

普天間飛行場跡地利用水循環機構調査検討業務委託報告書 概要版

■調査検討の目的：「普天間飛行場の跡地利用計画」の策定に向け計画内容の具体化を進めるため、同飛行場一帯の河川水及び地下水の流動について調査・検討し、貴重な水資源の保全と活用のための課題の整理を行う。

■検討方針：①過去～現況～将来の水循環の変化、②追加調査反映による水循環要素の精度向上、③水循環の要因と影響の関係の明確化、④水循環過程のモデル化・見える化、⑤様々な水循環施策の反映を行う。

■水循環機構調査検討のフロー

1. 資料収集【検討方針①】

- ・自然特性：気象水象、地形地質、気候予測等
- ・社会特性：土地利用、人口、水利用、水質等

2. 現状分析【検討方針①②③】

- ・整理・分析（水理地質構造等の精度向上）
- ・現地踏査
- ・水循環の変遷と将来予測（水収支図）
- ・水循環の要因・影響→課題把握

3. 調査方針検討【検討方針④⑤】

- (1)実施方針の検討：具備すべき要件
- (2)手法の検討：水循環施策の反映、見える化
- (3)対象領域の検討 (4)対象期間の設定

4. 今後の課題の整理

- ・必要な検討・調査・課題

将来2℃上昇では、現況より平均気温が1.5℃上昇、将来4℃上昇では、現況より3.7℃上昇することが予測。

1. 資料収集

普天間飛行場一帯の現況・将来の水循環の課題把握や、水循環機構の把握に適した手法（水循環モデル）の構築のため、普天間飛行場建設前の昭和15年～令和5年の期間について、表1に示す自然特性、社会特性に関する幅広い情報を収集し、変遷を整理した（図3）。

水循環の将来像を検討するため、気候変動予測データ（図1、図2）、将来人口や、跡地利用等の情報を収集した。

表1 収集資料一覧

分類		収集資料
自然特性	気象・水象情報	降水量、気温等、蒸発散量、河川流量、湧水量、水質、浸水・漏水被害の記録等
	水理地質特性	地形分類、地盤高、土壌、表層地質、浸透能分布、帯水層構造・層厚、地下水位分布等
社会特性	土地利用等の状況	土地利用関連計画、農地・森林の管理状況等
	人口・産業の状況	人口・世帯数、産業別の事業者数、工業出荷額等
	水利用の動向	上水・工業・農業用水、地下水の利用状況等
	河川、水路の整備状況	河川の整備状況、下水道（雨水）の整備状況・整備計画、雨水貯留・浸透施設の普及等
	上下水道の整備状況	水道整備状況、下水道（汚水）の整備状況・整備計画、下水処理場運転記録等
	地域の文化	行事、祭事、遺跡、泉、市民団体の活動状況等

