

気候変動による水資源への影響評価

ガイドライン（案）概要

令和8年7月8日

本ガイドラインでは、気候変動による水資源への影響について、**全国的な影響（3章）を整理するとともに、流域単位の影響評価手法（4章）や評価結果の活用イメージ（5章）**をとりまとめた。

3章 気候変動による水資源への全国的な影響

- 積算降水量の変化は小さいが、50mm/日未満の降水量が減少し、50mm/日以上降水量が増加するなど降水パターンの極端化が進む。
- 本州以南の地域では年最積雪深及び降雪量が減少し、全国的に蒸発散量は増加する。
- 渇水流量（1/10渇水流量）は109水系のうち6水系で増加、71水系で減少し※、平均では0.79倍になるとの予測があり、また渇水の長期化や同時生起も予測されている。※1%以内の増減を変化なしとした場合

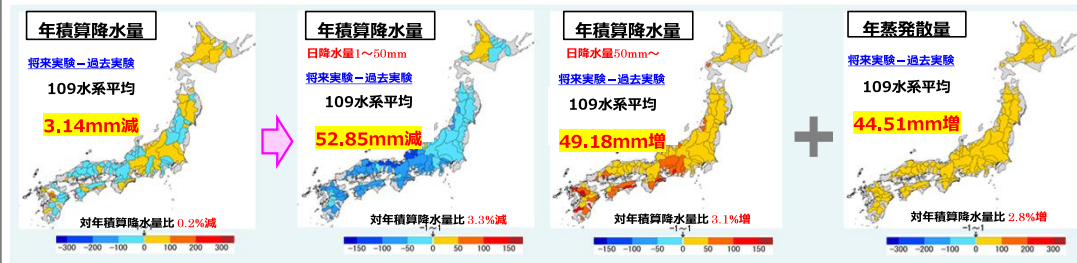


図 3.2 年積算降水量の変化（将来実験－過去実験）[2]

[2]西村宗倫ら「WBC-d4PDF5km(2022)を用いた気候変動による渇水への影響のマクロ的評価」土木学会論文集(地球環境)Vol.81, No.27(2025)、引用した図は本ガイドライン作成時に一部改変。

図 3.4 年蒸発散量の変化（将来実験－過去実験）[2]

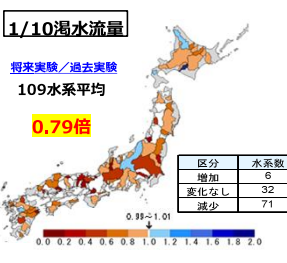


図 3.5 河川流量の変化（将来実験／過去実験）[2]

5章 評価結果の活用イメージ

- 流域総合水管理の水利用の取組として、流域の関係者間で評価結果を共有することが重要。必要に応じて関係者間で課題や適応策について議論を深めていくことが想定される。
- 本ガイドラインの活用イメージは一例であり、地域の実情に応じて幅広い議論が進められることが望ましい。

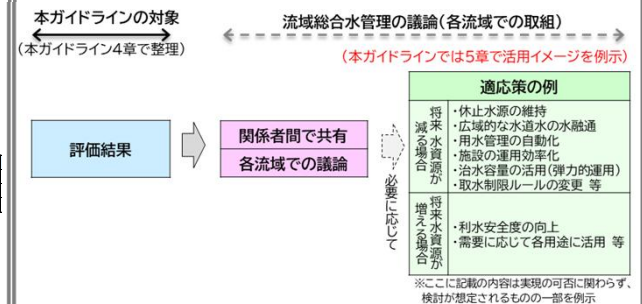


図 5.1 気候変動による水資源への影響に関する取り組み（議論）の進め方イメージ

4章 気候変動による水資源への影響評価手法

4.2 現状把握

観測された降水量や流量等の経年変化や季節変化を定量的に整理する。

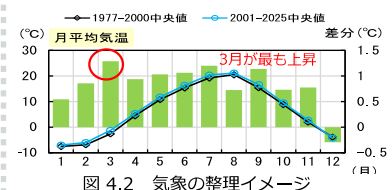


図 4.2 気象の整理イメージ

4.3 気象要素への影響の把握

多数のアンサンブル実験により将来の不確実性を幅で表現できる。d4PDFを用いることを基本とする。

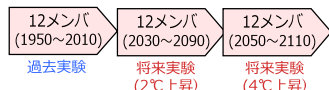


図 4.7 全国5kmメッシュアンサンブルデータ (d4PDF_5kmDDS_JP)

4.4 河川流量への影響の把握

低水部の再現性に留意して流出計算モデルを構築する。d4PDFを用いることで、幅を持った予測結果が得られる。

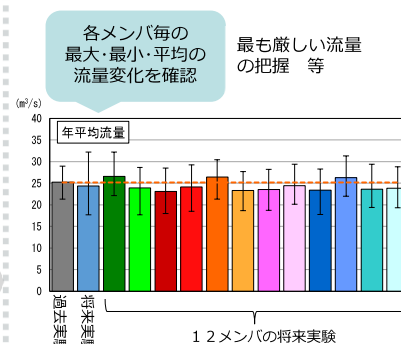


図 4.10 流況（低水・渇水流量等）の変化（過去実験・将来実験）

4.5 水資源管理への影響把握

水運用計算を行い、現在と将来のダム貯水池運用等を整理することで、ダム枯渇期間、不足容量や供給可能量等を把握する。

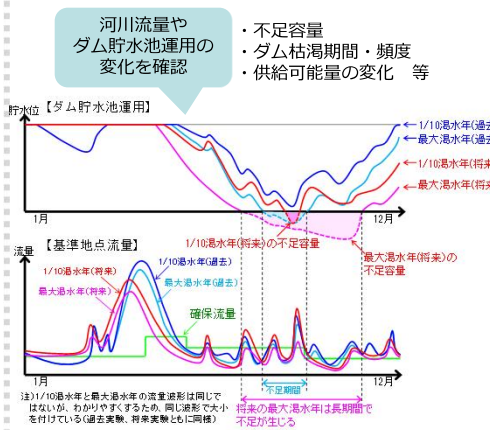


図 4.12 貯水池運用及び基準地点流量の評価結果のイメージ

5.1 近年深刻な渇水が発生している流域

- 将来起こりうる深刻な渇水の影響をあらかじめ把握することができる。
- 例えば、現行の取水制限ルールを維持した場合の将来の取水制限日数やダム枯渇期間等を把握し、取水制限の開始のタイミングや基準、取水制限率の見直しなど課題と適応策の方向性について議論することが想定される。

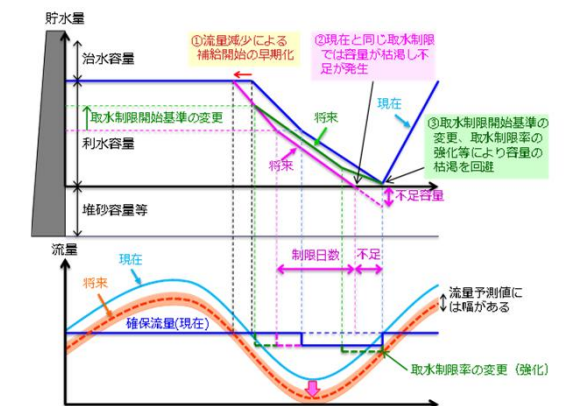


図 5.2 深刻な渇水があった流域における運用見直しの検討イメージ

ガイドライン（案）の目次は以下のとおり。

1. ガイドラインの位置づけ
2. 本ガイドラインの構成と活用にあたっての基本的事項
3. 気候変動による水資源への全国的な影響
4. 気候変動による水資源への影響評価手法
 4. 1 影響評価の手順
 4. 2 現状把握
 4. 3 気象要素への影響把握
 4. 4 河川流量への影響把握
 4. 5 水資源管理への影響把握
5. 評価結果の活用イメージ
 - 5.1 近年深刻な渇水が発生している流域
 - 5.2 水需要が大きい流域
 - 5.3 将来降雪や融雪の影響が大きく現れる可能性がある流域
 - 5.4 将来水資源が増加する可能性がある流域

1. ガイドラインの位置づけ

- 本ガイドラインは、将来の気候変動による水資源への影響について**評価手法等に関する現時点の知見をとりまとめたもの**である。
- 本ガイドラインを参考に、気候変動による水資源への影響に関する評価結果が**流域の関係者間で共有**され、流域総合水管理において**気候変動による影響を踏まえた水資源の有効利用に資する取組が推進**されることを想定している。

<背景、目的>

- ・ 本ガイドラインでは、降水・河川流量・ダム貯留水といった供給側（以下、供給側）の将来変化を対象としてとりまとめている。
- ・ 本ガイドラインを活用した影響評価を行うことで、将来の水資源量の変化傾向等が明らかとなることから、**各流域の関係者間で評価結果や問題意識が共有され、当面のソフト対策や制度的な課題も含めた議論が行われることを想定**している。
- ・ 本ガイドラインに基づき影響評価を行う主体としては、流域総合水管理に係る取組の担い手の一員であり、観測データや施設情報等を保有する河川管理者が適任であると考えられるが、地域の実情に応じた丁寧な議論が必要になると考えられることから、**当面の間は、全国109の一級水系のうち一部の水系を対象として、国の河川管理者が評価を行うことを想定**している。

