

# 国による洪水の予測技術について

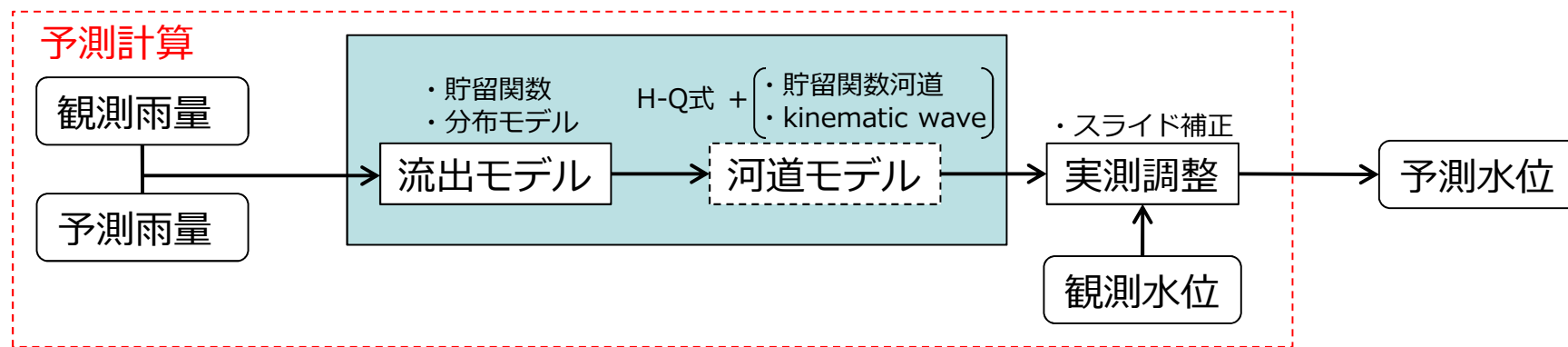
---

洪水及び土砂災害の予報のあり方に関する検討会 第3回

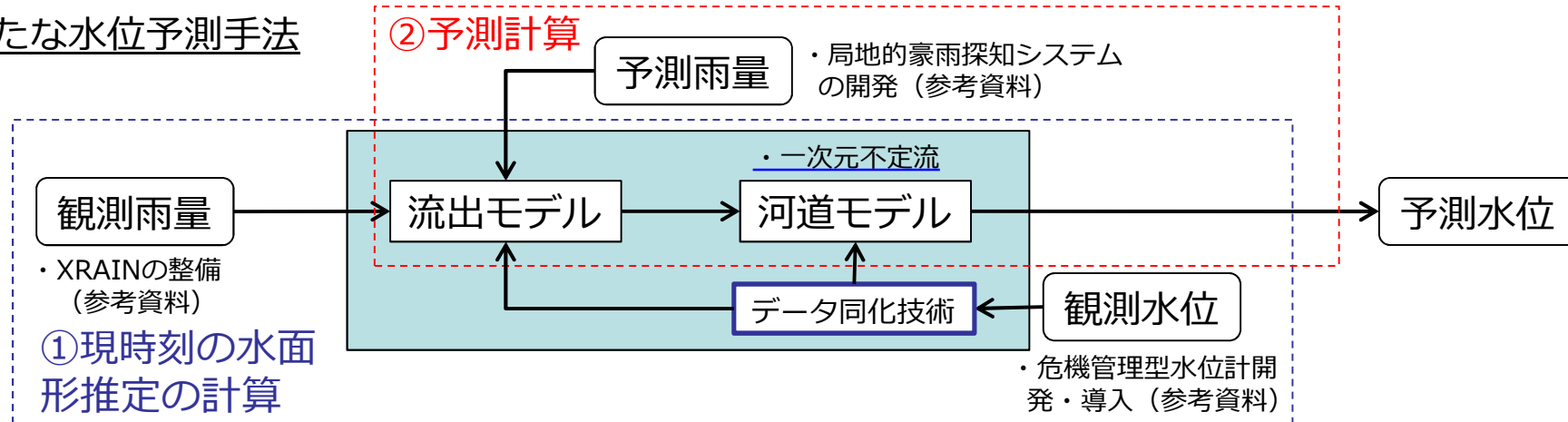
令和3年5月17日

- これまでの水位予測手法では、水位観測地点のみの予測であり、また、水位の実況等の情報を必ずしも十分に活用できていなかった。
- 水害リスクラインの予測手法では、河道モデルに一次元不定流を用いることを基本とすることで、地点予測から縦断水位予測への転換を図るとともに、データ同化技術により多くの観測水位を活用し、予測モデルの状態量等を逐次修正するようになっている。

