

洪水期間を事前に設定しない条件下における アンサンブル降雨予測と d4PDF の 流量波形マッチング手法

○成瀬諒紘*¹・庄内結南*¹・小柴孝太*²・川池健司*²

*¹京都大学大学院 工学研究科

*²京都大学 防災研究所

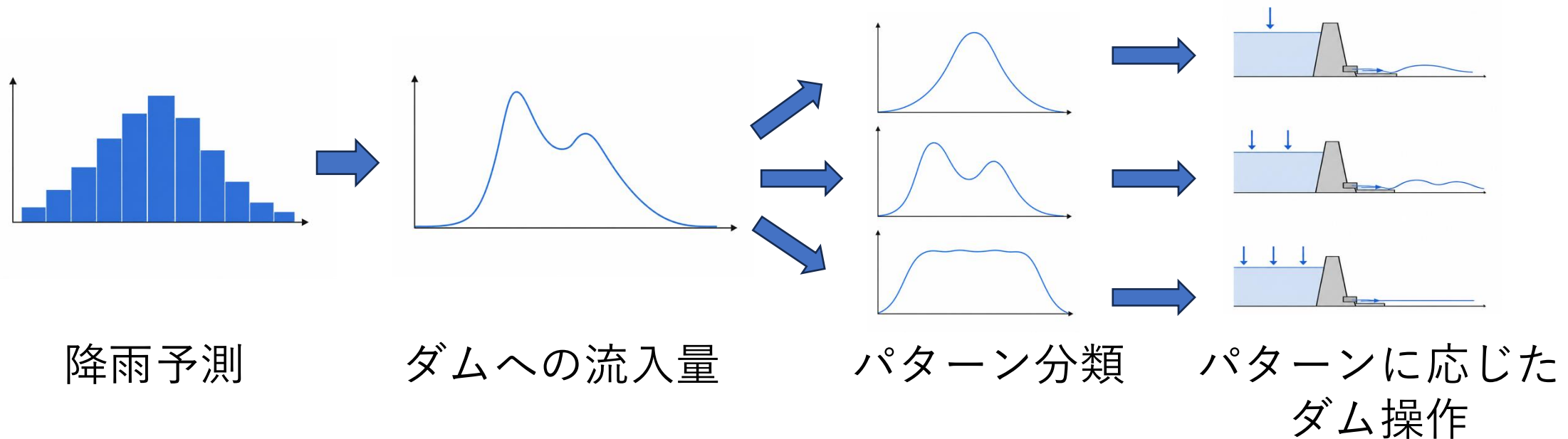
KYOTO UNIVERSITY

京都大学



ダム型紙操作のアイデア

洪水期間を事前に設定しない条件下における
アンサンブル降雨予測と d4PDF の流量波形マッチング手法



JWAアンサンブル降雨予測

1K-DHM

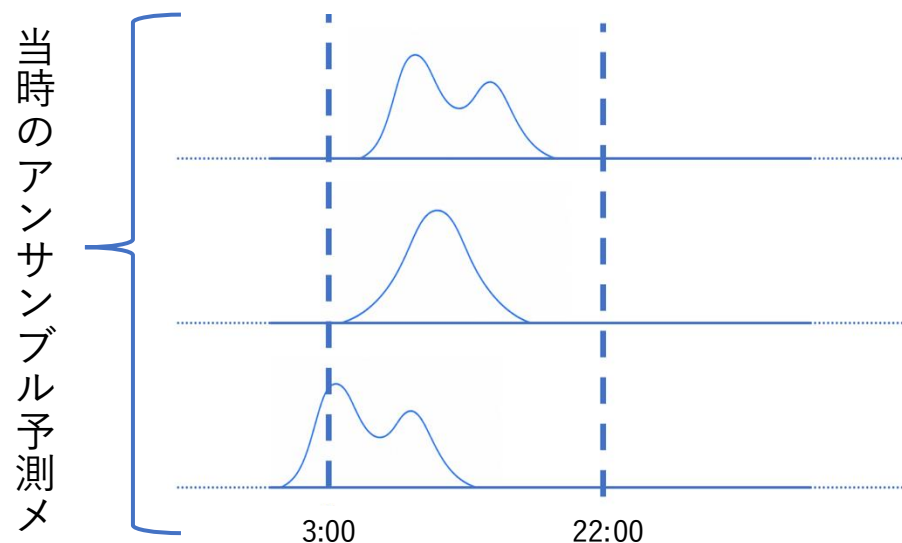
d4PDF

(どのようなパターンが
存在しうるのか.)

本研究の着想

洪水期間を事前に設定しない条件下における アンサンブル降雨予測と d4PDF の流量波形マッチング手法

従来のアンサンブル降雨予測の検証では、
実績洪水期間のデータを事後的に切り出している。



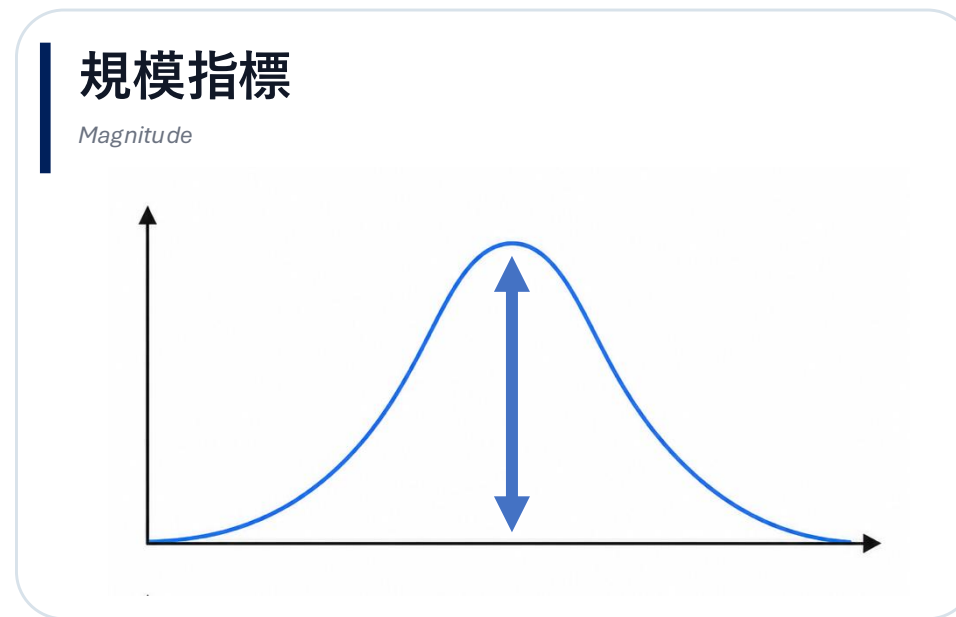
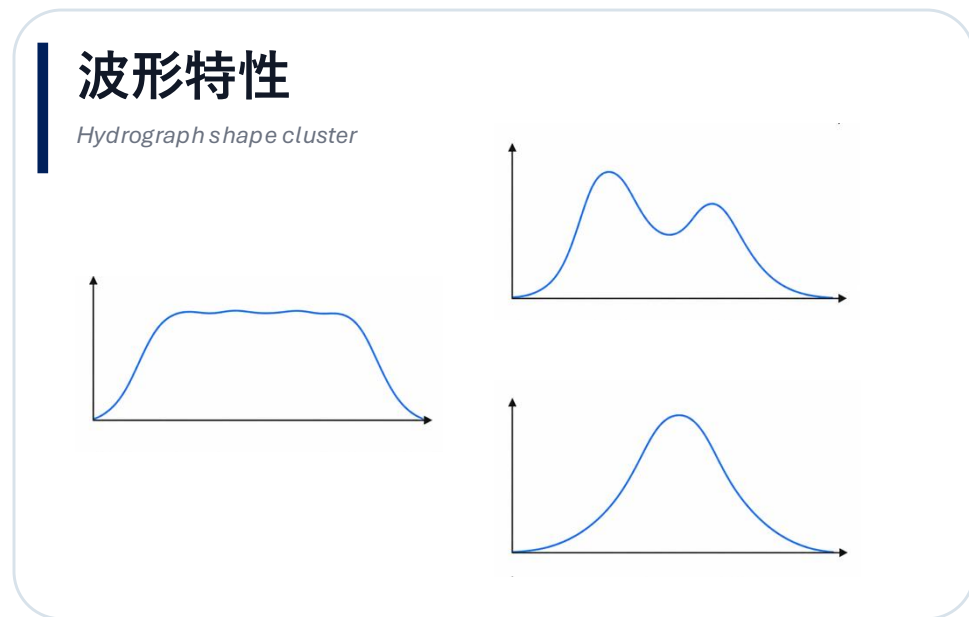
問題点