<需要側の扱い>

- ・ 本ガイドラインでは、**供給側の将来変化を対象としており、将来の需要側の変化については扱わない**が、ガイドラインをもとに試算された河川流況を用いて、各流域の状況に応じて、需要側の変化を考慮し総合的に検討することを否定するものではない。

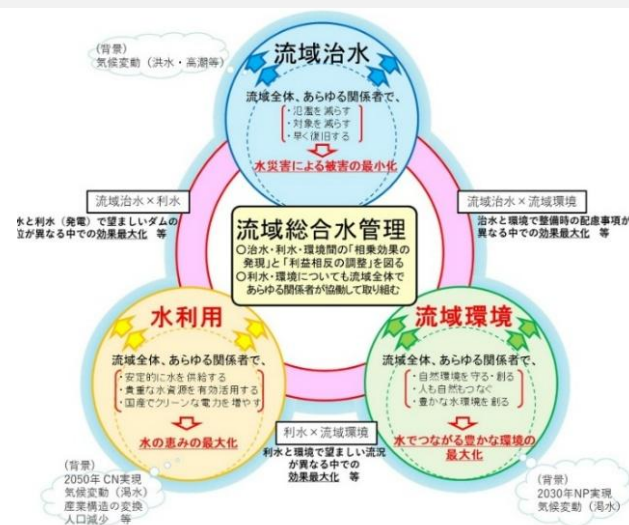
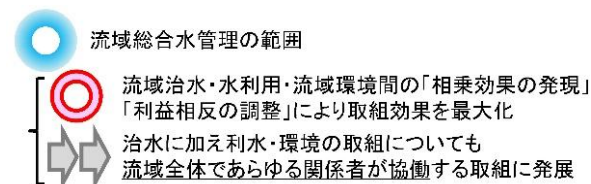


図 1.1 流域総合水管理のイメージ



【流域総合水管理が目指す方向性】

治水に加え利水・環境も流域全体であらゆる関係者が他者を尊重しながら協働して取組を深化させるとともに、流域治水・水利用・流域環境間の「相乗効果の発現」「利益相反の調整」を図り、一体的に取り組むことで「水災害による被害の最小化」、「水の恵みの最大化」、「水でつながる豊かな環境の最大化」を実現させる「流域総合水管理」を推進する。

◆留意事項◆

- ✓ 本ガイドラインに基づく評価結果は、**流域の関係者が連携した既存施設の有効活用等による総合的な水のマネジメントの推進において活用されることを想定**しているものであり、**評価結果をもって直ちに施設計画に用いることは想定していない**。

- 本ガイドラインでは、読者の理解を助けるため、**気候変動による水資源への全国的な影響について記載した後、各流域で実施する影響評価手法について記載**した。
- さらに、各流域の状況に応じて様々な議論が円滑に進むよう、**参考として評価結果の活用イメージも併せて記載**した。

＜本ガイドラインの構成＞

Step1：

気候変動による水資源の全国的な影響を概観し、その傾向を把握することが重要。本ガイドラインの**3章では、各種報告書や既往研究で示されている気候変動による水資源への全国的な影響を記載**。

Step2：

各流域の課題等を明らかにするため、気候変動による水資源への影響評価を実施することが重要。本ガイドラインの**4章では、各流域で気候変動による水資源への影響を定量的に評価する手法とその評価結果の例を記載**。

Step3：

各流域において評価結果を関係者間で共有した上で、地域の実情に応じた課題や適応策の検討などの幅広い議論が行われることを想定。本ガイドラインの対象はStep2の影響評価の実施までであり、その先の議論については各流域の判断に委ねられるものであるが、議論の参考となるよう、本ガイドラインの**5章では、評価結果の活用イメージも併せて記載**。

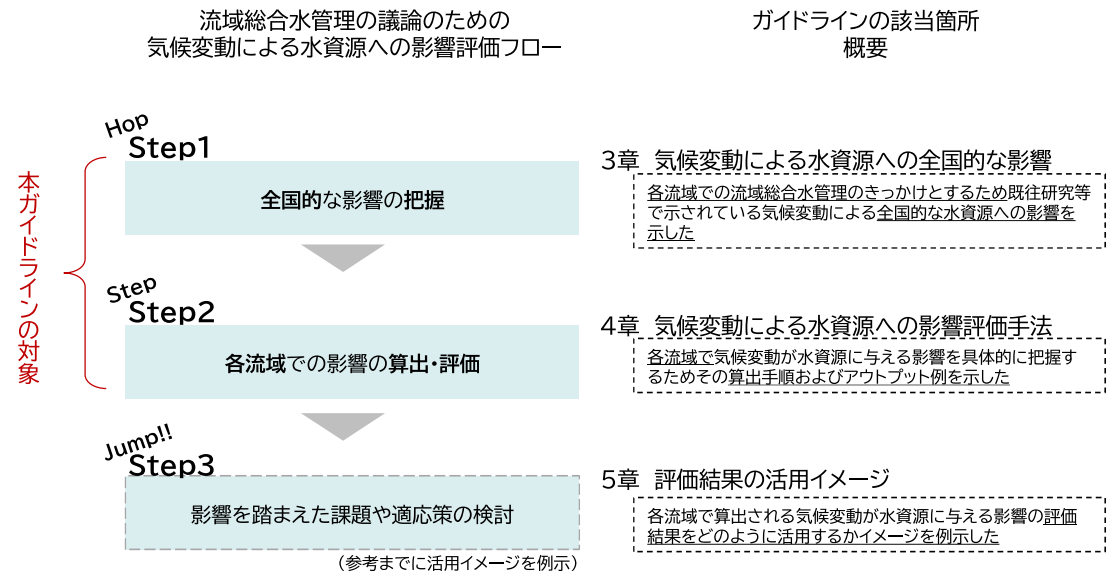


図 2.1 本ガイドラインの構成

＜基本的事項＞

○将来予測に用いるデータの特徴

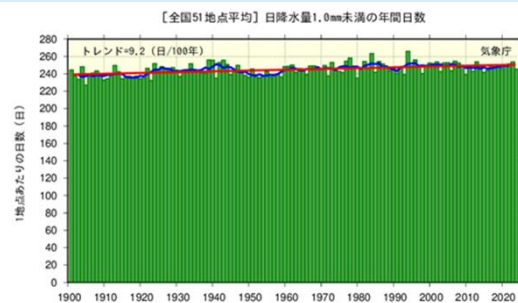
- ・ 本ガイドラインでは、**主にd4PDF（気候変動対策に資するアンサンブル気象予測データベース）を用いた将来予測結果を掲載**。
- ・ d4PDFは多数のアンサンブル（複数回の実験例）を用いることにより、単一の結果ではなく、不確実性の幅を考慮した情報を提供するものである。
- ・ 本ガイドラインは、現時点における最新の技術的知見の一部をとりまとめたものであり、**今後の技術的知見の進展や地域の実情に応じてガイドラインに記載のない手法を用いて評価を行うことを妨げるものではない**。

○人為的要素の影響

- ・ 評価結果には、ダム操作や取水等の人為的要素が含まれている河川流量と含まれていない河川流量（自然流量）があり、水資源への影響を適切に解釈するためには人為的要素が含まれているかどうかを把握することが重要である。そのため、本ガイドラインで示す評価結果のうち、**人為的要素が含まれるものについては、その旨を明記**することとした。

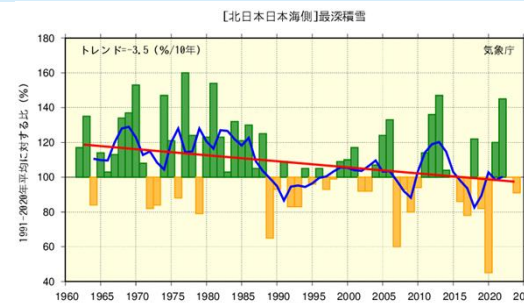
3. 気候変動による水資源への全国的な影響

- 各流域での水資源の有効活用に向けた議論の糸口となるよう、各種報告書や既往研究等で示されている**気候変動による水資源への全国的な影響を整理**した。
- これまでの観測結果によると、無降水日数の増加や積雪量の減少といった変化傾向が観測されている。
- 将来、**気候変動の影響により、積算降水量の変化は小さいが、50mm/日未満の降水量が減少し、50mm/日以上の降水量が増加するなど降水パターンの極端化が進む**。
- また、**本州以南の地域では年最深積雪深及び降雪量が減少し、全国的に蒸発散量は増加する**。
- **渇水流量（1/10渇水流量）は109水系のうち6水系で増加、71水系で減少※、平均では0.79倍になるとの予測があり、また渇水の長期化や同時生起も予測されている。**※1%以内の増減を変化なしとした場合