### 従来の水位予測手法



### 新たな水位予測手法



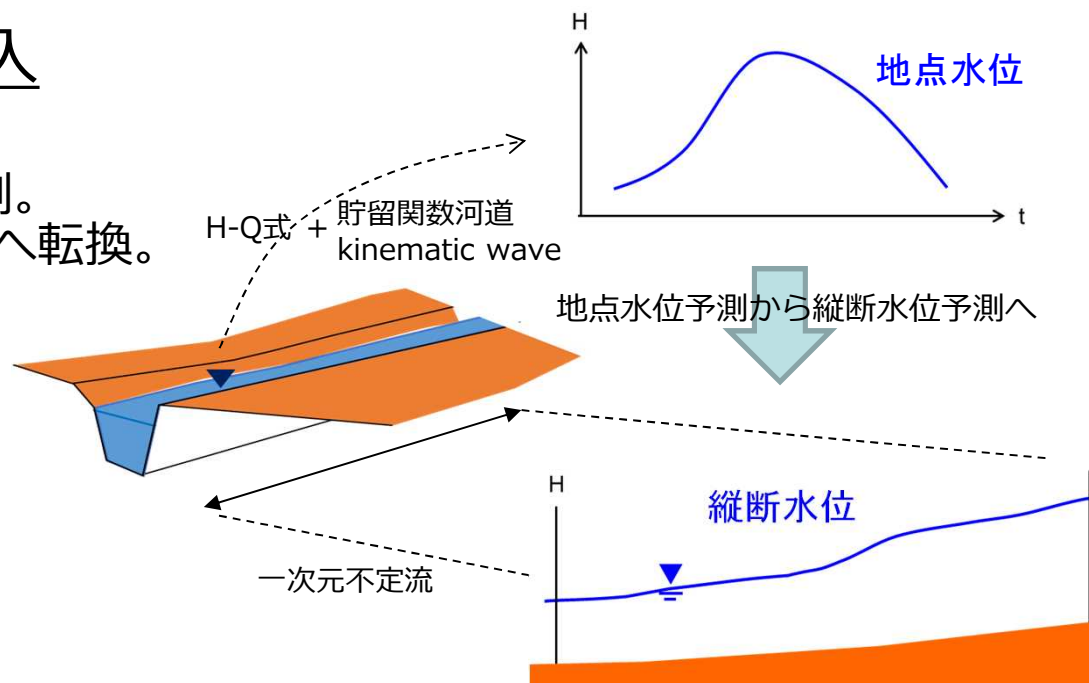
# 水位予測手法の高度化

## 一次元不定流モデルの導入

これまでの水位観測地点のみの予測。  
地点水位予測から縦断水位予測へ転換。

特徴：

- ・ 任意断面の水位予測が可能
- ・ H-Q式は不要

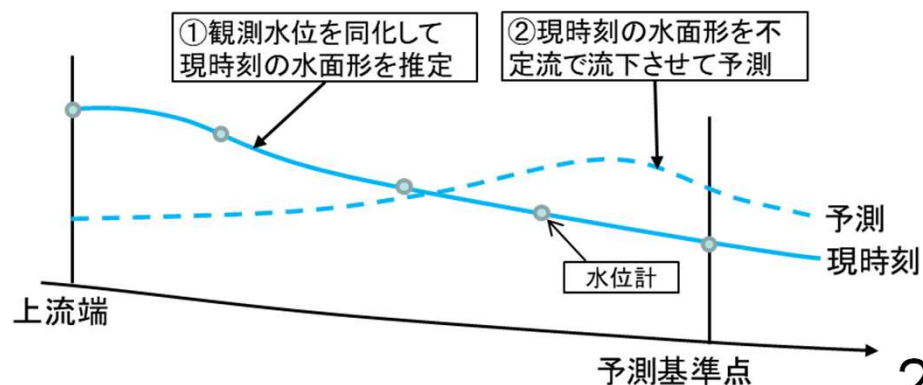


## データ同化技術の導入

多地点水位データ同化による水面形の推定と水面形の流下追跡に基づく予測

特徴：

- ・ 流下時間内であれば、流出モデルによる方法に比べて降雨予測精度の影響を受けにくい