- ・ 予測段階では未知のはずの洪水期間を用いている
- ・ よく予測できている波形を見落としてしまう可能性

本研究：洪水期間を設定しないまま，流入波形パターンを推定する。

本研究の目標

本研究では、波形の特性を効率的に取り出すため、
波形と規模を分けて考える。



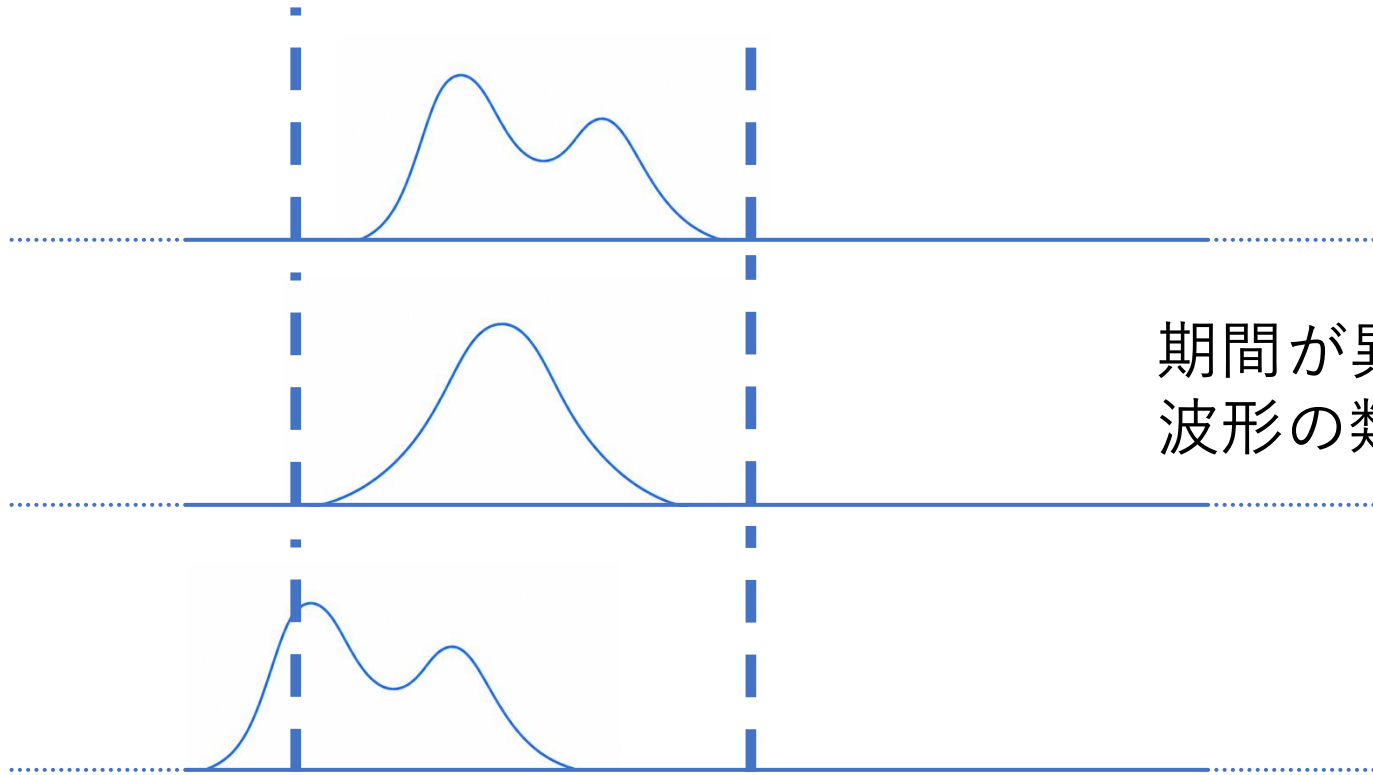
2つについて、洪水期間を設定しない条件下でも適用可能な予測手法を構築

波形特性の予測手法

規模指標の提案

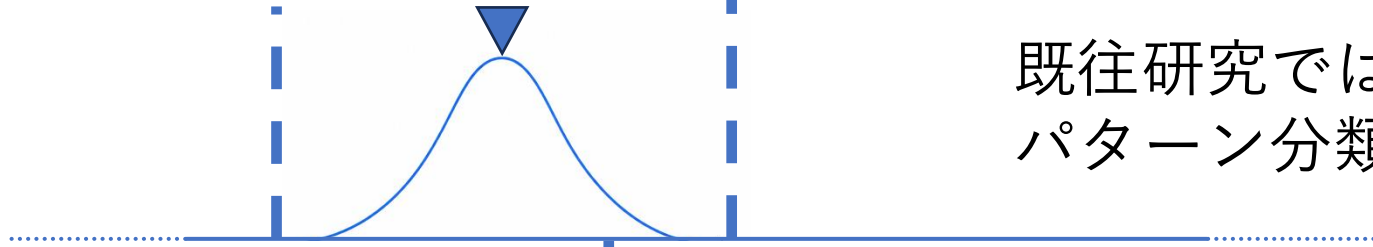
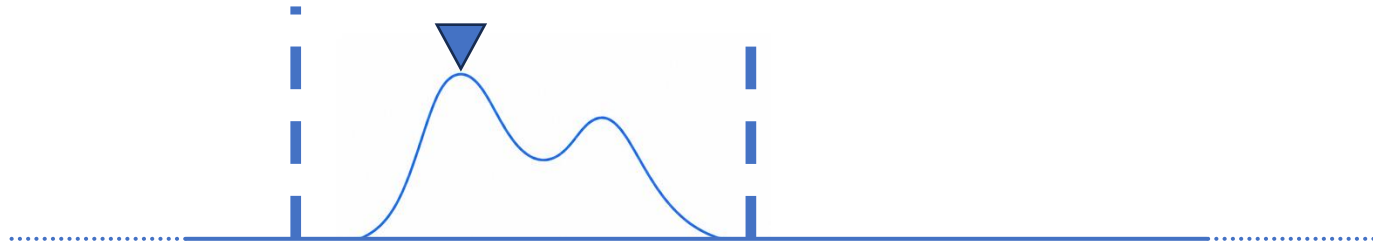
両者を合わせた統合予測