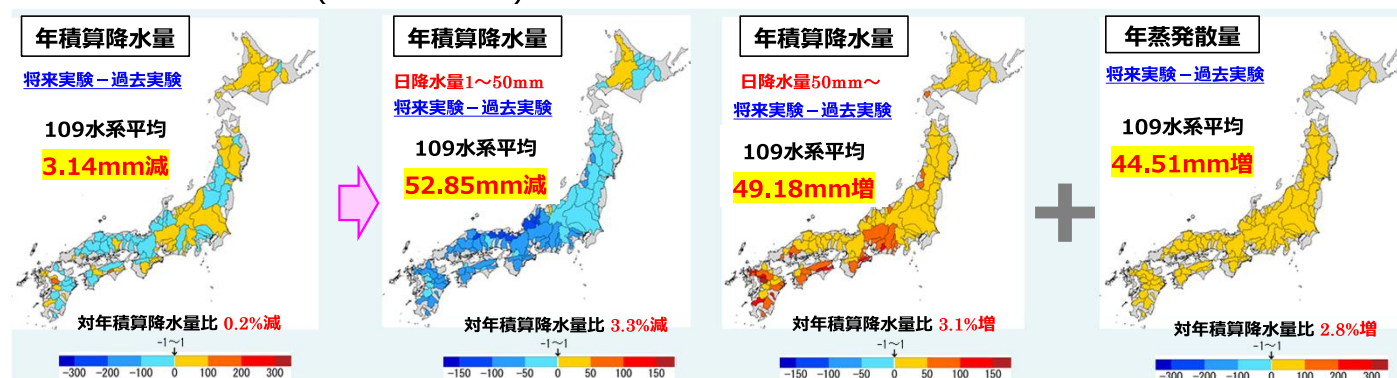
1901年から2024年の期間、日降水量1.0mm未満の無降水日の増加率は100年あたり9.2日となっている。[1]

図 3.1 無降水日（日降水量1.0mm未満）の年間日数の経年変化（1901～2024）[1]



最深積雪深は、1962年以降、日本海側の各地域で減少傾向が確認されている。[1]

図 3.3 日本の年最深積雪の基準値に対する比率の経年変化（1962～2024年）及び全国及び地域別の年最深積雪の将来変化[1]



年積算降水量の変化は小さいが、50mm/日未満の降水量が減少し、50mm/日以上の降水量が増加する。
⇒降水パターンの極端化が予測されている。
年積算降水量：2023年の我が国の年降水量約1,585mm（出典：令和6年版日本の水資源の現況）

図 3.2 年積算降水量の変化（将来実験－過去実験）[2]

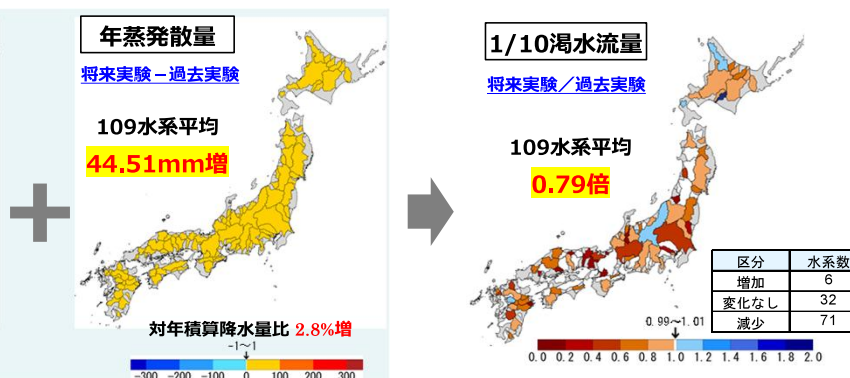


図 3.4 年蒸発散量の変化（将来実験－過去実験）[2]

図 3.5 河川流量の変化（将来実験／過去実験）[2]

[1] 「日本の気候変動2025 ―大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書―」（令和7年3月26日）<https://www.jma.go.jp/jma/press/2503/26a/ccj2025.html>

[2] 西村宗倫ら「WBC-d4PDF5km(2022)を用いた気候変動による渇水への影響のマクロ的評価」土木学会論文集(地球環境)Vol.81, No.27(2025)、引用した図は本ガイドライン作成時に一部改変。5

4.1 影響評価の手順

- 各流域で気候変動による水資源への影響を具体的に把握するため、**影響評価の手法と各段階で得られる評価結果の例を整理**した。
- 各流域では、**実績データに基づく現状把握**を行った上で、**d4PDFを用いた気象要素への影響評価**、**流出計算による河川流量への影響評価**、**水運用計算による水資源管理への影響評価**を行うことを基本とする。

<各流域での影響評価の手順の概要>

4章2節（現状把握）

- ・ 実績資料に基づき、降雨・流量等の季節変化及び経年変化傾向、ダムの運用実績並びに水資源利用の実態等の現状把握を行う必要があることを記載。

4章3節（気象要素への影響）

- ・ 外力条件となる気象要素について、将来の不確実性を踏まえ、アンサンブル予測値にバイアス補正を施した値を用いて影響を把握することを記載。

4章4節（河川流量（自然流量）への影響）

- ・ 河川流量について、流域特性や水利用形態等に応じて、集中型または分布型の流出計算モデルを構築し、ダム地点や利水基準地点における影響を把握することを記載。

4章5節（水資源管理への影響）

- ・ 水資源量について、ダムの補給・貯留ルールや取水・還元等の諸条件を加味した水運用計算を実施することにより、自然的要素に人為的要素を加味した影響を把握することを記載。

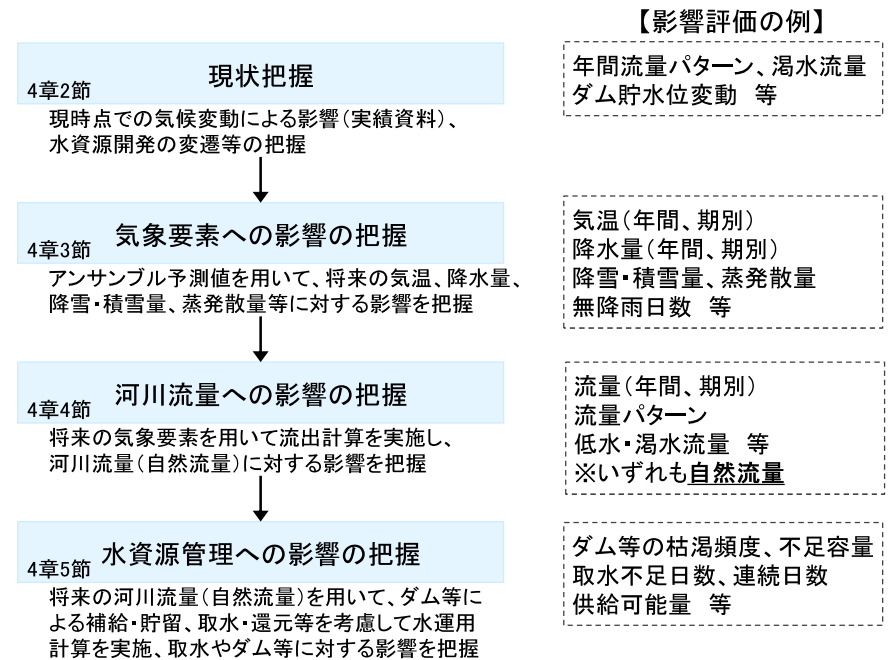


図 4.1 各流域での影響評価の手順と評価結果の例

- ・ これらの手順を踏むことによって、各段階において、降水量や無降雨日数の変化、低水・渇水流量や流量波形の変化、ダム等の枯渇頻度や供給可能量等を定量的に評価でき、より具体的な議論や適応策の検討を行うことが可能となる。
- ・ なお、影響評価に当たっては、必ずしも定量的な評価に限らず変化傾向の把握にとどまる場合であっても有効な手段となりうる。
- ・ ここで整理した手順のうち、4章4節「河川流量への影響」4章5節「水資源管理への影響」については、従来から用いられている一般的な手法を主に整理したものであり、**地域の実情に応じて各流域で評価手法を取捨選択することが重要**である。

4.2 現状把握

- 将来予測を実施する前に、まずは観測結果に基づき、これまでの**降水量や流量等の経年変化及び季節変化を定量的に整理**するとともに、ダム運用実績、取水量・取水期間等の水源状況を踏まえ、流域における水資源の利用実態を把握する。

① 気象要素の整理（年・月別の気温、最大積雪深、降水量）

- 気象要素については、年別・月別で整理することで、**年別では経年変化を、月別では季節的な変化傾向を把握**。
- 年最大積雪深は一度に極端な降雪があった場合に大きな値を示すため、1シーズンの降雪量を確認したい場合は累計降雪量を確認。

<グラフの整理の仕方>

年平均整理（左列）

- 各年ごとの傾向を灰、赤、青の線で確認する
→灰色の線は各観測所のデータ、赤線は中央値、青線は流域平均値
- これまでの変化傾向は破線で確認する
→観測期間の前半と後半で約30年毎の平均値

月平均整理（右列）

- 各月ごとの変化傾向を折れ線グラフで確認する
→黒線は観測期間の前半、青線は観測期間の後半
- どの月でどの程度増減しているかは棒グラフで確認する
→棒グラフは期間の前半と後半での差分