# 水害リスクラインの河川水位予測モデルの構成

流出モデル、河道モデル、データ同化技術を組み合わせ、  
 国管理区間のみならず、県管理区間を含めた水系一貫の河川水位予測

## 【流出モデル】

⇒土研分布モデル

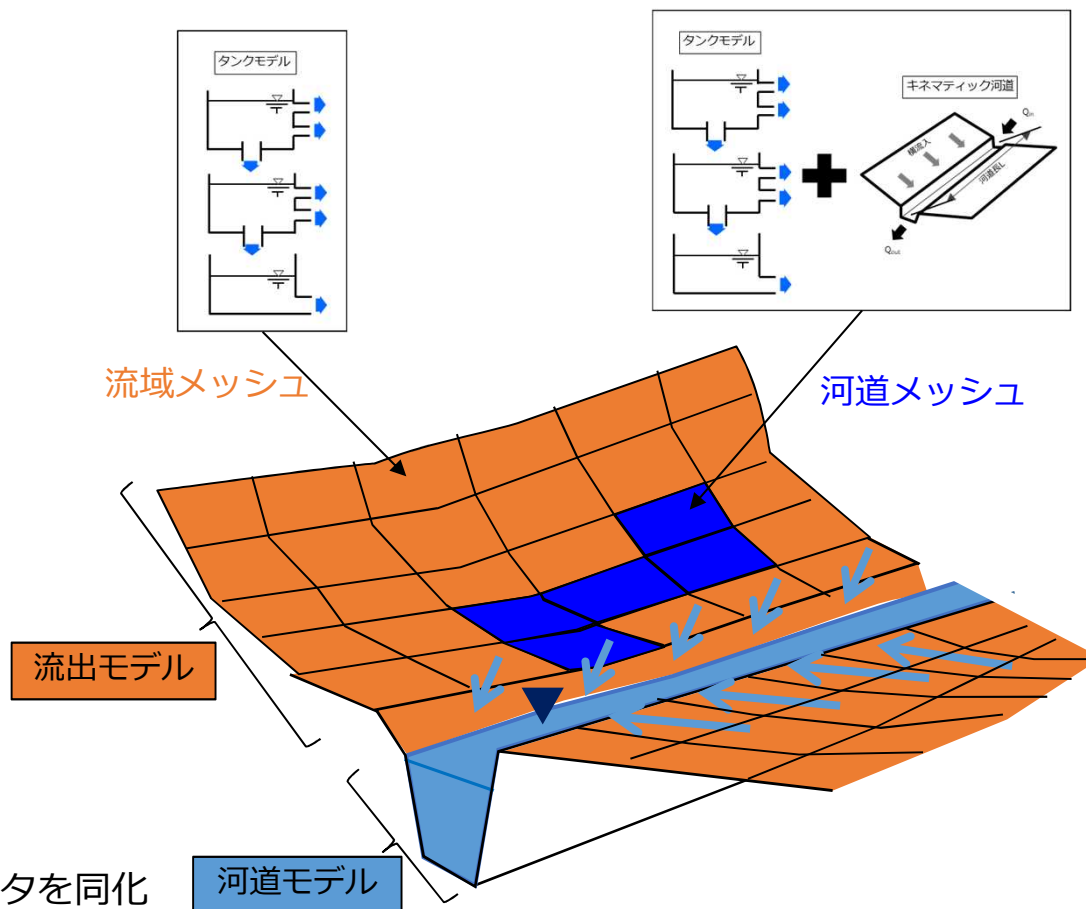
## 【河道モデル】

⇒一次元不定流モデル  
 (Dynamic wave モデル)

## 【データ同化】

⇒粒子フィルタ (**カスケード同化**)

- ・ 国、県管理の水位計等の多地点の水位データを同化
- ・ カスケード同化により多数の水位観測所の水位同化をリアルタイムで行うことを可能とする実用技術を開発。