アンサンブル予測から、波形パターンを予測



期間が異なっても、
波形の類似度を定義したい。

アンサンブル予測から，波形パターンを予測



既往研究では，72時間最大区間が使われるが，パターン分類には適さないと判断．

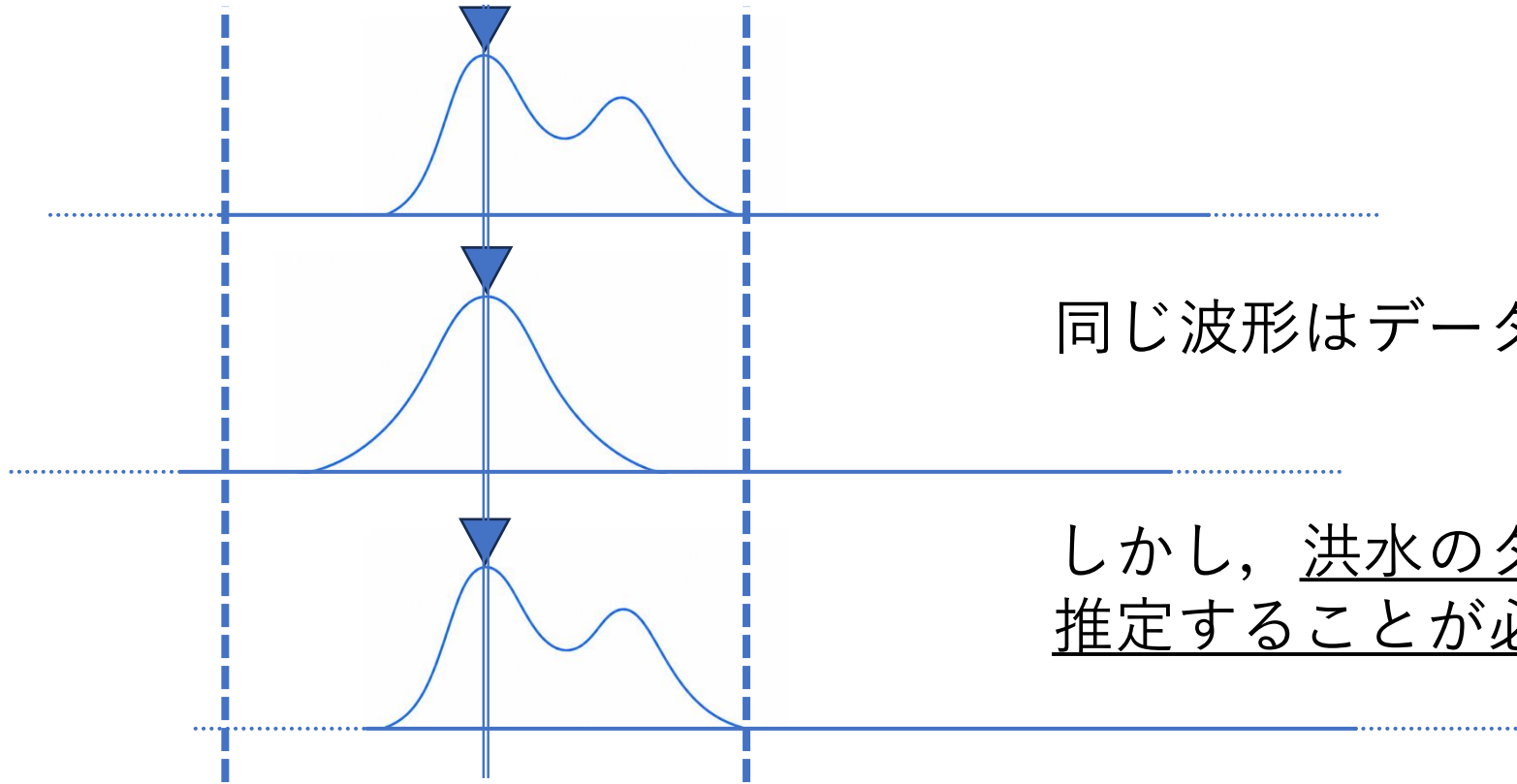


裾の影響で切り出し区間が左右される



ピーク時刻に着目

アンサンブル予測から、波形パターンを予測



同じ波形はデータ内で同じ分布になる

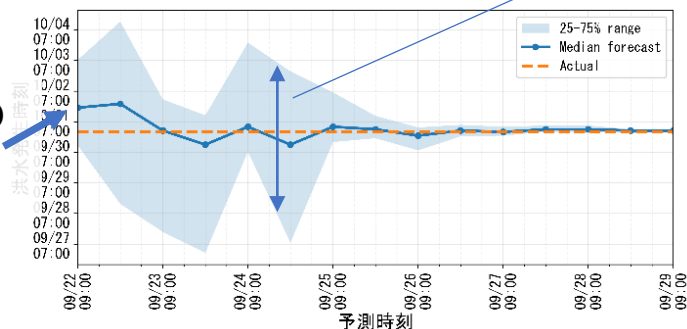
しかし、洪水のタイミングは別で推定することが必要となる。

洪水ピーク時刻の予測精度

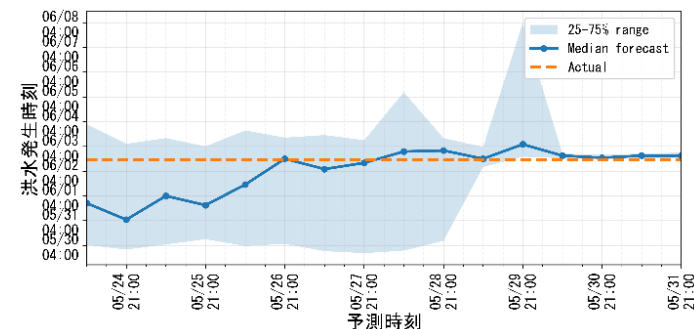
2018年台風24号
Typhoon No. 24 in 2018

第1～第3四分位数

51メンバーの
中央値

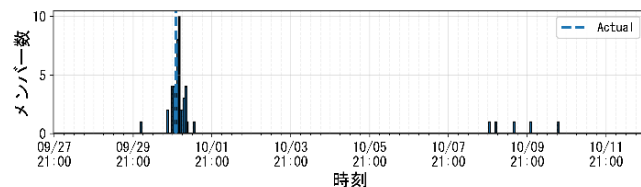


2023年5月前線性降雨
Frontal rainfall in May 2023



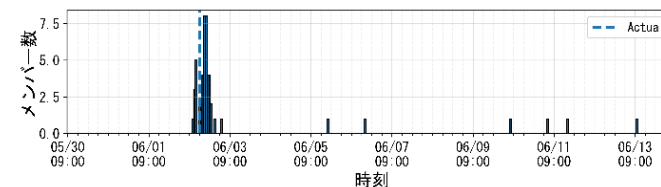
3日前予測の分布

Distribution from the three-day-ahead forecast



3日前予測の分布

Distribution from the three-day-ahead forecast



アンサンブル予測の中央値は早い段階から洪水ピークを予測可能。
分布全体も三日前には実績時刻付近へ収束する傾向を示した。

流入パターンの作成方法

d4PDF(地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース)