<着眼点>

これまでに年平均気温は有意に増加しており、1年を通して特に3月の上昇が大きい一方で12月は増加がみられない

<着眼点>

これまでに最大積雪深の変化は小さい

<留意点>

年最大積雪深は一度に極端な降雪があった場合に大きな値を示すため、降雪量の変化傾向を確認したい場合は累計降雪量で整理することも有効な手段となりうる

<着眼点>

これまでに年降水量の有意な変化はない
月別では6月～9月に増加し、1月～5月、9月～11月は減少している

<留意点>

観測所が山地に少ない場合、流域平均として適切に反映できない場合があるため、国管理観測所などの山地にある観測データを取り込むことが望ましい

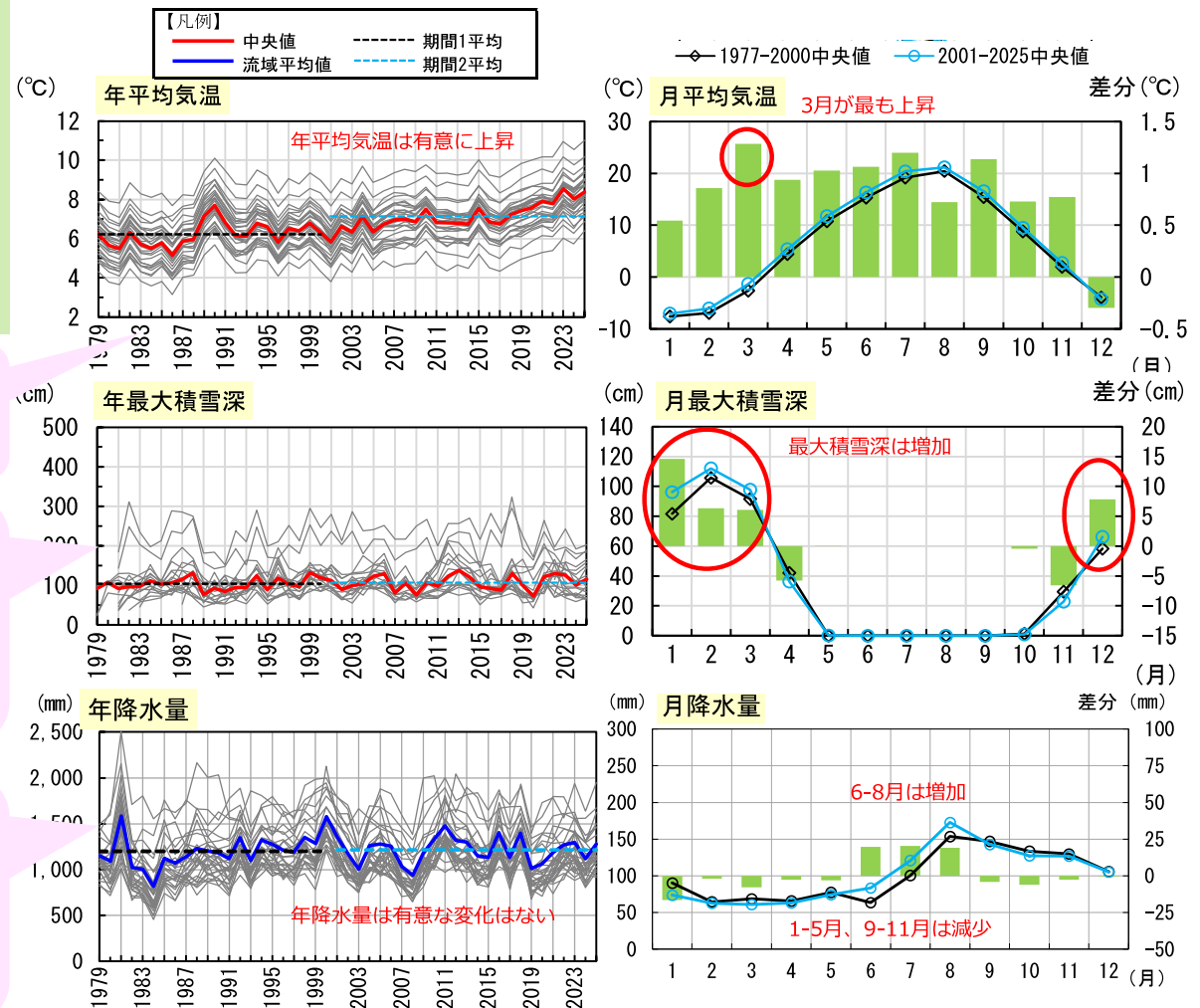


図 4.2 気象の整理イメージ

4.2 現状把握

②河川水文量の整理（年平均流量、渇水流量、渇水流量の生起時期、変動幅、ダム開発状況）

- ・渇水流量は夏季と冬季を分けて整理することで、**融雪による影響が平均化されることなく明瞭に把握**できる場合がある。
- ・渇水流量の生起回数からは、渇水の発生時期や頻度の変化傾向を読み取ることができ、渇水流量の変動性を数値化しておくことが望ましい。
- ・実績流量では、ダムの開発状況（利水容量）の変遷などと併せて確認することで、人為的要素の影響を明瞭に把握できる場合がある。

③ダム水文量の整理（ダム流入量、ダム貯水池運用）

- ・最上流部にあるダムの流入量に着目することで、人為的要素による影響を抑えた自然的要素に近い水文量を把握できる。
- ・夏季の無降雨日の長期化による**貯水位の低下**や、冬季の融雪の早期化・減少に伴う**貯水位変化や貯水位低下などを確認**できる。

②河川水文量の整理

<グラフの整理の仕方>

ダム開発された利水容量を積上げる

<留意点>

流量の変化傾向と比較し人為的要素の影響を確認する

<グラフの整理の仕方>

折れ線グラフで年毎の推移
実線で期間前半と後半の平均
破線で夏季と冬季の平均

<留意点>

夏季と冬季を分けることで融雪による影響を鮮明に把握

<グラフの整理の仕方>

渇水流量の生起した月を期間前半と後半で整理

<留意点>

期間の前半と後半で渇水の発生時期の変化傾向を確認したいため、データ数が期間前半と後半で異なる場合は率で整理

<グラフの整理の仕方>

日平均流量の中央値を期間前半と後半で整理

<着眼点>

融雪時期の変化傾向などを確認

利水容量の増加に伴い渇水流量が増加⇒流況を安定化

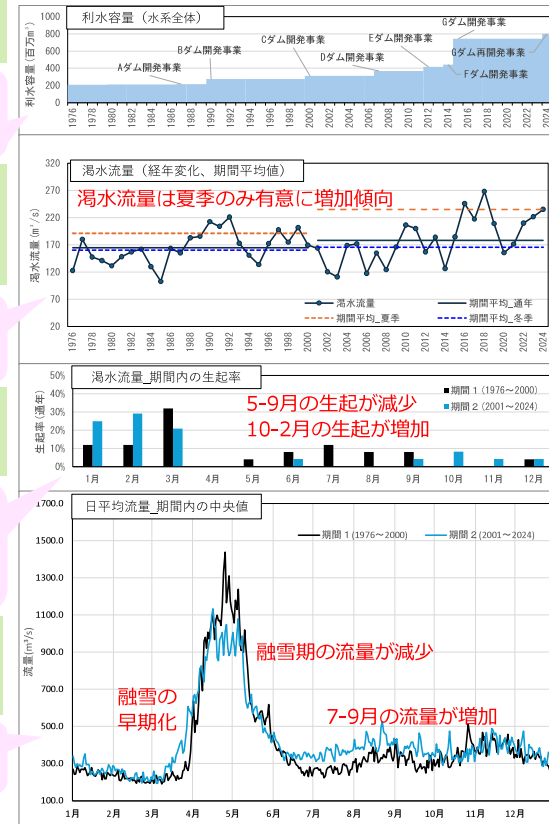


図 4.3 流量の整理イメージ

◆留意事項◆

- ✓ 代表地点の選定においては、正常流量基準地点など各流域において低水管理上代表となる地点を基本とする。
- ✓ 有意検定を行い有意性の確認を行うとよいが、「有意でない＝変化なし」ではない。
- ✓ 山間部の降水量を適切に評価するため、アメダスのみではなく国交省等の雨量計を併用することが望ましい。

③ダム水文量の整理

<グラフの整理の仕方>

ダム貯水池運用の変化を期間前半と後半で整理、期間内の最小と最大を幅で表現

<着眼点>

降水量や積雪量と比較して確認することで理解が深まる
冬季の上昇は融雪が多かったことが考えられ、5～6月の低下、8月～9月の上昇は降雨が多かったことが考えられる

<グラフの整理の仕方>

ダム流入量の変化を期間前半と後半で整理、期間内の最小と最大を幅で表現

<着眼点>

融雪時期の変化傾向などを確認

<留意点>

上流に取水やダムなどの人為的要素がない場合、自然的要素のみでの評価が可能

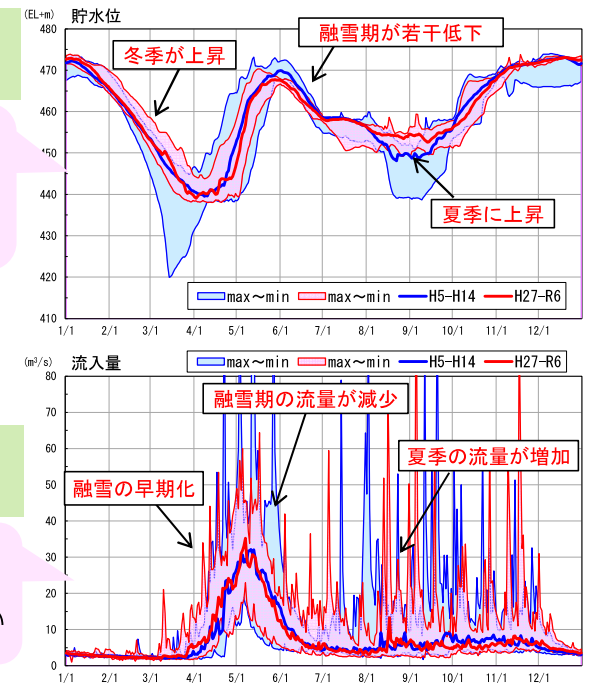


図 4.4 ダム貯水位と流入量の整理イメージ

4.3 気象要素への影響把握

- 気候変動による水資源への影響を算出する際の直接的な外力となる**降水量、気温、蒸発散量等の気象要素への影響を把握し、流出計算モデルに与える気象条件を整理する。**