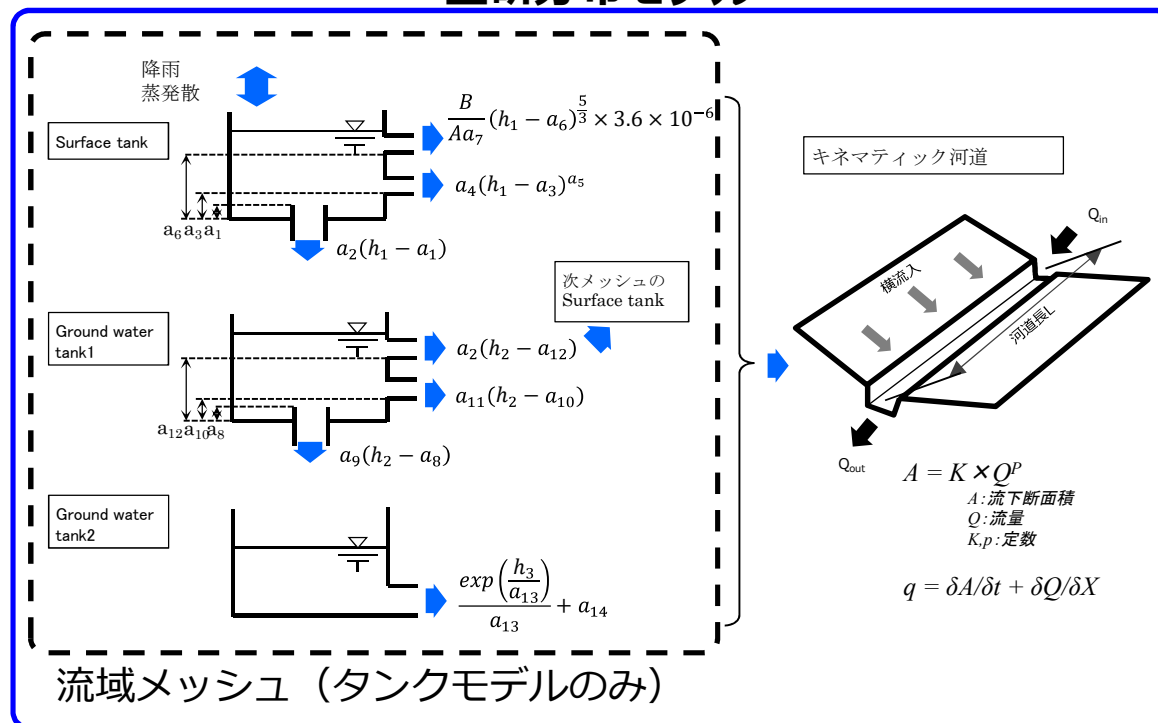


流出モデルのメッシュからの流出量を、河道モデルの横流入量として取り込み、流出モデルと河道モデルを結合

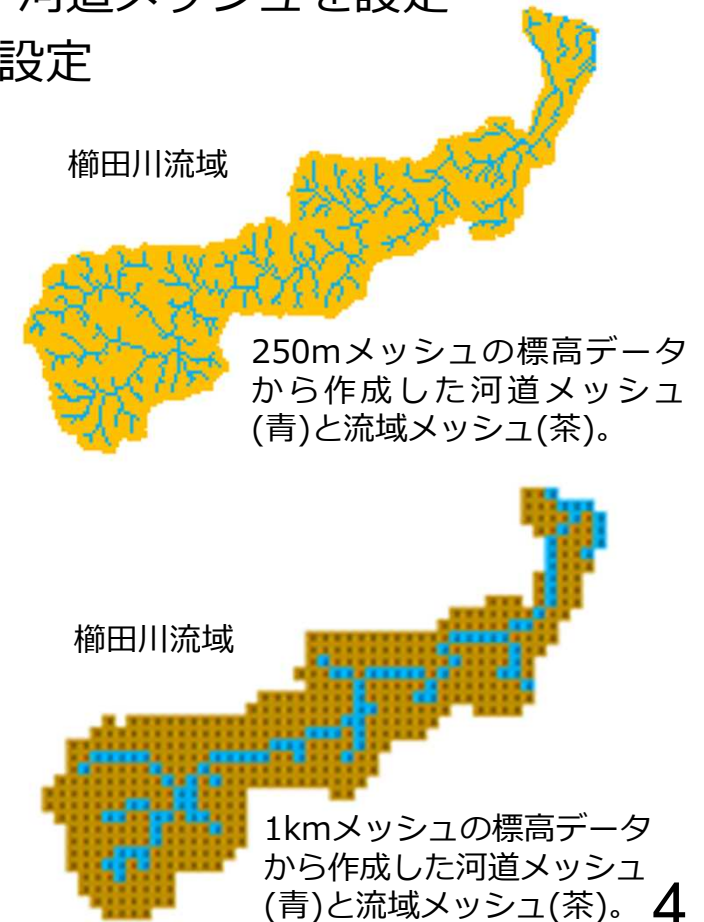
# 土研分布モデルについて

- 流域メッシュ、河道メッシュで構成される多段タンクモデル
- 国土数値情報の標高データを使用。メッシュサイズは250m。
- 国土数値情報の土地利用、地質分類に応じてメッシュを21種類に分類し、流出パラメータを設定。
- 当該メッシュの流域面積(=河道長) に応じて流域、河道メッシュを設定
- レジーム則により河道メッシュの矩形断面の川幅を設定

## 土研分布モデル



河道メッシュ (タンクモデル+kinematic waveモデル)



# 一次元不定流(Dynamic wave)モデルについて

- 国管理区間の断面データは、定期横断測量データを使用
- 県管理区間の断面データは、LPデータから作成した断面データを使用
- 断面データが連続した一連区間として存在する区間へ一次元不定流モデルを適用
- 河口の境界条件には、気象庁高潮予測の予測潮位を適用



河川	断面データ	河道計算
国管理河川	○ 定期横断測量	一次元不定流 (Dynamic wave)
県管理河川	○ 定期横断測量+LPデータ から作成した断面データ	一次元不定流 (Dynamic wave)
	○ 断面データが連続した一連 区間として存在する区間	一次元不定流 (Dynamic wave)
	△ 断面データが存在するが、 一連区間とならない区間	土研分布モデルの河道 メッシュによる計算 (kinematic wave)
	× 断面データなし	土研分布モデルの河道 メッシュによる計算 (kinematic wave)