3660通り*¹の降雨イベントに対して，分布型降雨流出モデル1K-DHMを用いてダムへの流入量を算出． *¹ 1950年-2010年の最大72時間降雨量が年1-5位 × 12メンバー



ピーク流入量時刻を中心とする72時間を抽出



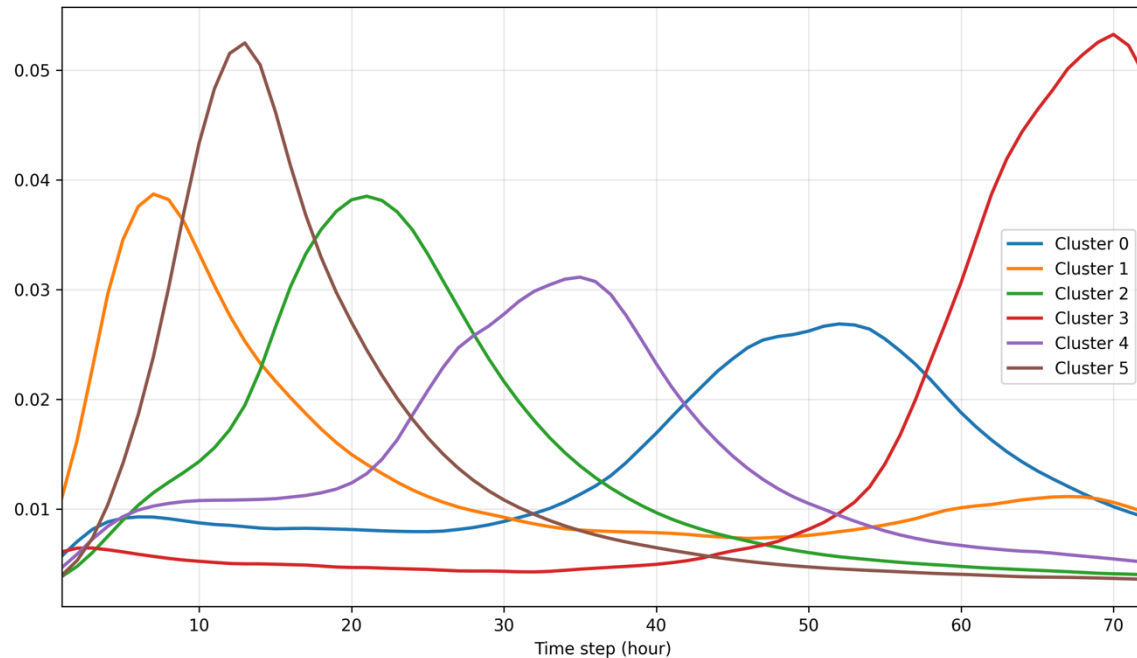
波形の特性を見るため，累積流量が1になるよう正規化



Ward法により，6パターン*²に分類 *² クラスタ数はDavies-Bouldin指数

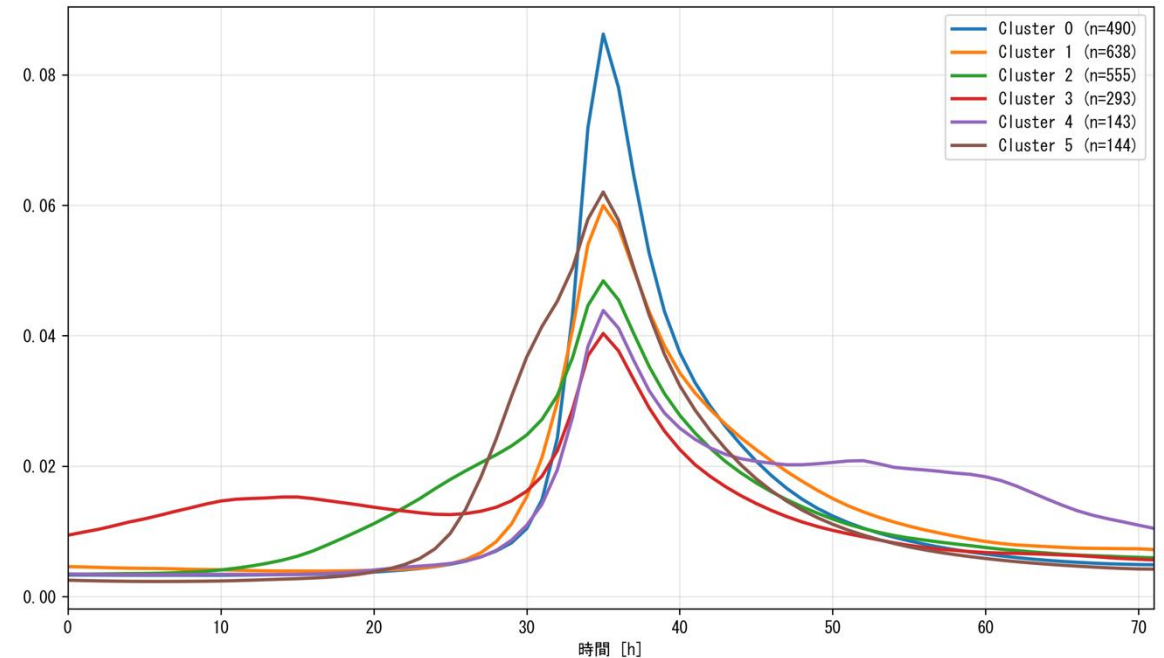
矢作ダム流入パターン

72時間累積最大区間



同じような波形でも、
ピークの違いで違うクラスに。

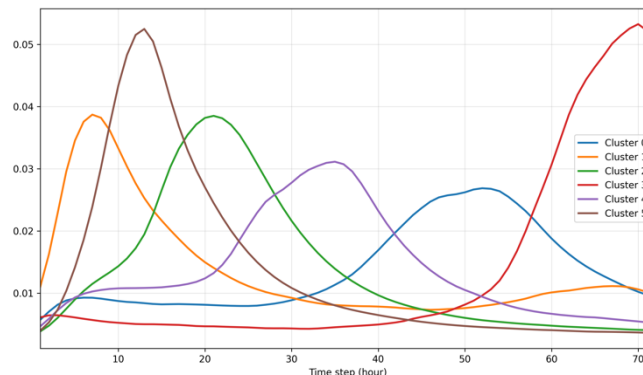
