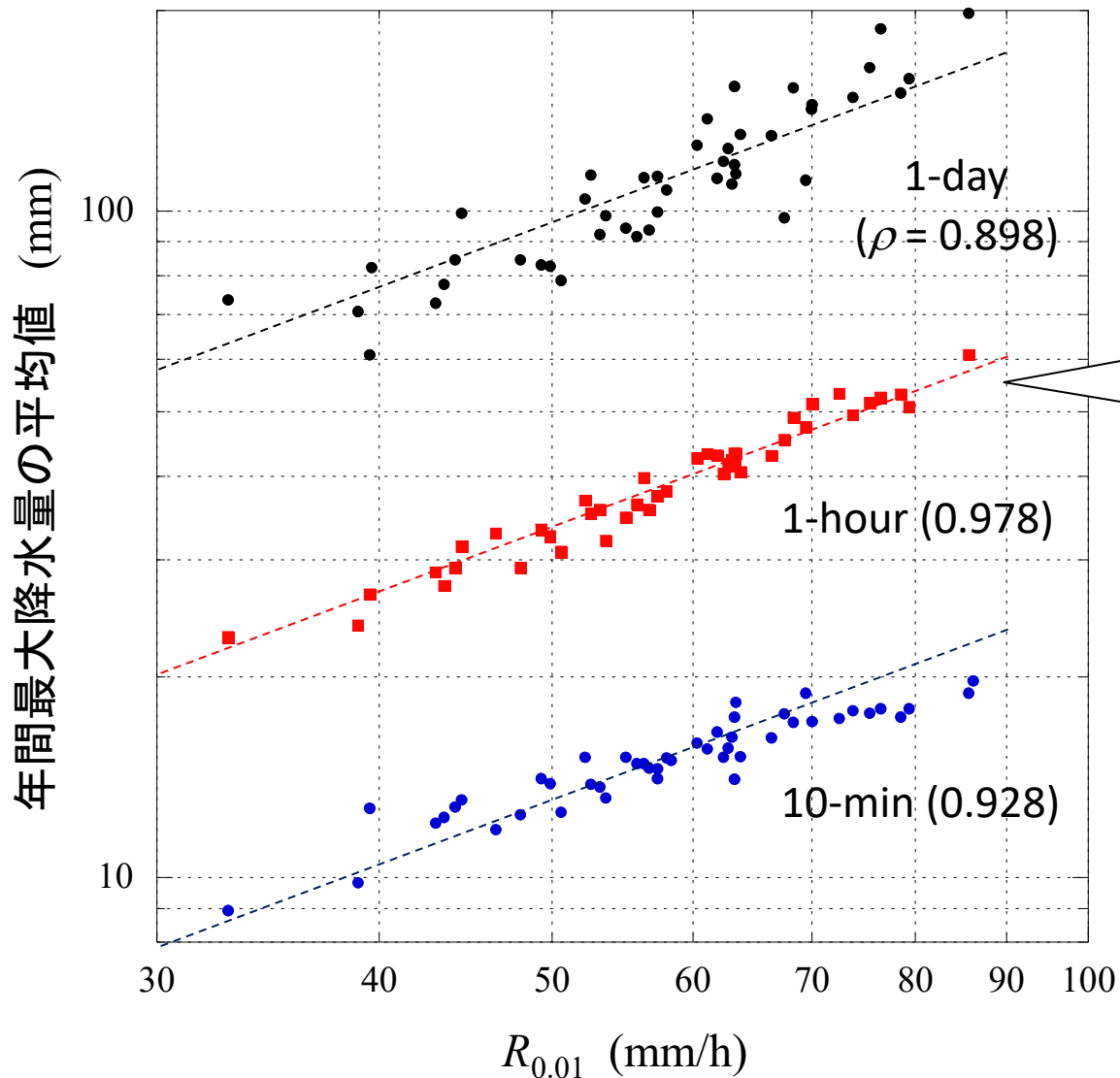


この予想は、長期間データが不足し困難
(気象庁における1分間降雨強度のデータは1996年から)