4.3.1 気象要素への影響把握の基本的な考え方

- 気候変動による気象要素への影響を把握する際には、**多数のアンサンブルを持つd4PDFを用いて評価を行うことを基本**とする。
- 蒸発散量については、経験則に基づく推定手法のほか、d4PDFに含まれる**上向き潜熱フラックス値を用いることも有効**である。

4.3.2 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（d4PDF）の利用

- d4PDFを用いることにより、4℃上昇シナリオ（RCP8.5）において全球平均地上気温の2℃上昇あるいは4℃上昇した時の影響を定量的に評価することが可能となる。
- なお、気候変動の持つ不確実性の幅を的確に表現するため、d4PDFの活用にあたっては、**12メンバ（アンサンブルの個数）全てのデータを用いることを基本とする。**

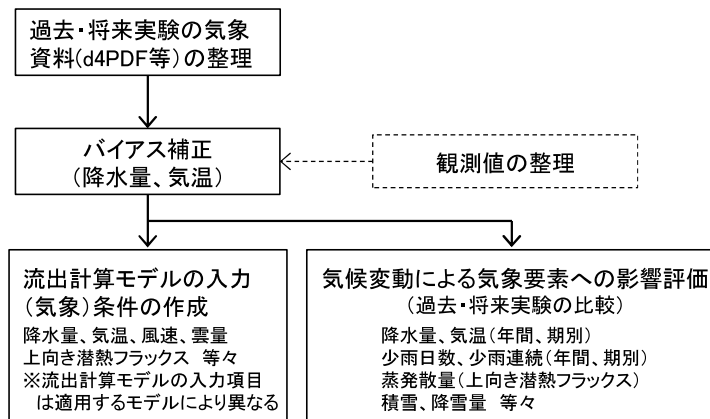


図 4.5 気象条件作成、気象への影響把握の手順

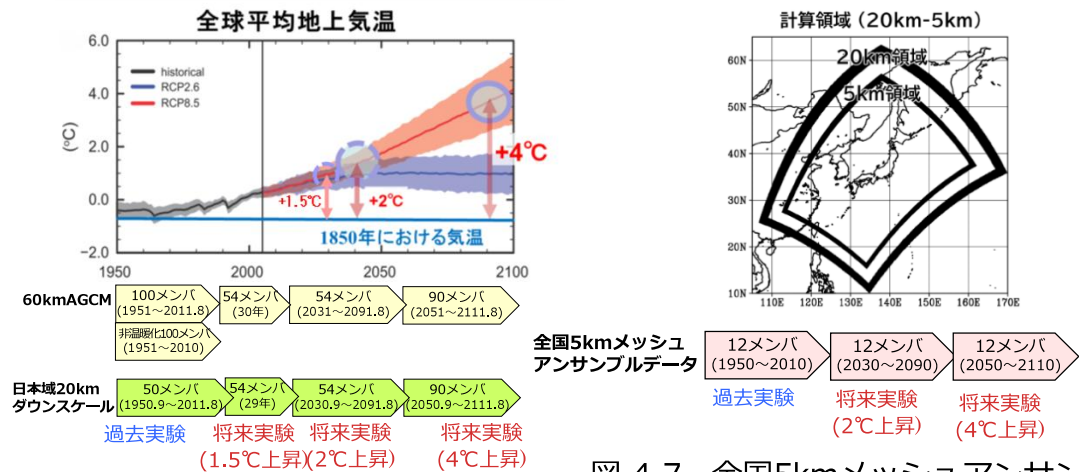


図 4.6 d4PDFの実験デザイン

図 4.7 全国5kmメッシュアンサンブルデータ(d4PDF_5kmDDS_JP)

◆留意事項◆

- ✓ d4PDFには過去実験と将来実験（2℃上昇実験、4℃上昇実験）のデータが含まれており、本ガイドラインでは将来実験のデータとしては主に2℃上昇実験のデータを用いている。**2℃上昇実験では4℃上昇シナリオ(RCP8.5)における2040年、4℃上昇実験では4℃上昇シナリオ(RCP8.5)における2090年の温室効果ガス等の想定値を境界条件として計算された気温や降水量等の気象データが用いられており、特定の年次を指すものではない。**
- ✓ このため、**d4PDFを用いた分析では、将来実験の結果が顕在化する時期やそこに至るまでの途中経過については把握することができない。**
- ✓ 経年的な変化傾向を把握する必要がある場合には、d4PDFに加え、「全球及び日本域における150年連続実験データ」を用いることも有効な手段となりうる。

4.3 気象要素への影響把握

4.3.3 バイアス補正

- **d4PDF等の気候モデルの予測値には、観測値に対する系統的な誤差が存在する**ため、気候モデルの予測値を使用する際には、観測値を用いた補正(バイアス補正)を行うことが望ましい。
- なお、**日降水量と日平均気温については、バイアス補正されたデータがDIAS上で公開されているので、それらのデータを利用**ることができる。

※系統的な誤差：偶発ではなく繰り返した場合に同じ方向にずれる誤差（一方向の連続した偏り）

<バイアス補正>

- ・ d4PDF_5kmDDS_JP等のデータには、系統的な誤差（バイアス）が含まれている。この気象データを用いて流出計算を行う際には、観測値を用いてモデル値のバイアスを取り除くための補正（バイアス補正）を行うことが望ましい。ただし、過去実験と将来実験の結果を比較して変化傾向を把握するだけであれば、両者の比較によりバイアスが相殺されるとみなして、バイアス補正を回避する考え方もある。
- ・ バイアス補正に用いる気温や降水量の観測値については、全国の地上観測網により稠密な観測資料が長期間にわたり蓄積されており、観測値との比較によりバイアス補正が可能となる。
- ・ 日降水量及び日平均気温については、国土技術政策総合研究所によりバイアス補正された過去実験及び将来実験のデータセットがDIASで公開されている。このデータセットは、d4PDF_5kmDDS_JPの提供データ（メッシュデータ）から降水量は全国756地点、気温は576地点においてDual-Window法によりバイアス補正したものである。このデータセットを活用することで日降水量及び日平均気温のバイアス補正値を利用することができる。

<雨量観測資料>

- ・ バイアス補正の対象項目や補正方法については、個別流域における観測値の状況等を踏まえて選定することになる。気象庁が観測・データ公開しているアメダスは、山間部の観測所が十分でないという課題がある（図 4.8参照）。
- ・ バイアス補正や流出計算モデルに与える流域平均降水量を算定する際には、このような観測値の課題を踏まえて、アメダスだけでなく国土交通省の観測資料など、山間部の観測値を収集することや、降雪のための補正を行うことが重要である。

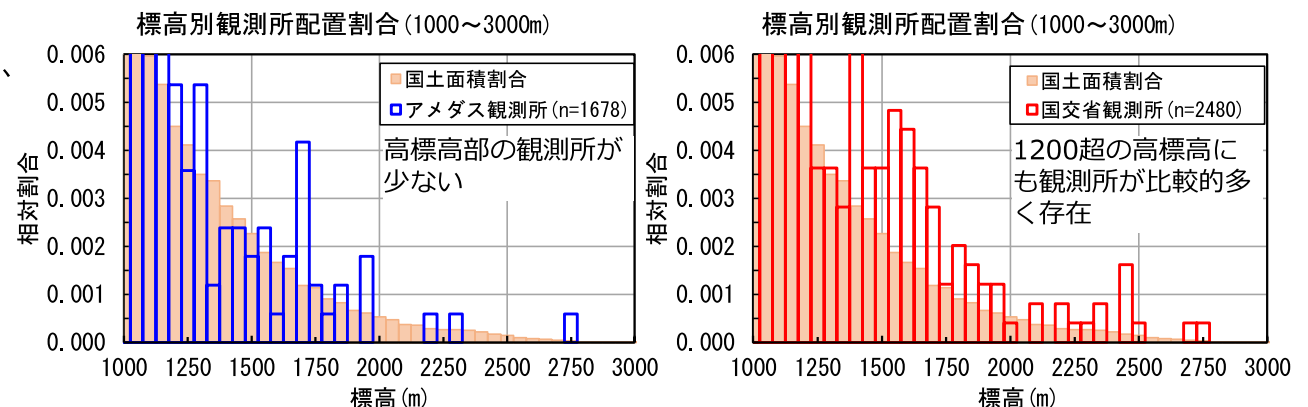


図 4.8 アメダス及び国交省観測所の標高の相対割合

◆留意事項◆

- ✓ アンサンブル予測値は、複数の初期条件、将来シナリオ、モデルによる幅を持つ予測値であり、そのバラツキから将来変化の幅や不確実性を評価するものである。d4PDF_5kmDDS_JPは日本周辺を対象にした気候モデルであり、海面水温や将来シナリオの組合せは考慮しているが単一モデルに依存しているため、モデル固有のバイアスが残る。

4.4 河川流量への影響把握

- d4PDFの過去実験と将来実験における気象条件を用いて流出計算を行い、気候変動による河川流量（自然流量）の変化を把握する。
- 本ガイドラインでは、**一般的に用いられている流出計算方法を主に記載**したが、気候変動による水資源への影響を考える上で特に**押さえておくべきポイントも併せて整理**した。