ピーク中心の72時間



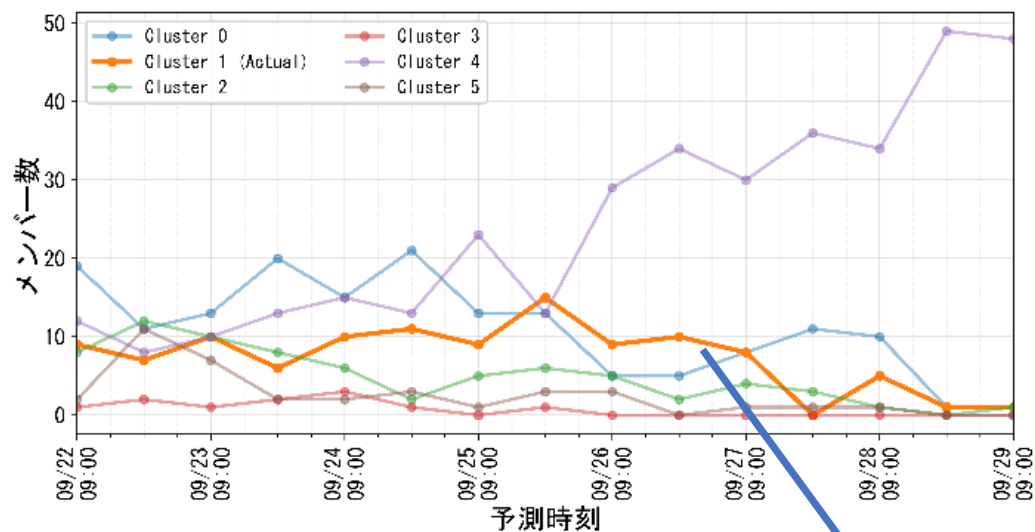
立ち上がりや減衰過程などを
細かく分類可能。

波形マッチング結果

①72時間累積最大区間

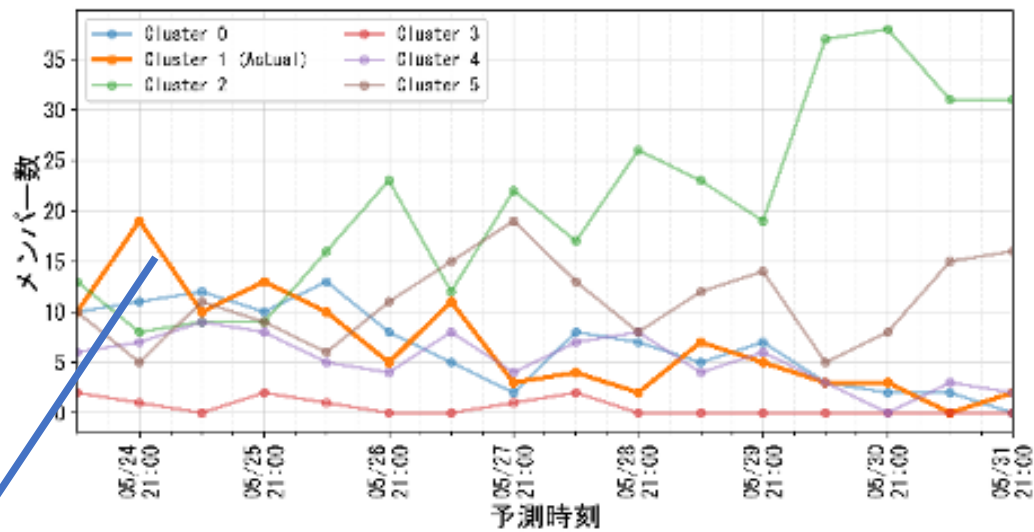


各クラスターの投票メンバー数



2018年台風24号

実績流入量がマッチングした
クラスターは濃く表示

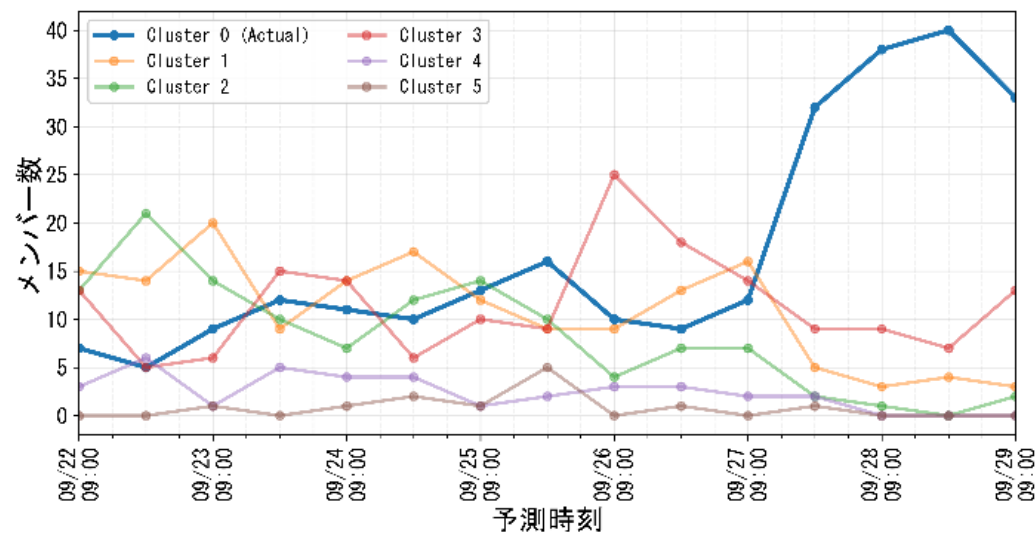
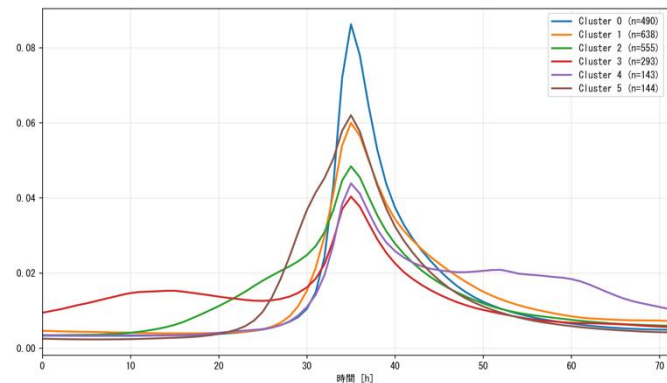


2023年5月前線性降雨

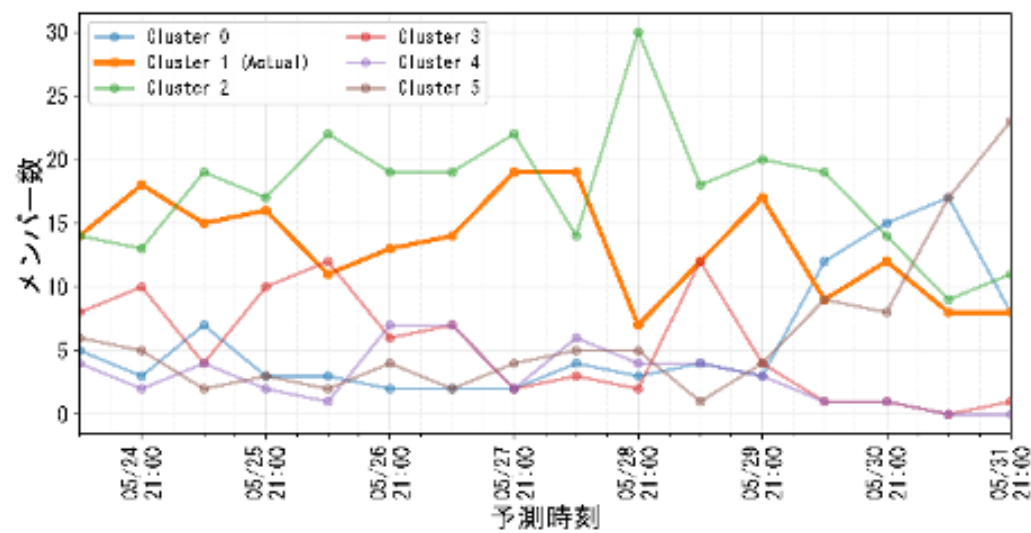
ピーク時刻のずれにより分類され、実績クラスターと一致するメンバーは限定的である。