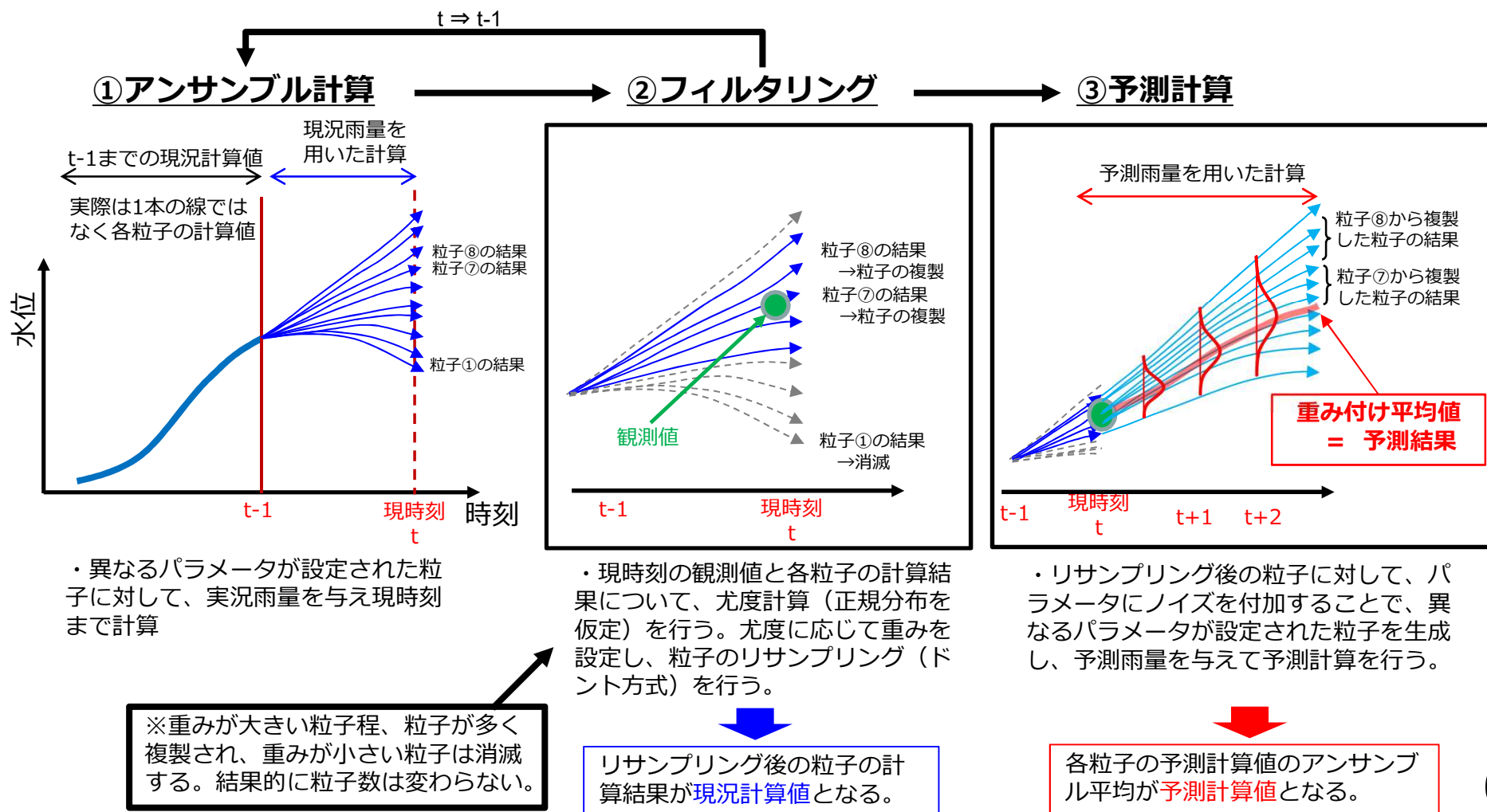
↑ 水位計算

↓ 流量計算

# 粒子フィルタについて

非線形・非ガウス型の状態空間モデル。ベイズ推定を根拠とする手法。粒子フィルタではシステム方程式（河川水位予測に適用する場合、流出+河道モデルがシステム方程式となる）を粒子と呼ぶ。パラメータや状態量が異なる多数の粒子を準備し、アンサンブル計算を行い、計算値と観測値から計算される尤度の大きい粒子を採用することによって、最適なパラメータや状態量を確率的に得る。