4.4.1 流出計算

- d4PDFの過去実験と将来実験における降水量、蒸発散量等を入力条件として、流域特性等を踏まえて流出計算モデルを選択し、現在と将来の河川流量（自然流量）を算定する。
- 流出計算モデルの再現性は、実績の気象条件を入力した検証計算結果に対して、Nash-Sutcliffe効率係数（NSE）、平均相対誤差（MRE）、Kling-Gupta効率係数（KGE）などの指標を用いて評価し、特に低水部の再現性に留意してモデルを構築することが望ましい。

4.4.2 河川流量への影響

- 流出計算で得られる河川流量（自然流量）を視覚的に整理することで、人為的な要素を除いた**流量波形の季節変化や豊水・平水・低水・渇水流量といった流況の変化など、気候変動による河川流量（自然流量）への影響をより詳細に把握**することができる。

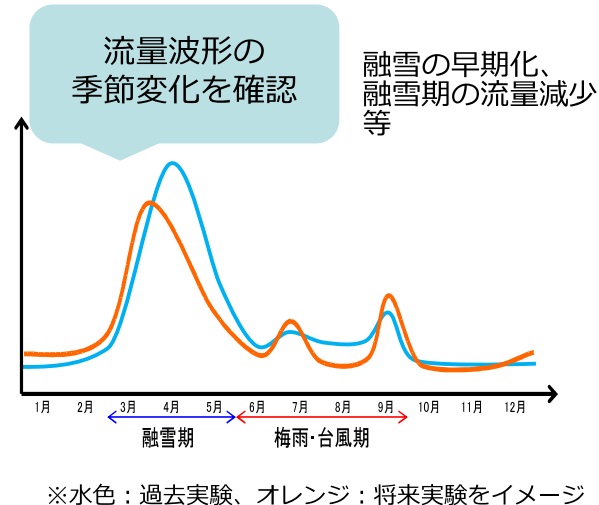


図 4.9 年間の流量パターンのイメージと着目点の例

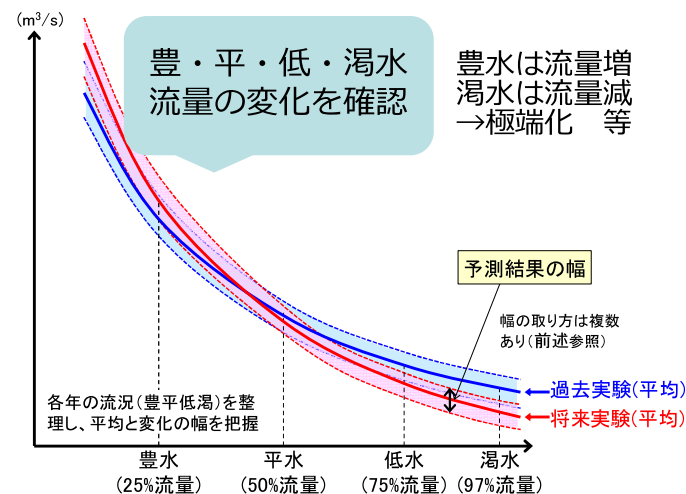
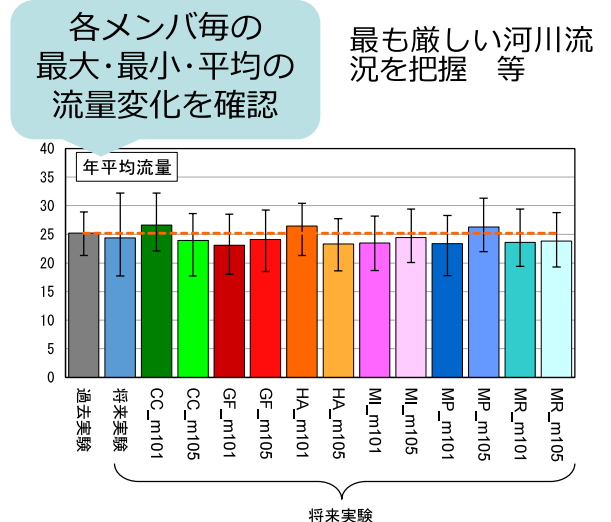


図 4.10 流況（低水・渇水流量等）の変化（過去実験・将来実験）



◆留意事項◆

- ✓ 流出計算結果には、降水量等の気象条件の不確実性に加えて、流域特性の設定や流出過程のモデル化、初期条件等に起因する不確実性が含まれる。

4.5 水資源への影響把握

- ダム操作や取水・還元量等の人為的要素を考慮した水運用計算を行うことにより、供給側の影響（供給可能量の変化、ダム等の枯渇の期間・頻度等）を把握することができる。
- 本ガイドラインでは、一般的に用いられている水運用計算方法を記載しているものであり、地域の実情に応じて本ガイドラインに記載のない手法で計算を行っても構わない。

4.5.1 水運用計算

- ダム操作や取水・還元量等の人為的要素を考慮した水運用計算を行うことにより、供給側の影響（供給可能量の変化、ダム枯渇期間・頻度等）を把握することができる。

4.5.2 水資源管理への影響

- 水運用計算を行い、現在と将来の河川流量やダム等の貯水池運用（貯水位変動パターンの変化）等を整理することで、**ダム枯渇期間・頻度、不足容量や供給可能量など、気候変動による水資源への影響をより詳細に把握**することができる。

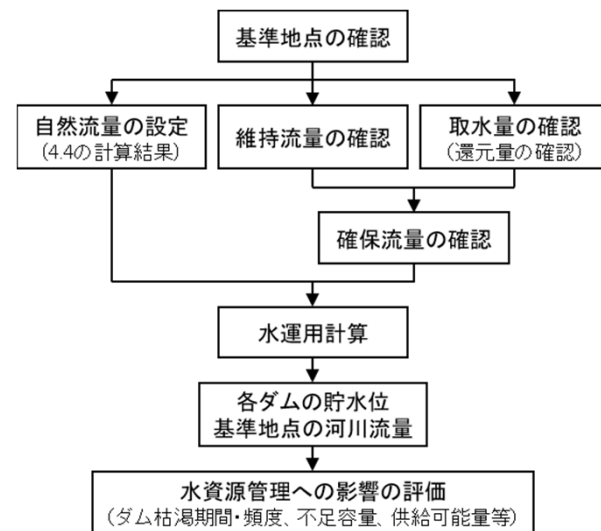


図 4.11 水運用計算の手順

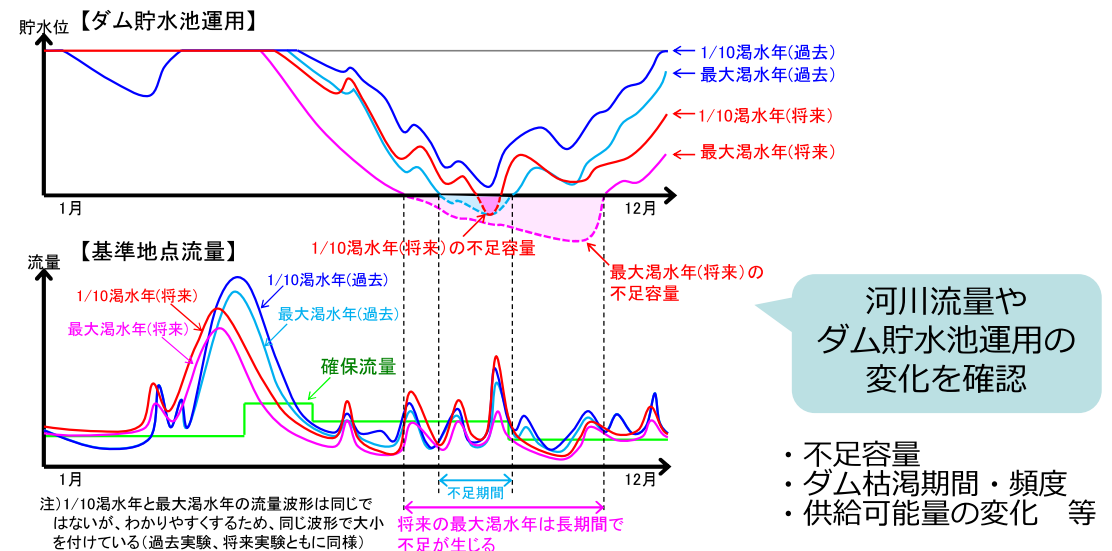


図 4.12 貯水池運用及び基準地点流量の評価結果のイメージ

◆留意事項◆

- ✓ 水運用計算は、水資源開発施設の運用・取水量を一定のルールに基づき実施するものであるが、実際の運用においては、その時々気象予報等を踏まえてダム運用や取水が行われること等から、水運用計算の結果と実運用との間には一定の乖離が生じ得る。
- ✓ 2℃上昇実験、4℃上昇実験は4℃上昇シナリオ(RCP8.5)における2040年、2090年の温室効果ガス等の予測値を境界条件として用いた計算結果であるため、本ガイドラインに基づく影響評価結果は、**特定の年次を指すものではない**。このため、**水資源開発基本計画（通称：フルプラン）で示されている供給可能量及び需要量とは将来の捉え方が異なり、両者を直接的に比較できるものではない**。本評価結果は、将来における供給可能量の増減傾向を把握するための参考情報として活用されるべきものである。