波形マッチング結果

②ピーク中心の72時間



2018年台風24号



2023年5月前線性降雨

時刻のずれの影響が小さくなり、実績がマッチングするクラスと一致するメンバーが増える。
一方、前線性降雨では複数クラスに分散しやすい。

波形特性の予測手法

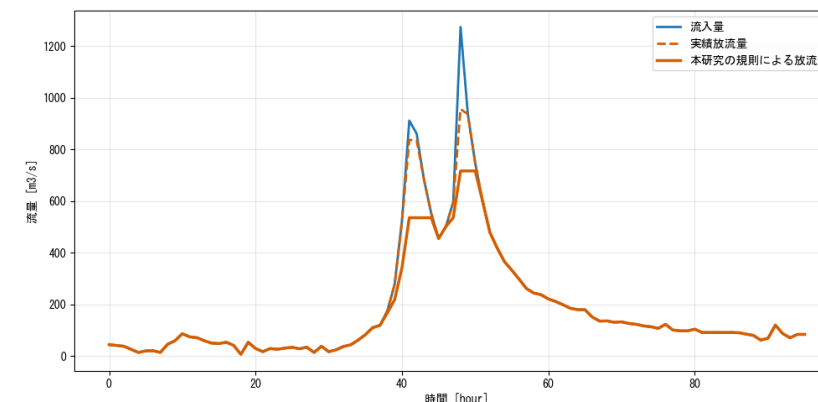
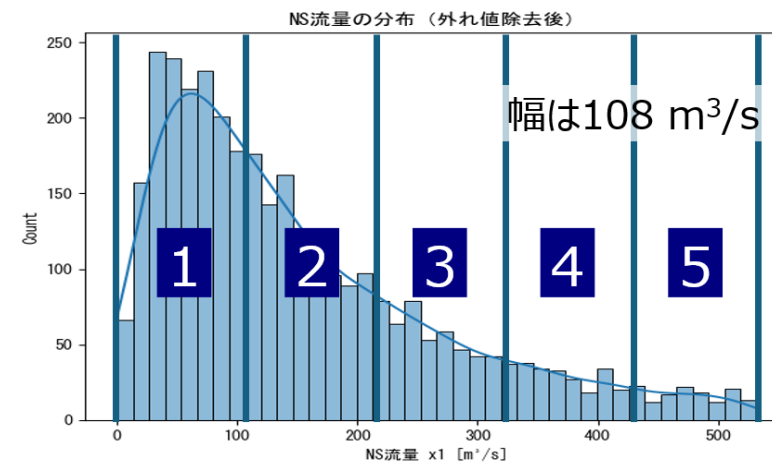
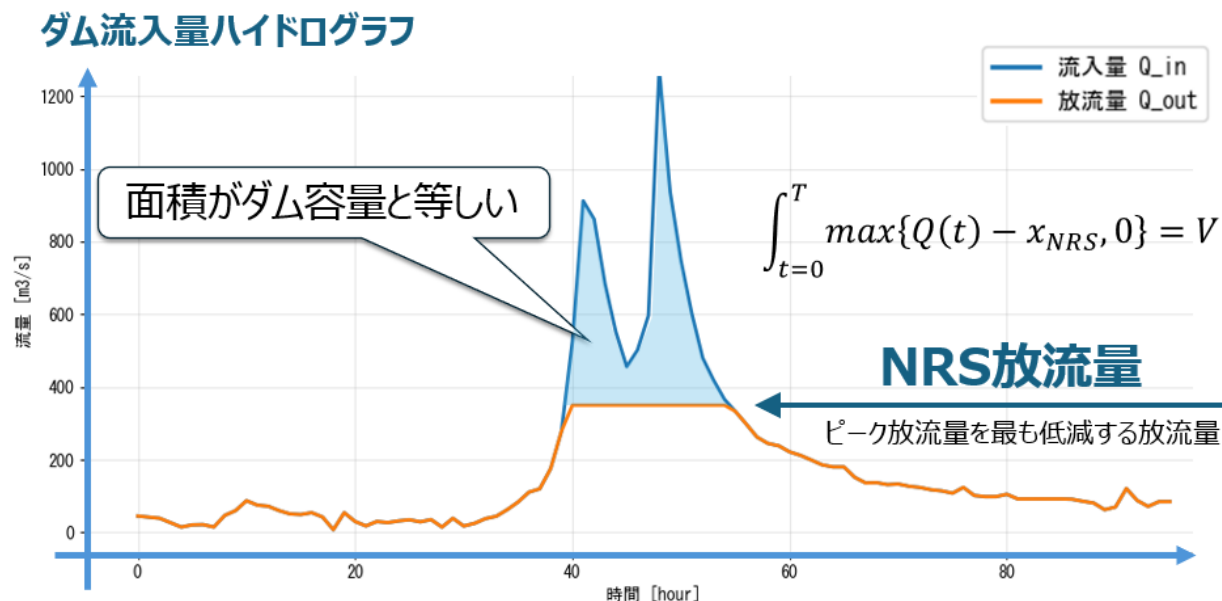
規模指標の提案

両者を合わせた統合予測

本研究で提案する規模指標

ピーク流量や累積流量も有効であるが、今回新しく提案

NRS放流量 (discharge **N**ot to exceed **R**eservoir **S**torage)



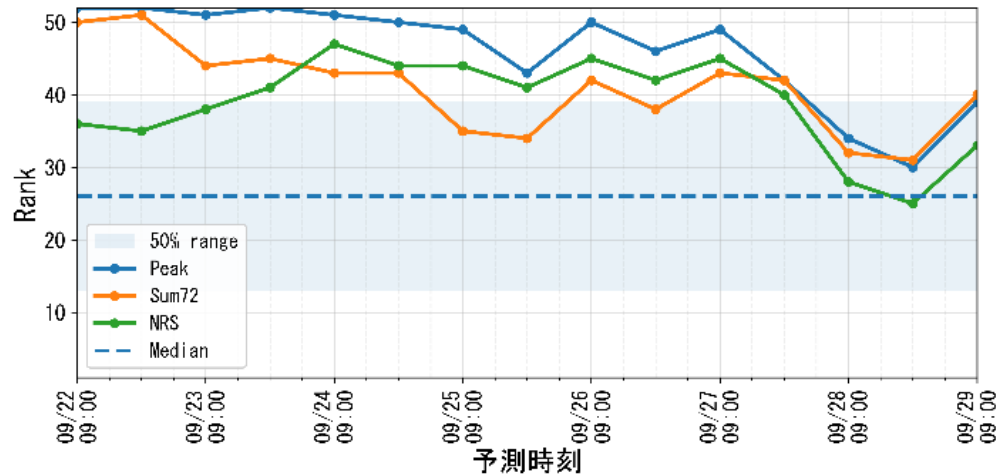
ダム操作に直接関係する指標であり、波形の平行移動に対して普遍（データの切り取り方に依存しない）