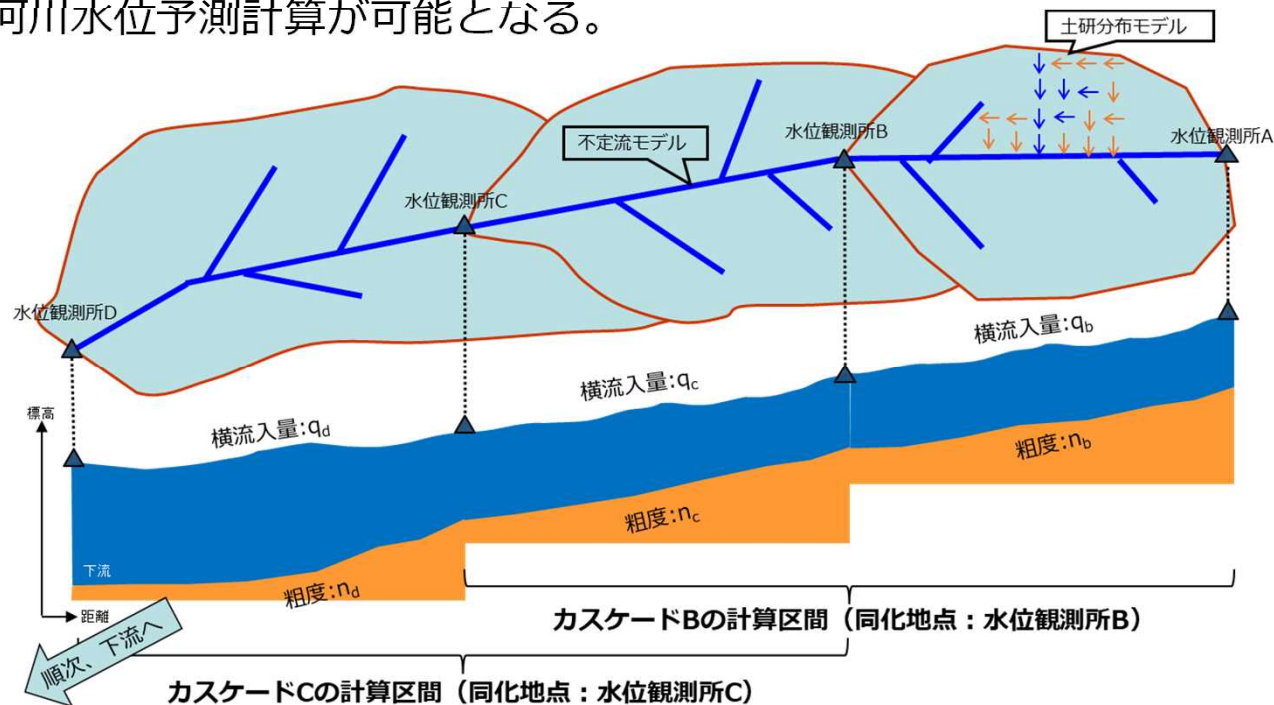
## 【粒子フィルタによる計算手順】



# カスケード同化について

## カスケード同化

- ・同化地点に対して上・下流の水位観測所の区間（カスケード区間）を一部重複するよう  
にずらしながら連続的に設定し、上流からカスケード区間毎にデータ同化を行い、カス  
ケード区間の同化地点の流量を下流側カスケード区間の上流端流量として引き渡しなが  
ら、順次、下流へ同化計算を行う。
- ⇒パラメータ、状態量をカスケード分割単位でデータ同化することで確からしいモデルパ  
ラメータ、状態量が縦断的に設定された流出+河道モデルを得ることが可能となる。
- ・カスケード同化の計算負荷は観測所数に比例して増大。一方、カスケード分割をしない  
で同様の同化計算をした場合の計算負荷は観測所数のべき乗に比例して増大。
- ⇒カスケード同化により計算負荷が軽減され、リアルタイムで多地点の観測水位をデータ  
同化した河川水位予測計算が可能となる。



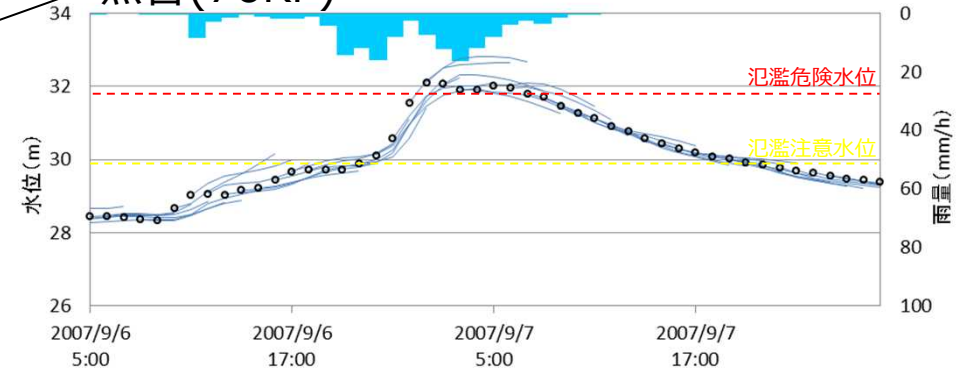


荒川流域

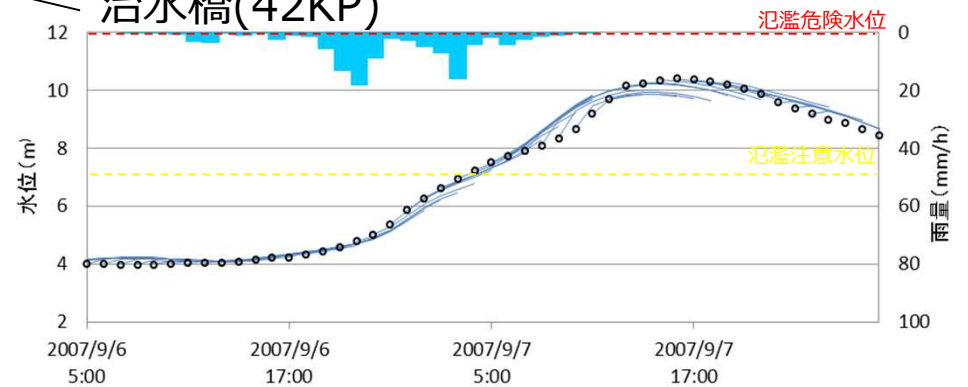


2007年9月出水

熊谷(76KP)



治水橋(42KP)