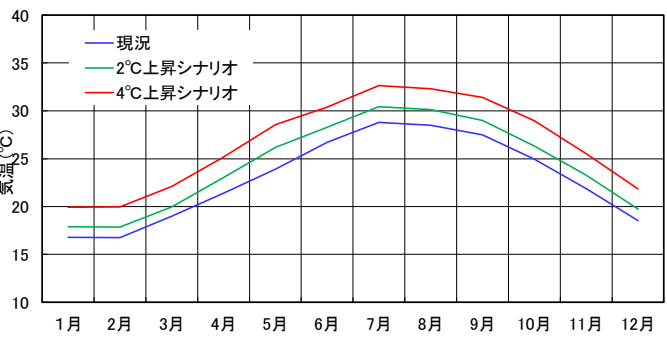


図1 気候変動に伴う気温の変化※

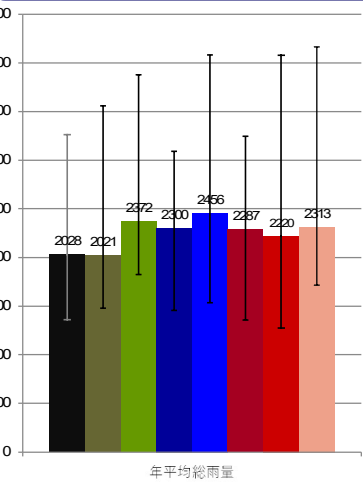
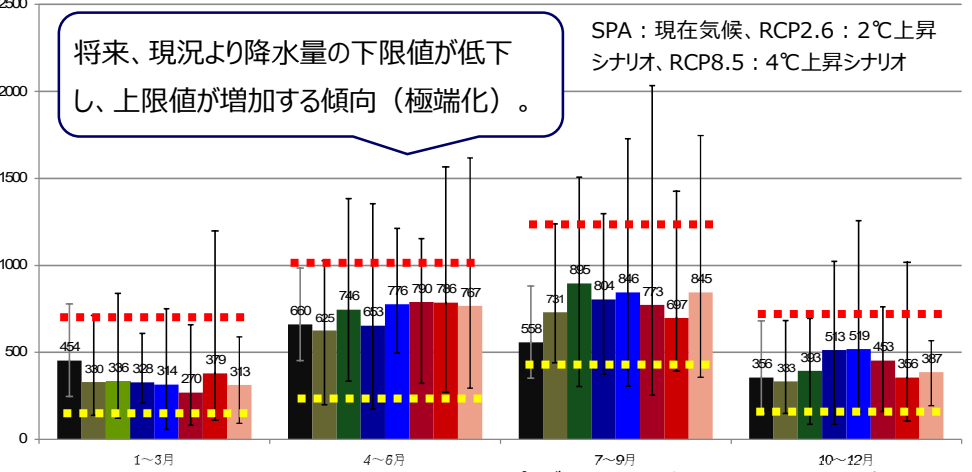