降水量の年間最大値の長期変化傾向に結び付けられないか

日本各地における降水量年間最大値の平均値と $R_{0.01}$ の相関



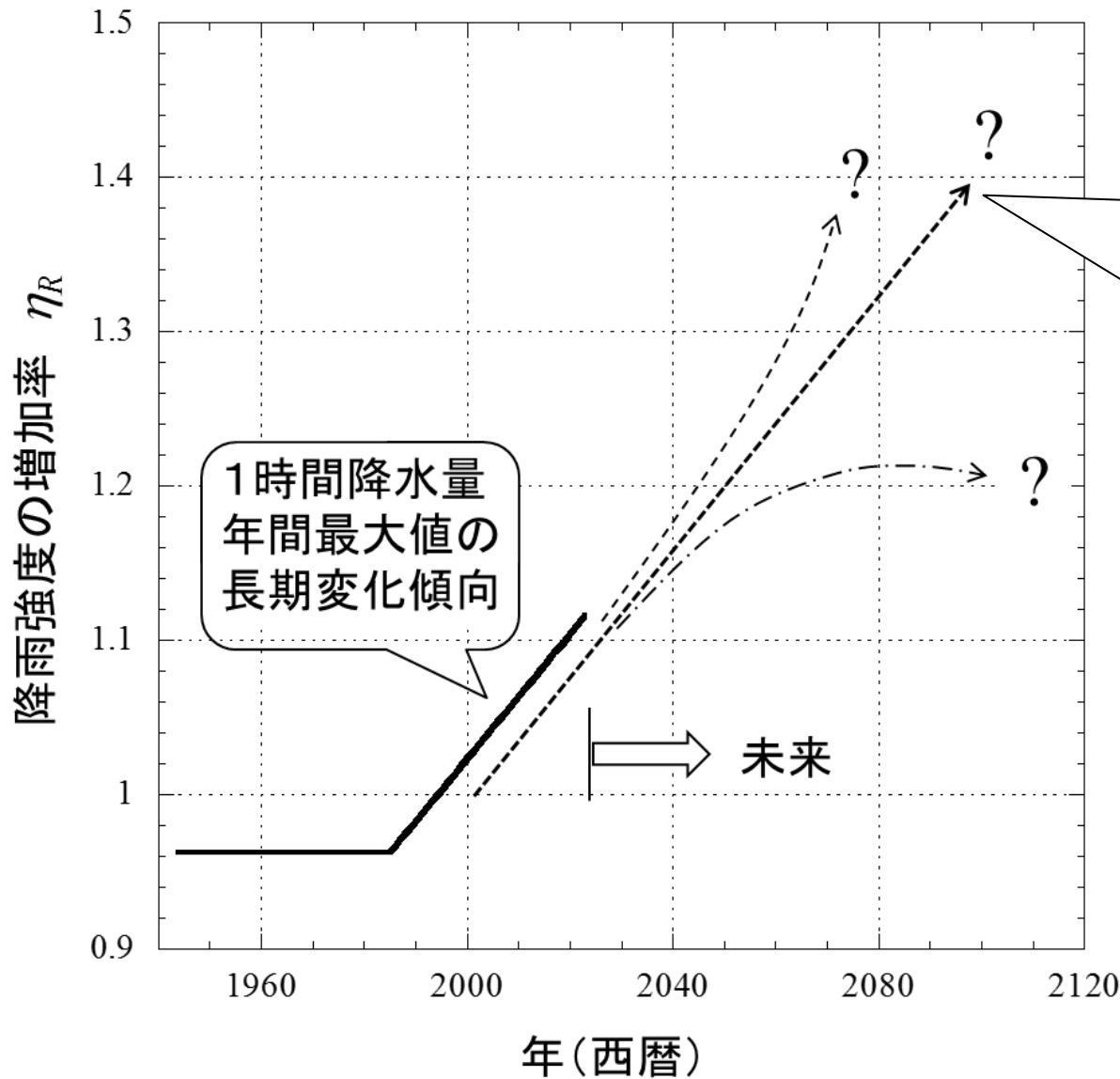
一つ一つの点 (45 or 47) はそれぞれの地点に対応

時間降水量との相関係数が0.978で最大



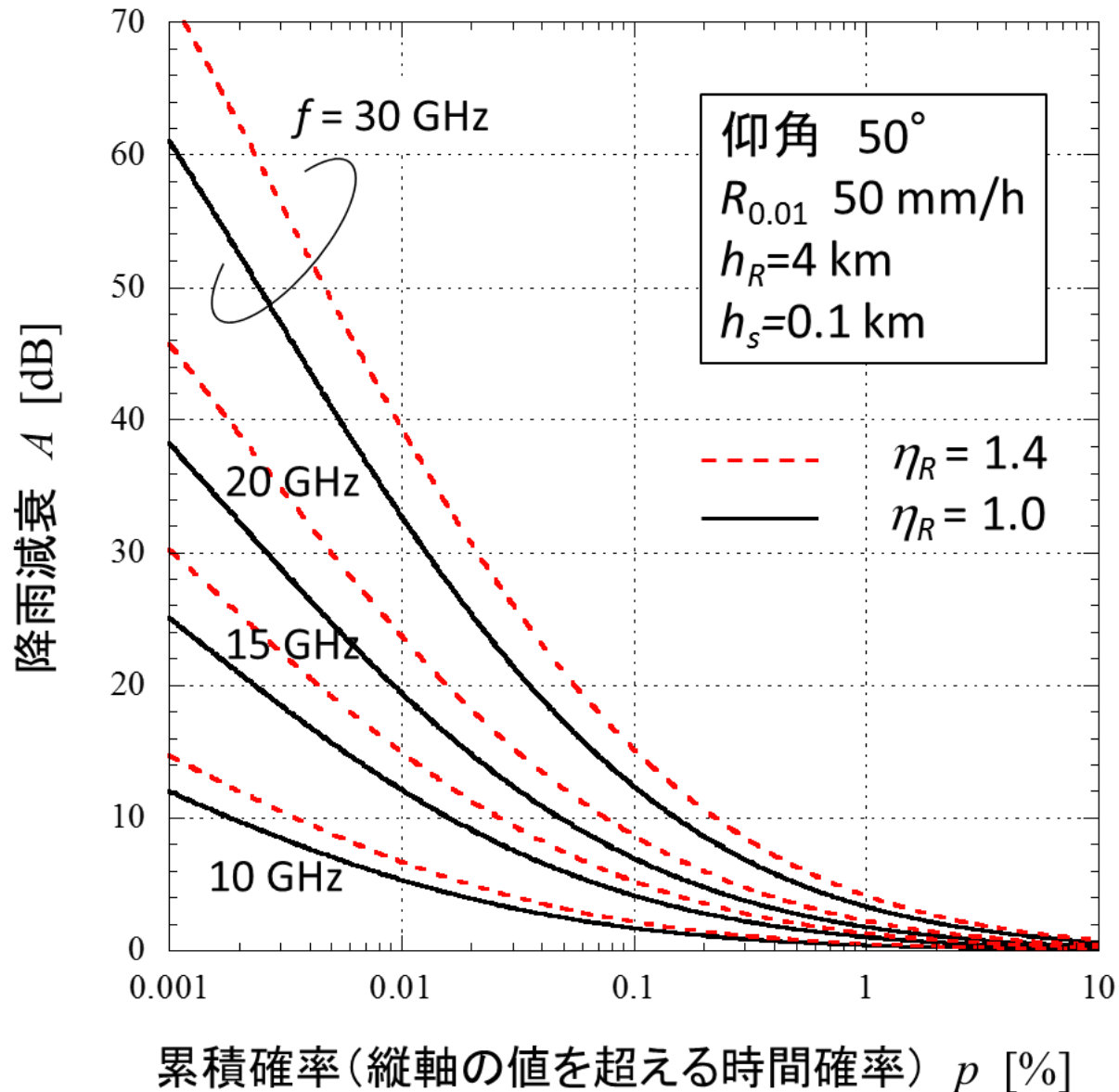
$R_{0.01}$ の長期変化傾向を
時間降水量の長期変化
傾向で代用しよう

1時間降水量年間最大値の傾向を外挿した $R_{0.01}$ の未来予想



このペースで
増え続けると
西暦2100年には、
2000年に比べて
約1.4倍の強さに

衛星回線降雨減衰量の未来予想(西暦2100年頃には?)



減衰量で見ると
 η_R 倍より少し
 少なめ
 (強雨に対しては、
 等価通路長が
 短めに算定される
 ため)

まとめ

気象庁が公開している日本各地の降水量の長期間データベースから、地点毎の着目降水量年間最大値の平均値で正規化した正規化降水量の非線形近似の回帰曲線を求め、その最適次数をAICによって定めると、**増加の傾向は1990年代以降に、25年で1割程度の増加傾向にあることが、明らかになった。また、気象庁の強雨の発生回数増加率の結果とも符合することが分かった(前回までの発表)**

降雨減衰推定に用いる $R_{0.01}$ と時間降水量(年間最大値の平均値)の高い相関から、 **$R_{0.01}$ の長期変化傾向を予想した。**

降雨量や降雨減衰量に対する長期変化傾向を明確にするためには**多様な気候特性を持つ地球規模での同様の解析**が必要である。

本シリーズの一連の発表はここまで(IEEE TGRS, Climateの2論文に)20~30年後の雨の変化については、時を待つ必要がある。ここからは、次世代を担う人たちにバトンタッチ。