NRS放流量の予測可能性

- ・ 予測メンバー内での，実績の順位

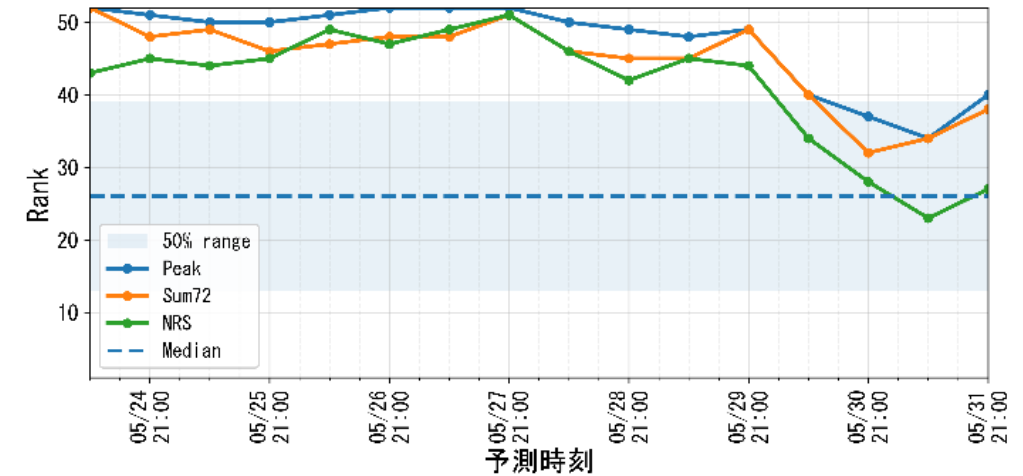
Rankの推移：2018年台風24号

Time variation of rank: Typhoon No. 24 in 2018



Rankの推移：2023年5月前線性降雨

Time variation of rank: frontal rainfall in May 2023



ピーク流量や累積流量と同等の予測可能性を示す。

波形特性の予測手法

規模指標の提案

両者を合わせた統合予測

予測流入時系列の構築

洪水ピーク時刻

Flood peak timing

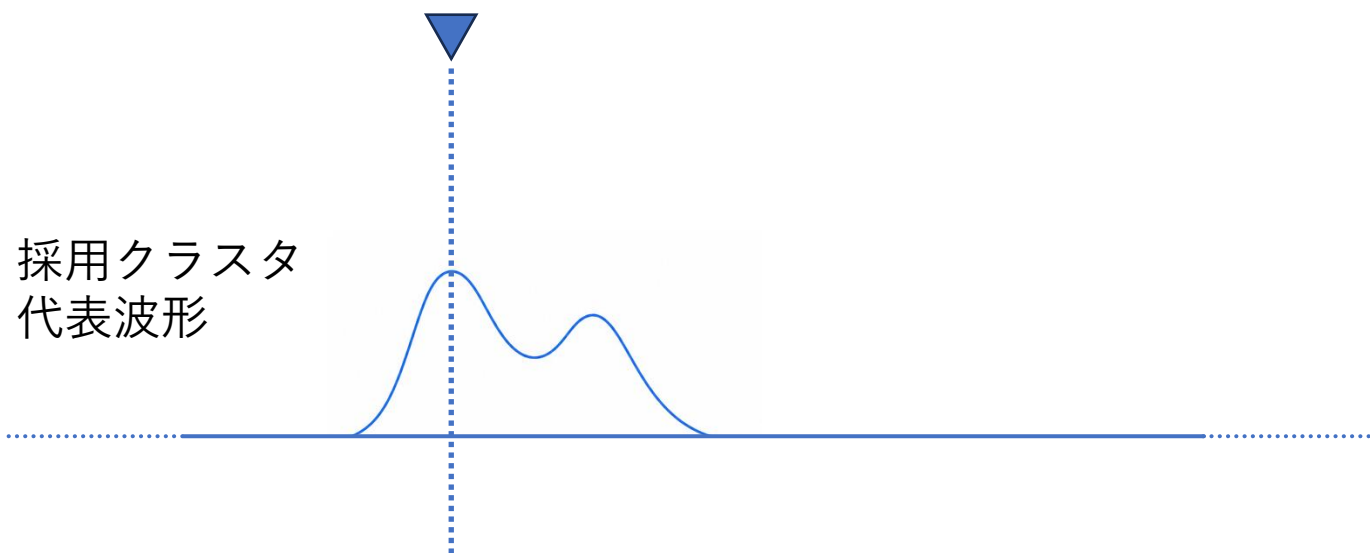
波形クラスタ

Hydrograph shape cluster

規模指標

Magnitude

ピーク時刻（アンサンブル中央値）



予測流入時系列の構築

洪水ピーク時刻

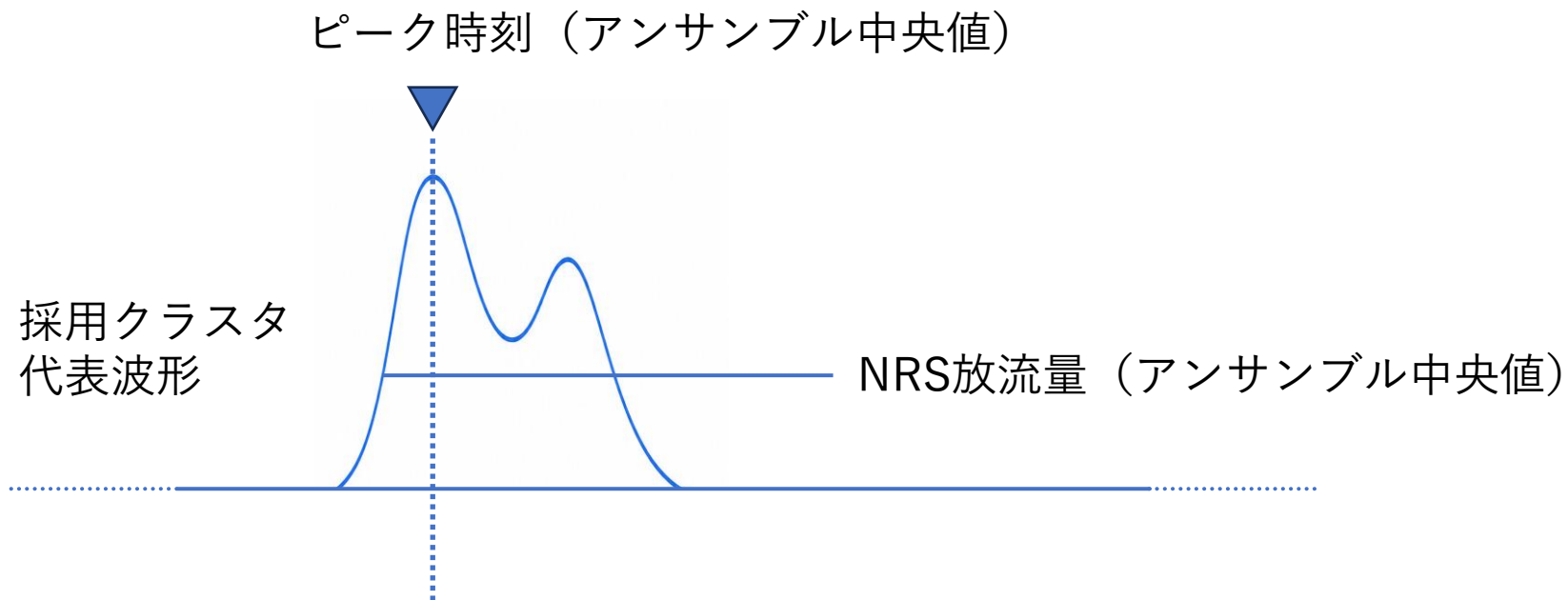
Flood peak timing

波形クラスタ

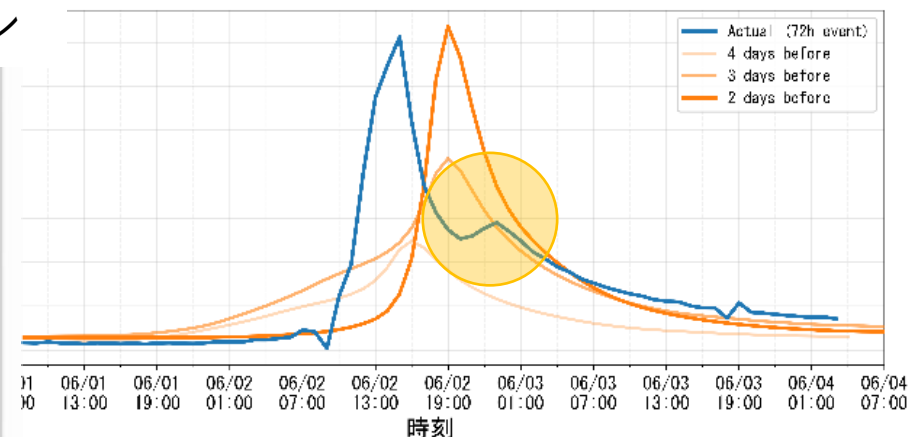