図2 気候変動に伴う降水量の変化※



※出典：創生・統合プログラム 2km 格子 NHRM 日本域気候予測データ

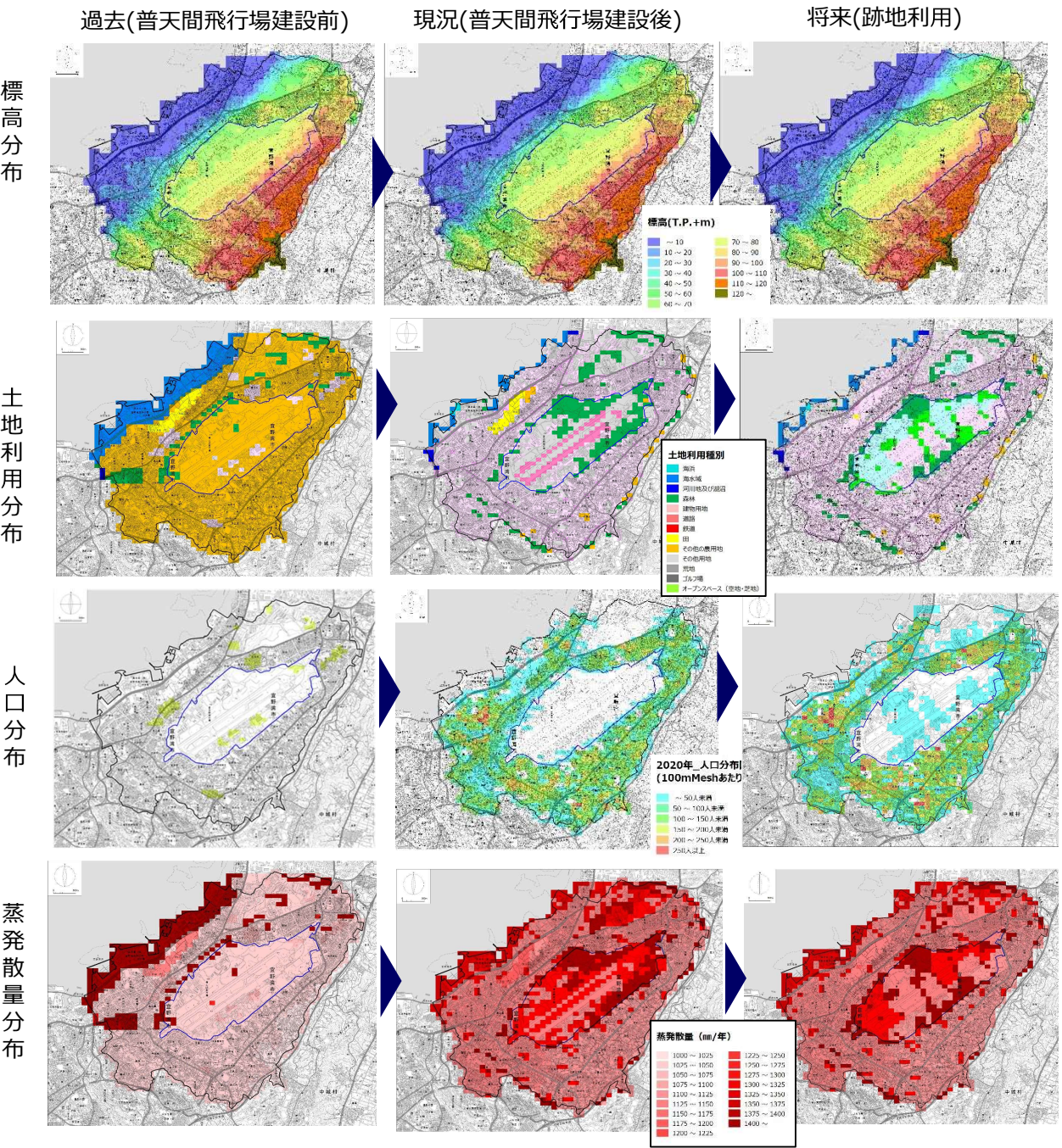


図3 標高、土地利用、人口分布、蒸発散量の変化

2. 現状分析

普天間飛行場一帯の河川水及び地下水の流動を解明するにあたっては、湧水量や地下水位等の観測結果や新規ボーリング調査結果（普天間基地周辺の有機フッ素化合物汚染源調査業務等）を反映し、水理地質構造の精度向上を図った（図4）。

当該地域の望ましい水循環（将来像）を想定し、課題を抽出するため、過去（普天間飛行場建設前）～現況～将来（跡地利用）の水循環量を水収支により評価する。図5の水循環要素に着目して、図6の流域区分毎に水収支図を作成した（図7）。渇水年では、将来4℃上昇時の地下水流出量が大幅に減少し、地下水の塩水化が進行し、塩害が生じることが懸念される。