※本計算は、実測雨量を予測雨量として計算した結果

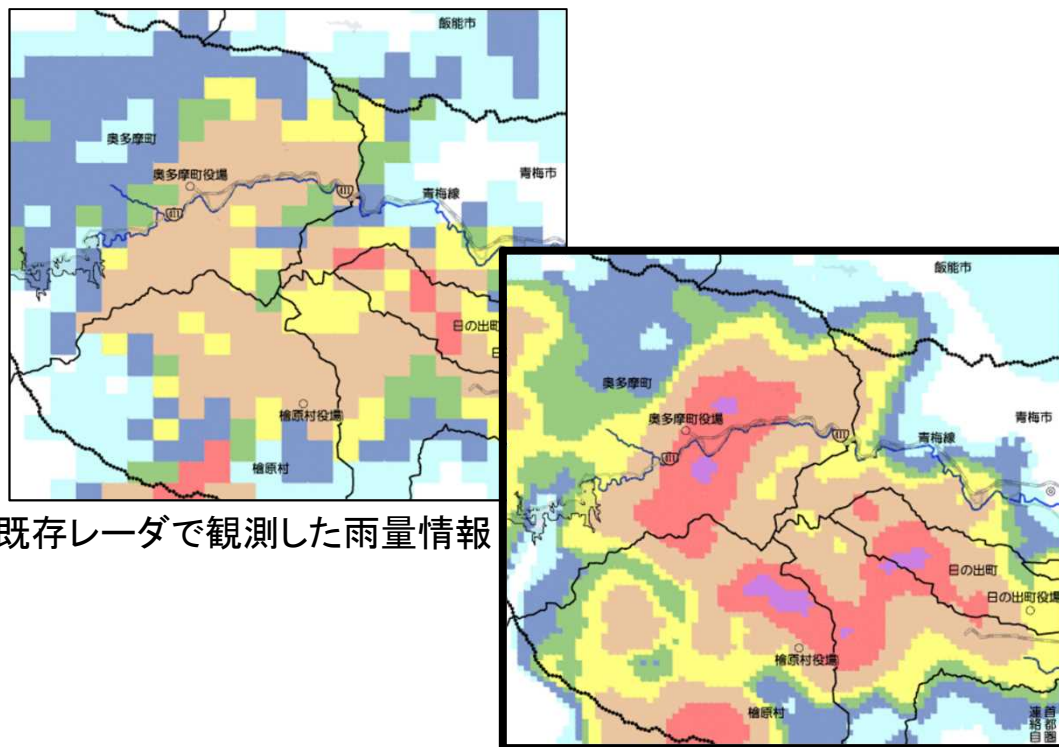
下流ほど洪水波の河道伝播による予測の支配されることから、  
熊谷より下流に位置する治水橋は、予測のバラツキが熊谷と比較して小さい

## 水害リスクラインの河川水位予測モデルの仕様

	仕様	備考
予測先行時間	6時間先	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実況雨量は、国交省Cバンドオンラインキャリブレーション雨量を使用。</li> <li>・予測雨量は、気象庁ナウキャスト、降水短時間予報を使用。</li> </ul>
予測更新間隔	10分間隔	
流出計算	250mメッシュ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流出パラメータは21種類の土地利用を考慮。</li> <li>・データ整備が十分でない中小河川の流出計算も実施。</li> </ul>
水位計算	縦断水位 (200~400m間隔)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・定期横断測量、LPデータから作成した断面データを使用し、国、県管理区間(一部)の河川水位を予測。(※表示は洪水予報の予報区域に限定)。</li> </ul>
データ同化	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カスケード同化による多地点水位同化により現時刻の水面形を推定。</li> </ul>
ダム操作	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流域内のほぼ全てのダムの操作規則をモデル化し、ダムの操作規則を考慮した水位予測計算が可能。</li> </ul>
バックウォーター	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・河道モデル区間では、バックウォーターによる支川の堰上げを考慮した水位予測計算が可能。</li> </ul>
潮位変動、高潮	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・河口の境界条件に気象庁高潮予測の予測潮位を与えているため、感潮区間の潮位変動や高潮偏差を考慮した水位予測計算が可能。</li> </ul>
河床変動	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データ同化による粗度係数の逐次修正により、間接的に河床変動の影響が考慮される。</li> </ul>
氾濫	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>・越水・決壊等による河川水位(流量)の変化は考慮していない(壁立て計算)。</li> </ul>

## (参考)レーダ雨量計による降雨監視の高度化

近年、増加する集中豪雨や局所的な大雨による水害や土砂災害等に対して、施設管理や防災活動等に役立てるために、既存のCバンドレーダ雨量計を高性能化し、XバンドMPレーダ雨量計と組み合わせることにより、高分解能・高頻度で、ほぼリアルタイムな雨量情報(XRAIN)の配信エリアを全国に順次拡大。