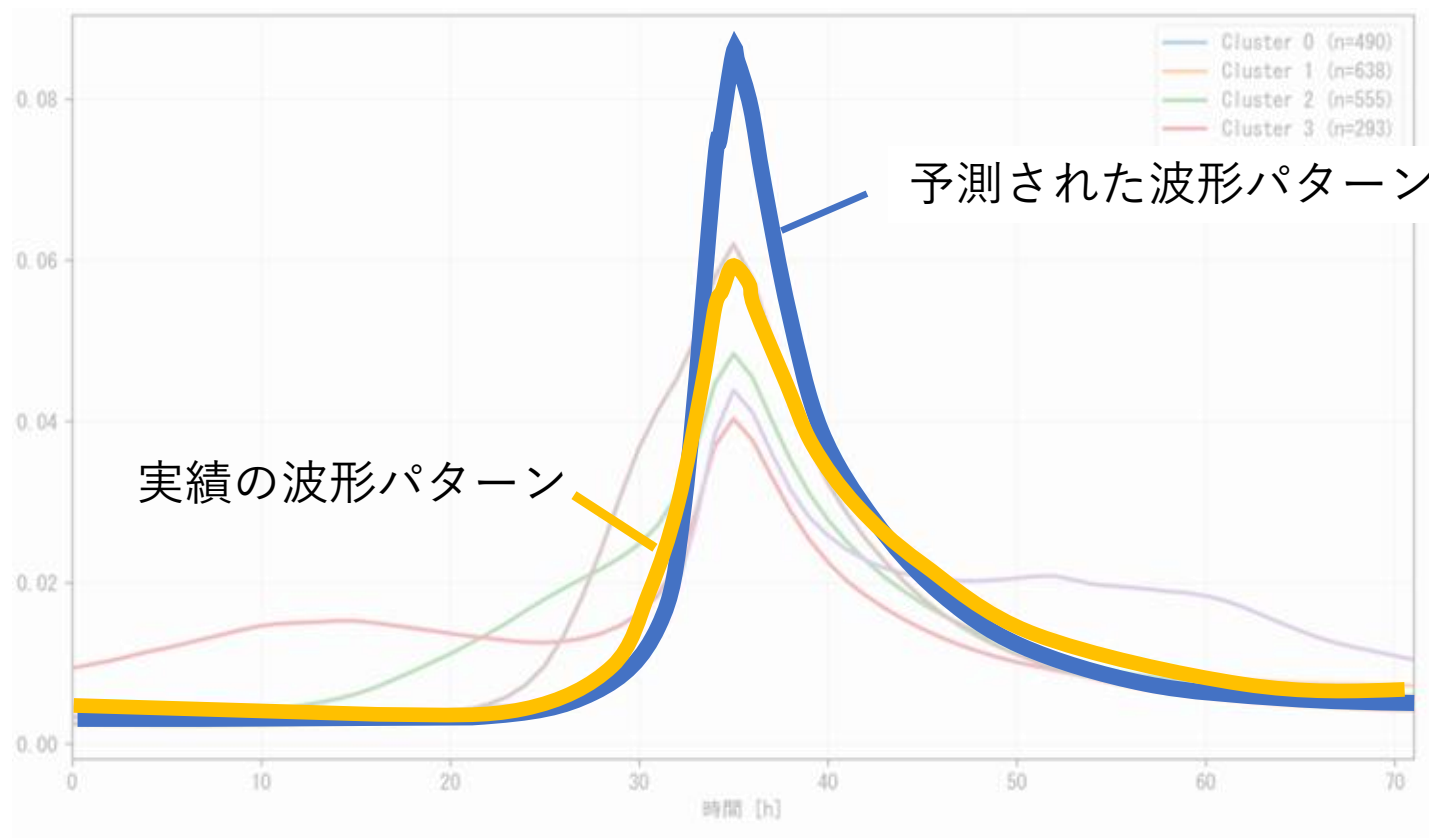
Hydrograph shape cluster

規模指標

Magnitude



予測流入時系列の構築



2023年5月前線性降雨

Frontal rainfall in May 2023

台風性の洪水では予測精度が高い一方、前線性の洪水では、流入ピーク時刻のズレが目立つ
ただし、大まかな波形の傾向は予測できている。

まとめ

- 洪水期間を明示的に定めることなく、アンサンブル予測から予測波形の構築を可能とする手法を構築した。
- 波形のパターン化では、ピークを合わせることにより、ピークの鋭さや、立ち上がり・減衰などの波形特性をより抽出することに成功。
前線性の降雨では実績とは異なるクラスターが採用されたが、形の近いクラスターであった。
- ダム操作により直接結びつきやすかつデータの切り取り方に依存しない新たな規模指標を提案し、その予測可能性を検証した。
この規模指標により、放流量が近い洪水を同じ規模帯に分類することが可能である。
- この研究は基礎的な検証を目的としているため、検証事例が少なく、一般化にはさらに多くの事例での検証が必要。