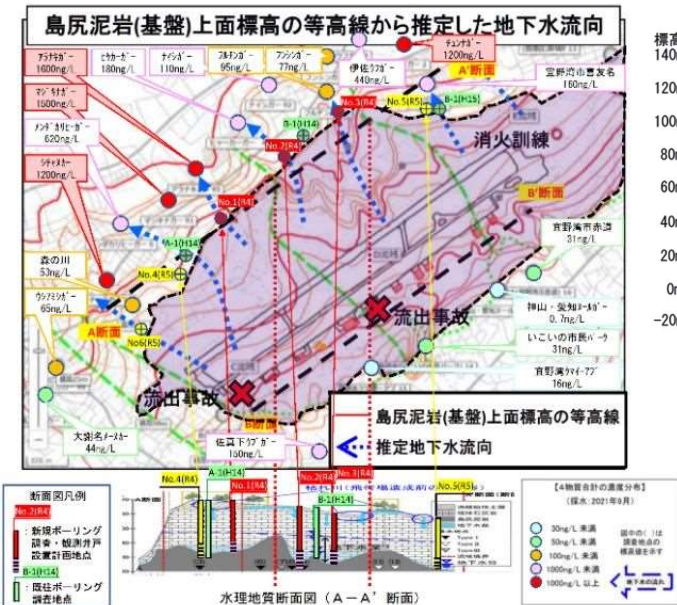


図4 ボーリング調査・観測井戸位置図

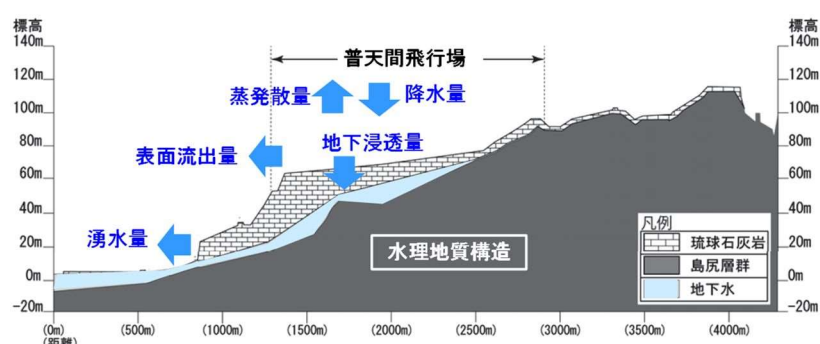


図5 水循環要素

琉球大学小野研究室の研究成果を基に
流域区分→流域区分毎に水収支を評価

平水年の湧水量は、現況に対して、将来4℃上昇87%。
渇水年の湧水量は、現況に対して、将来4℃上昇63%。

将来4℃上昇