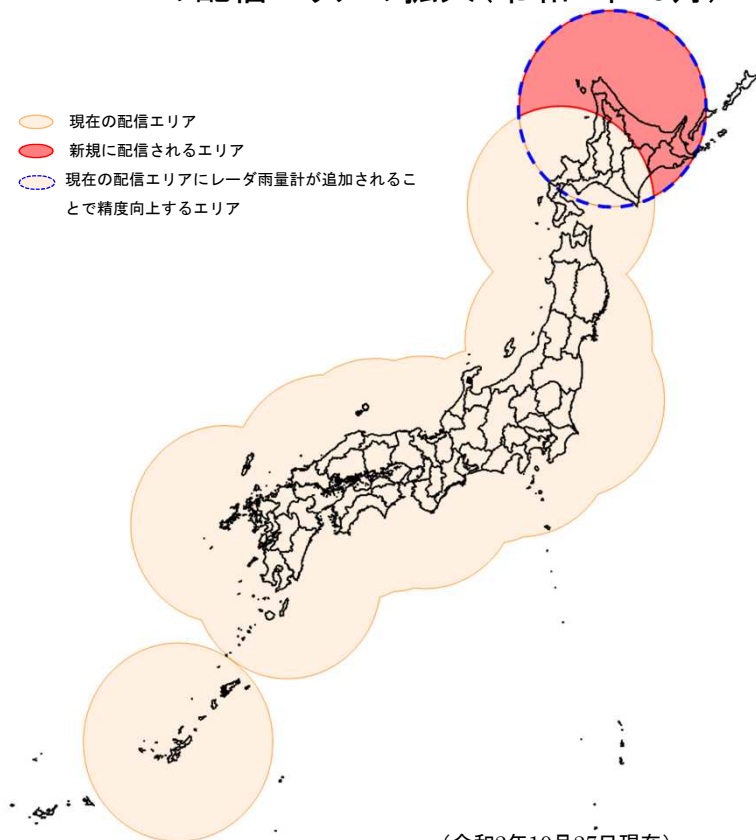


既存レーダで観測した雨量情報

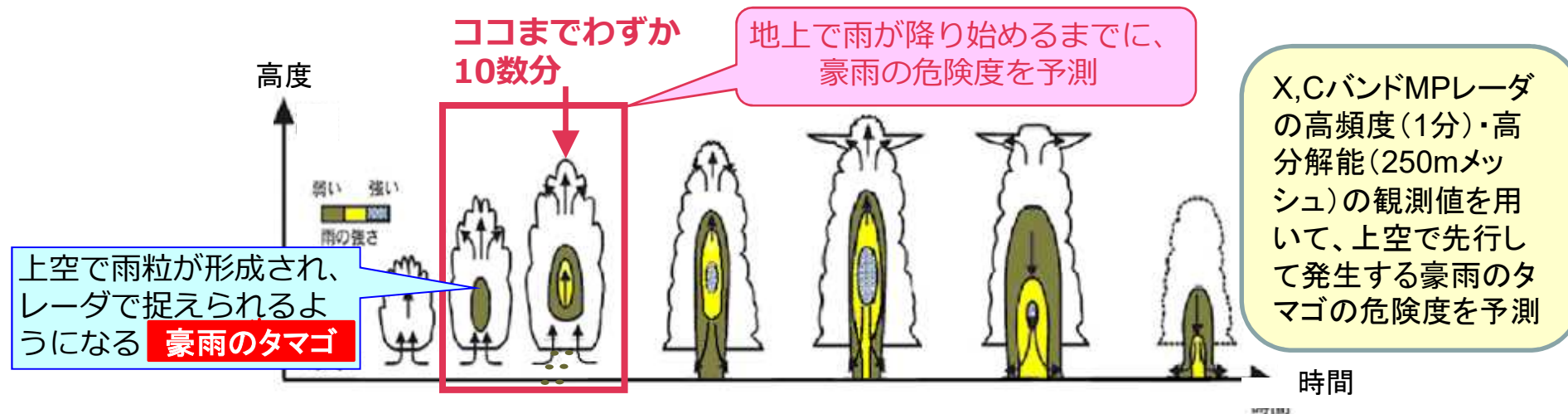
XRAINで観測した雨量情報

	既存レーダ	XRAIN
配信(観測)間隔	5分	1分
配信メッシュ	1kmメッシュ	250mメッシュ
配信遅れ	5~10分	1~2分

### XRAINの配信エリアの拡大(令和2年10月)



# (参考)レーダ雨量計による局地的豪雨探知システムの開発



## 目的

急激に発達する局地的な豪雨による災害を防止するために、数分から10分程度先に豪雨となる可能性を予測するシステムを整備

## 対象

発生から30分以内で50mm/hに急発達する積乱雲

## 危険度の探知方法

ドップラー風速から推定する鉛直渦度により危険度を判定

## 探知範囲

大阪、神戸、京都、堺の重点監視地域を含み、複数台のX,CバンドMPLレーダによって観測可能な範囲(地上~上空10km)

- ・革新的河川技術プロジェクトにおいて開発された洪水時の観測に特化した低コストの水位計
- ・危機管理に用いることを目的とすることにより特化することと、汎用技術を活用した機器等の開発により電力消費量、通信量を抑制し、水位計の導入・運用コストの低廉化を図り、水位計の整備を促進。
- ・令和2年7月末時点において、危機管理型水位計の設置箇所は約7,000カ所となっている。

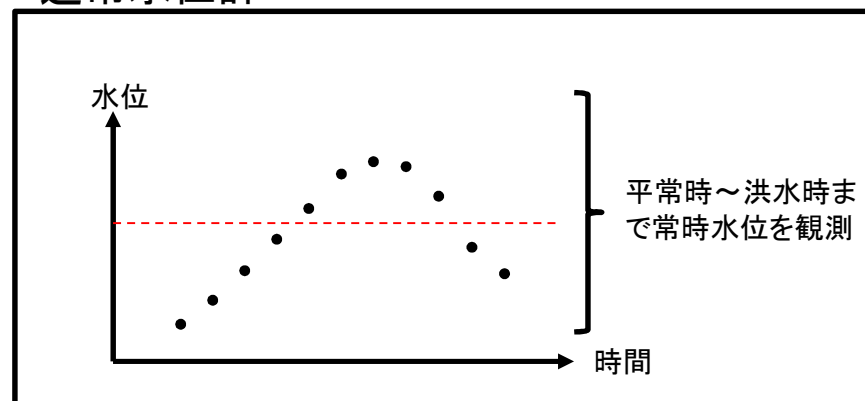


危機管理型水位計  
(危機管理型水位計に関するポータルサイトより転載)



危機管理型水位計の観測情報の提供  
(川の水位情報HP)

## 通常水位計



## 危機管理型水位計