- 気候変動による水資源への影響評価結果については、**流域総合水管理の水利用の取組として、流域の関係者間で共有されることがまずは重要であり、必要に応じて供給者側及び需要者側のそれぞれの立場から課題や適応策について平時から議論を深めていくことが想定**される。
- 本ガイドラインでは、対象流域毎に供給者側と需要者側の活用例を記載したが、これらは一例であり、地域の実情に応じて幅広い議論が進められることが望ましい。
- ・ 「近年深刻な渇水が発生した流域」、「水需要の大きい流域」、「将来降雪や融雪の影響が大きく現れる可能性がある流域」、「将来水資源が増加する可能性がある流域」では、現に水資源に対して課題がある、あるいは将来、水資源に変化が生じる可能性があると考えられることから、水資源の有効活用に向けた幅広い議論が行われることを期待している。
- ・ 本ガイドラインでは、各流域での議論の参考となるよう、近年深刻な渇水が発生している流域などガイドラインの活用が期待される流域を対象として、活用イメージを5章1節～4節で例示することとした。ただし、ここで例示した対応策を検討しなければならないということではなく、各流域の課題解決に向けて必要となる議論が進められることを期待している。例えば、渇水対応タイムラインが作成されている水系では、タイムラインで整理されている対応策を参考に議論が進められることも想定される。

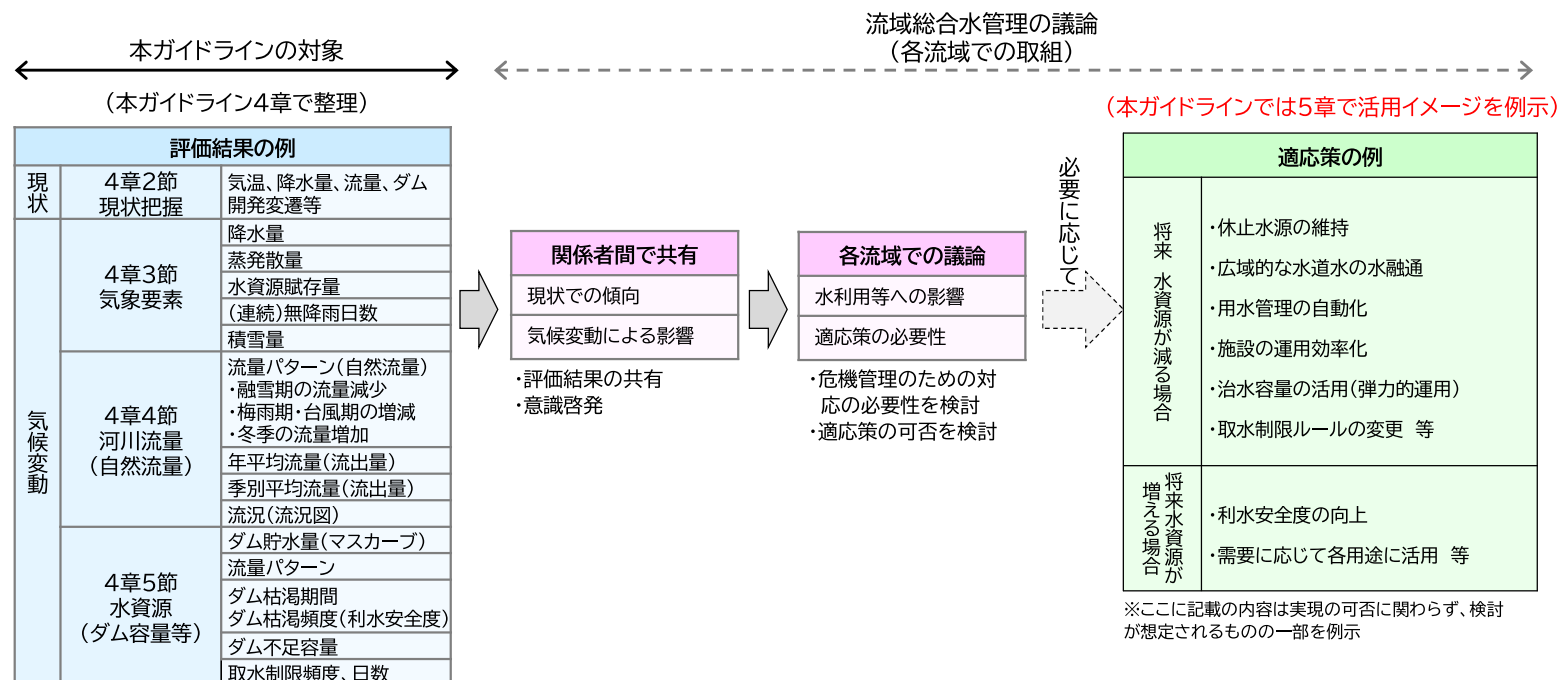


図 5.1 気候変動による水資源への影響に関する取り組み（議論）の進め方イメージ

5.1 近年深刻な渇水が発生している流域

- 再度災害防止の観点から、渇水対応の振り返りや改善策を検討するだけでなく、本ガイドラインに基づく評価を行うことで、**将来起こりうる深刻な渇水の影響をあらかじめ把握することができる。**
- 例えば、現行の取水制限ルールを維持した場合の将来の取水制限日数やダム枯渇期間等を把握し、取水制限の開始のタイミングや基準、取水制限率の見直しなど課題と適応策の方向性について議論することが想定される。
- ・ 将来、河川流量が減少した場合、確保流量に対する不足が生じやすくなることから、ダム等による補給の開始時期が早まるとともに、総補給量が増大する可能性がある。さらに渇水が発生した場合には、取水制限の開始時期が早まり、取水制限期間が長期化することに加え、ダム等の貯水量が枯渇し、取水不足が生じることも想定される。
- ・ そこで、再度災害防止の観点から、過去の渇水対応の振り返りや改善策の検討にとどまらず、本ガイドラインに基づく評価を行い、例えば、取水制限の開始時期、取水制限期間、取水制限日数やダム枯渇発生頻度等を整理することで、将来起こりうる深刻な渇水の影響をあらかじめ把握することができる。
- ・ これらの結果を流域の関係者間で共有し、将来起こりうる渇水の影響について理解を深めるとともに、例えば、現行の取水制限ルールを前提とした課題を整理し、取水制限の開始時期や基準の見直し、取水制限率の設定のあり方等の適応策について議論することが想定される。

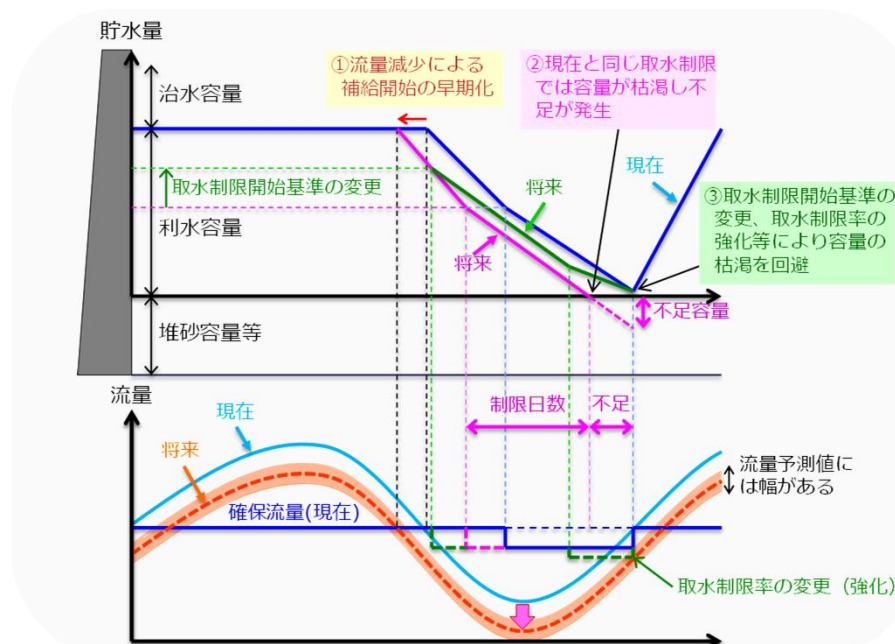


図 5.2 深刻な渇水があった流域における運用見直しの検討イメージ

評価結果の例		
現状	4章2節 現状把握	気温、降水量、流量、ダム 開発変遷等
気候変動	4章3節 気象要素	降水量 蒸発散量 水資源賦存量 (連続)無降雨日数 積雪量
	4章4節 河川流量 (自然流量)	流量パターン(自然流量) ・融雪期の流量減少 ・梅雨期・台風期の増減 ・冬季の流量増加 年平均流量(流出量) 季別平均流量(流出量) 流況(流況図)
	4章5節 水資源 (ダム容量等)	ダム貯水量(マスカープ) 流量パターン ダム枯渇期間 ダム枯渇頻度(利水安全度) ダム不足容量 取水制限頻度、日数