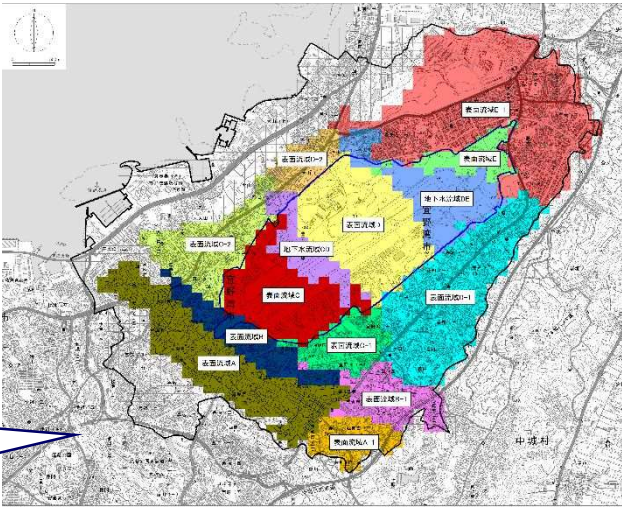


図6 流域区分

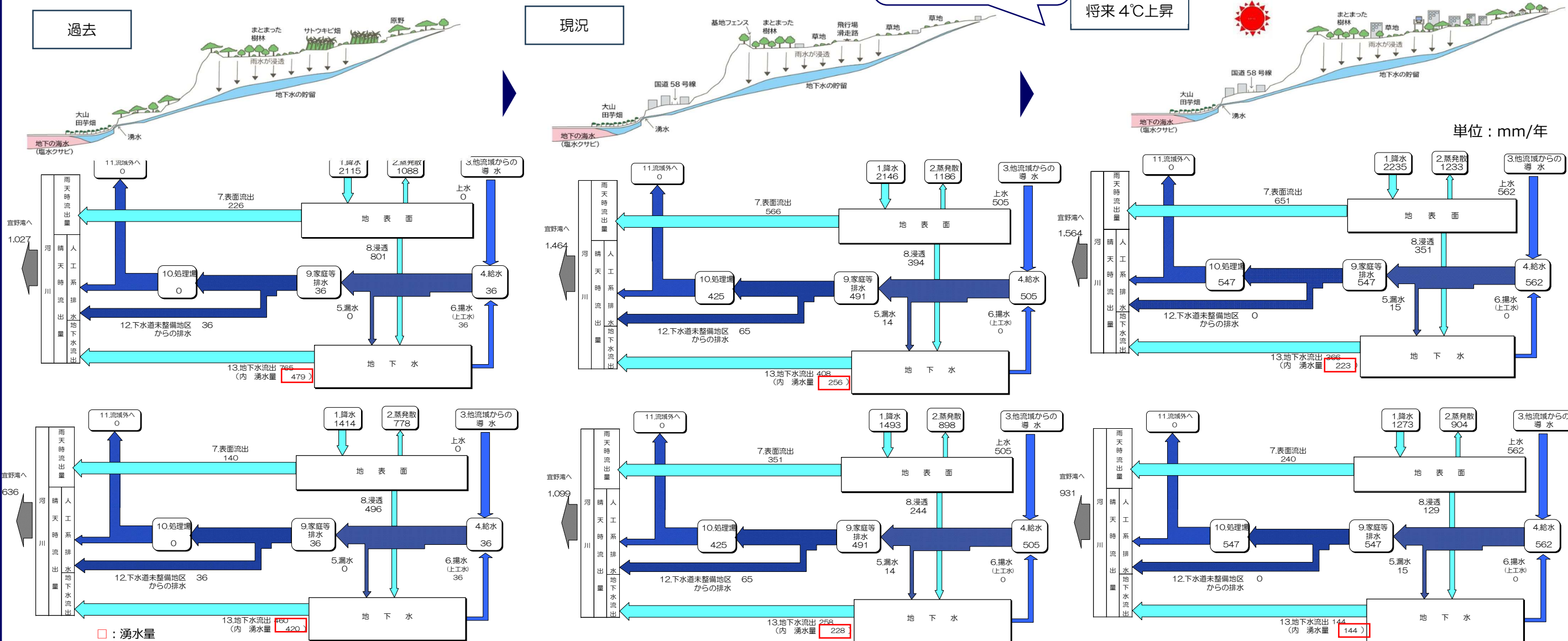


図7 水収支図（上図：平水年、下図：渇水年）

2. 現状分析

将来 4℃上昇時では、月別の降水量が極端化し、降水量と蒸発散量の差が負になる渇水月が増加するなど、水収支図から水循環の要因と影響の関係を明確にした（図 8、図 9）。