関係者間で共有
各流域で議論

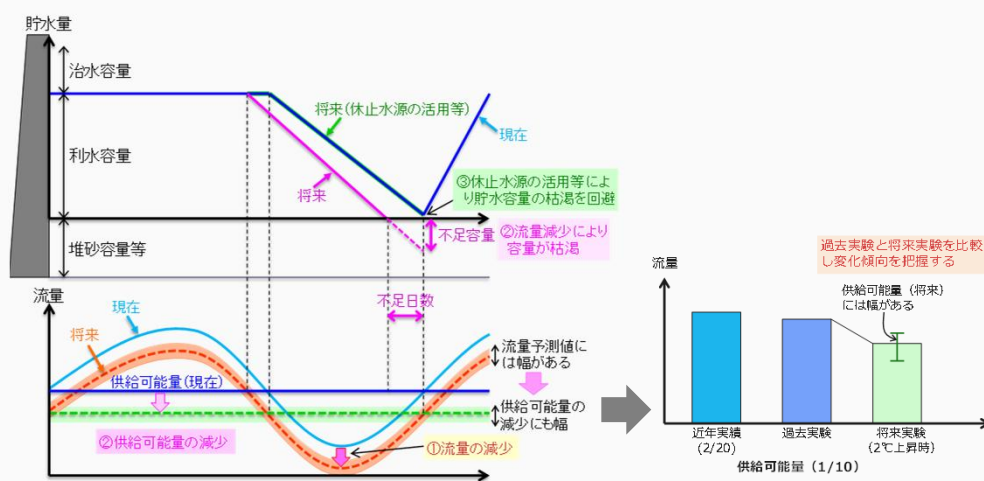
適応策の例	
将来 水資源が減る 場合	・休止水源の維持 ・広域的な水道水の水融通 ・用水管理の自動化 ・施設の運用効率化 ・治水容量の活用(弾力的運用) ・ 取水制限ルールの変更 等
将来 水資源が 増える 場合	・利水安全度の向上 ・需要に応じて各用途に活用 等

※ここに記載の内容は実現の可否に関わらず、検討が想定されるものの一部を例示

※左記イメージ図に対応した適応策に赤枠をしているが、検討内容を限定するものではない

5.2 水需要が大きい流域

- 供給可能性が減少した場合に国民の暮らしや社会経済に影響を与える可能性があるため、本ガイドラインに基づく評価を行うことで、**気候変動の影響に備え供給可能性の変化等について把握することができる。**
- 例えば、供給可能性が減少する場合には、ダム枯渇期間等の影響の程度を把握するとともに、現状の水利用を前提とした場合の課題を整理し、休止水源の維持や広域的な水道水の水融通や施設の運用効率化等の適応策について議論することが想定される。
- ・ 大都市圏を含む流域等、人口及び産業の集積により水需要が大きい流域においては、将来、河川流量の減少に伴い供給可能性が減少した場合、国民の暮らしや社会経済活動に影響を及ぼすことが想定される。
- ・ そこで、気候変動による影響に備えるため本ガイドラインに基づく評価を行うことで、例えば、供給可能性や河川流量の変化やダム枯渇発生頻度など、将来生じる供給側への影響を把握することができる。
- ・ これらの結果を流域の関係者間で共有し、将来の供給可能性の変化による影響について理解を深めるとともに、例えば、現状の水利用を前提とした課題を整理し、休止水源の維持や広域的な水道水の水融通、施設の運用効率化を通じた無効放流の最小化等の適応策について議論することが想定される。



評価結果の例		
現状	4章2節 現状把握	気温、降水量、流量、ダム開発変遷等
気候変動	4章3節 気象要素	降水量 蒸発散量 水資源賦存量 (連続)無降雨日数 積雪量
	4章4節 河川流量 (自然流量)	流量パターン(自然流量) ・融雪期の流量減少 ・梅雨期・台風期の増減 ・冬季の流量増加 年平均流量(流出量) 季別平均流量(流出量) 流況(流況図)
	4章5節 水資源 (ダム容量等)	ダム貯水量(マスカープ) 流量パターン ダム枯渇期間 ダム枯渇頻度(利水安全度) ダム不足容量 取水制限頻度、日数

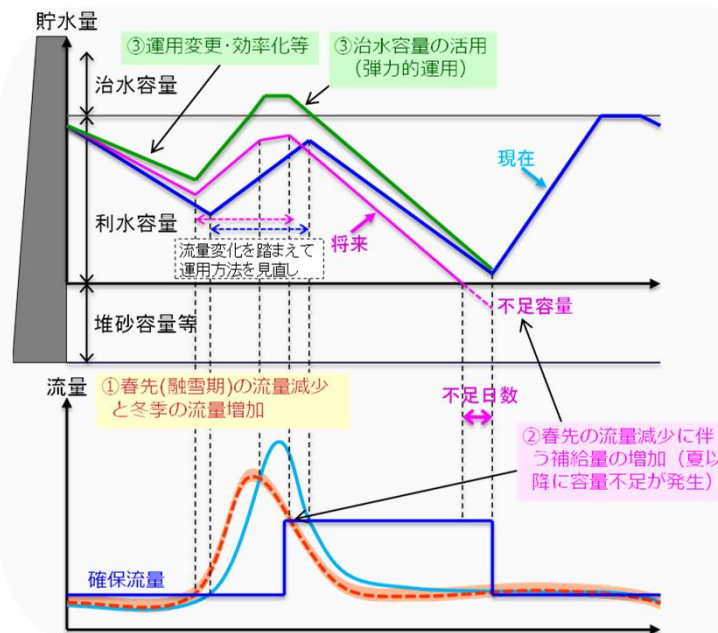
関係者間で共有
各流域で議論

適応策の例	
将来 水資源が減る場合	・休止水源の維持 ・広域的な水道水の水融通 ・用水管理の自動化 ・施設の運用効率化 ・治水容量の活用(弾力の運用) ・取水制限ルールの変更 等
将来 水資源が増える場合	・利水安全度の向上 ・需要に応じて各用途に活用 等

※ここに記載の内容は実現の可否に関わらず、検討が想定されるものの一部を例示
※左記イメージ図に対応した適応策に赤枠をしているが、検討内容を限定するものではない

図5.3 水需要が大きい流域における供給可能性の検討イメージ

- 気候変動の影響により降雪や融雪に変化が生じ、河川流量等にも大きな影響が生じる可能性があるため、本ガイドラインに基づく評価を行うことで、**降雪や融雪の変化による河川流量等への影響をあらかじめ把握することができる。**
 - 例えば、河川流量の増減の時期及び増減量（流量波形の変化）等を把握し、農業用水管理の自動化による節水、治水容量の活用（弾力的運用）等の適応策について議論することが想定される。
- ・ 降雪が多い地域においては、降雪量の減少や気温上昇に伴う融雪時期の変化により、河川流量が変化することが想定される。具体的には、降雪量の減少及び融雪時期の早期化により冬季の流量が増加する一方、農業用水の取水量が増加する春先に河川流量が減少することで、ダム等による補給量が増大することが想定される。
 - ・ そこで、本ガイドラインに基づく評価を行うことで、例えば、河川流量の増減の時期及び増減量（流量波形の変化）、ダム等における無効放流の発生時期等、気候変動による降雪や融雪の影響をあらかじめ把握することができる。
 - ・ これらの結果を流域の関係者間で共有し、降雪や融雪の変化による影響について理解を深めるとともに、例えば、現状の水利用を前提とした課題を抽出し、農業用水管理の自動化による節水、治水容量の活用（弾力的運用）等の適応策の必要性等について議論することが想定される。



評価結果の例		
現状	4章2節 現状把握	気温、降水量、流量、ダム 開発変遷等
気候変動	4章3節 気象要素	降水量 蒸発散量 水資源賦存量 (連続)無降雨日数 積雪量
	4章4節 河川流量 (自然流量)	流量パターン(自然流量) ・融雪期の流量減少 ・梅雨期・台風期の増減 ・冬季の流量増加 年平均流量(流出量) 季節平均流量(流出量) 流量(流況図)
	4章5節 水資源 (ダム容量等)	ダム貯水量(マスカープ) 流量パターン ダム枯渇期間 ダム枯渇頻度(利水安全度) ダム不足容量 取水制限頻度、日数

関係者間で共有
各流域で議論

適応策の例	
将来 水資源が減る 場合	・休止水源の維持 ・広域的な水道水の水融通 ・ 用水管理の自動化 ・施設の運用効率化 ・ 治水容量の活用(弾力的運用) ・取水制限ルールの変更 等
将来 水資源が増える 場合	・利水安全度の向上 ・需要に応じて各用途に活用 等

※ここに記載の内容は実現の可否に関わらず、検討が想定されるものの一部を例示
※左記イメージ図に対応した適応策に赤枠をしているが、検討内容を限定するものではない

図 5.4 将来降雪や融雪の影響が現れる可能性がある流域における運用見直しの検討イメージ

5.4 将来水資源が増加する可能性がある流域

- 気候変動の影響により水資源が増加する可能性もあり得ることから、そのような**流域では流量の季節変化などをあらかじめ把握しておくことができる。**
 - 例えば、流量波形の季節変化を把握し、新たに生まれる可能性がある水資源について、既往の水利用に対する利水安全度の向上や、需要に応じた各用途への活用など水資源の有効活用について議論することが想定される。
- ・ 気候変動の影響により、梅雨期及び台風期の降水量が増加することなどで河川流量（自然流量）が増加し利用可能な水資源量が増加することも想定される。
 - ・ このように、気候変動の影響により水資源が増加する可能性もあり得るため、本ガイドラインに基づく評価を行うことで、例えば、流量波形の季節変化から新たに生まれる水資源を把握することができる。
 - ・ これらの結果を流域の関係者間で共有し、流量パターンの変化による影響について理解を深めるとともに、例えば、新たに生まれる可能性がある水資源について、既往の水利用に対する利水安全度の向上や、需要に応じた各用途への活用など水資源の有効活用について議論することが想定される。



図 5.5 将来水資源が増加する可能性がある流域における有効活用の検討イメージ