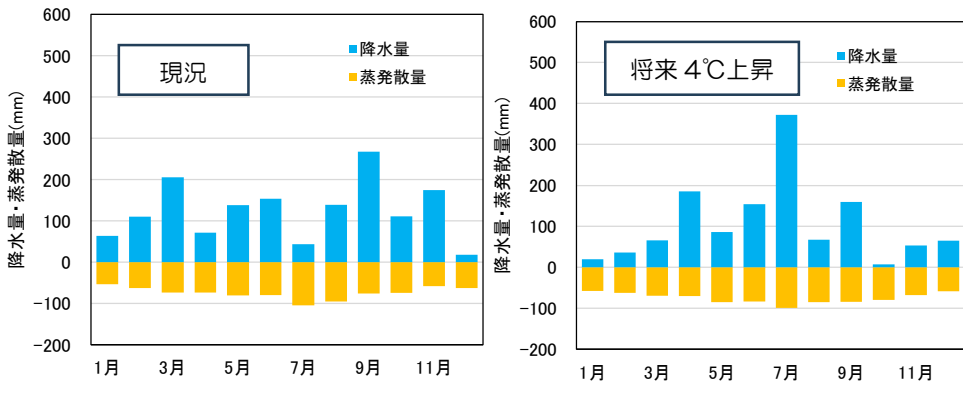
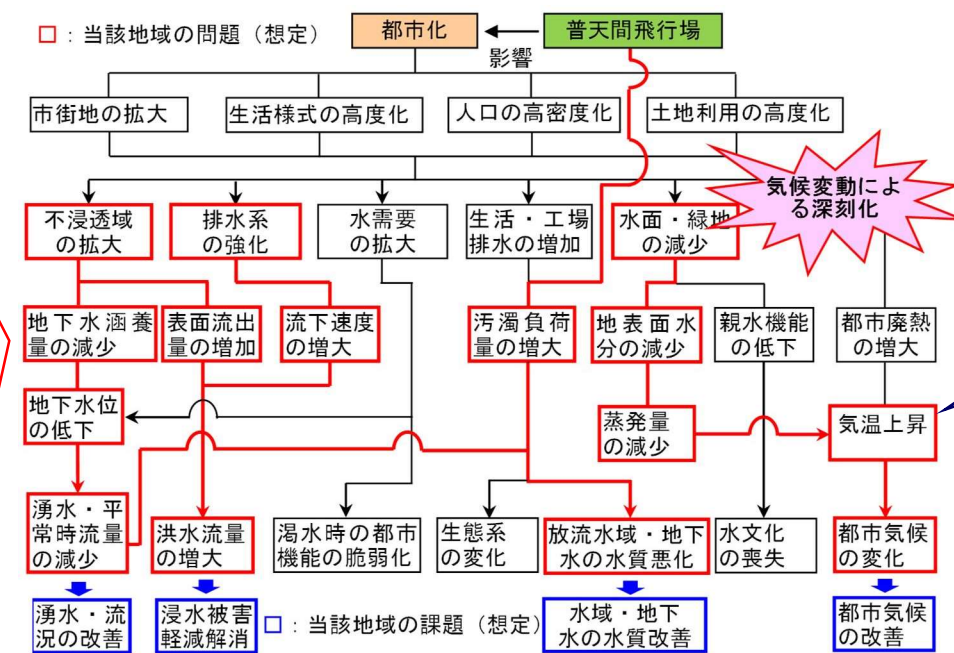


図 8 月別水資源量（全流域、渇水年）

【水循環の要因と影響】
水収支図を比較することにより、例えば不浸透域の拡大→地下浸透量の減少→地下水位低下→湧水量減少といった、水循環の要因と影響の関係を明確にし、課題を抽出する。



地下浸透→地下水→湧水といった水循環過程が問題となる場合、地下水の流出経路や流出速度・滞留状況、地下浸透量が湧水量に与える影響等を明確にする必要がある。

浅層地下水の伏流量の分布図から南高井、かきつばた地区の伏流が顕著である。同時期における流動量の分布図から、①～③の地下水の水脈が認められる。

図 9 水循環の要因と影響の関係と水循環の課題

3. 調査方針検討

(1)実施方針の検討

「2. 現状分析」で得られた水循環の課題を解決するため（図 9）、具備すべき条件を整理し、詳細な水循環機構の把握に向けた検討方針を検討した。

(2)手法の検討

河川水及び地下水の流動、気候変動の影響、雨水浸透対策等の効果や、熱利用の可能性等を検討するため、水量・水質・水温を解析できる手法とした（図 10）。跡地の将来像「みどり（歴史・緑・地形・水）の中のまちづくり」の実現に向けて、グリーンインフラを主体とした水循環施策を、モデルに反映する手法を検討した。解析結果について、水循環要素に着目し、地下水のベクトル図（図 11）、表流水・地下水の流れを示す流線図など、水循環過程を「見える化」する。

(3)対象領域の検討

東側の普天間川には島尻層群（難透水性）が確認されているため、東は不透水境界とした。北西は海域、南西は比屋良川、北東は普天間川を境界として、解析対象領域とした（図 12）。

(4)対象期間の設定

検証データとして必要となる河川流量、地下水位、湧水量等の観測状況を踏まえ、検証対象期間を設定した。

4. 今後の課題の整理

「4. 調査方針検討」の実施方針の検討や手法の検討の結果を踏まえ、詳細な水循環モデルの構築に向けた検討を進める。また、河川流量や地下水位、湧水量等の観測状況を踏まえ、追加調査を提案した（図 13）。

モデル	MIKE SHE (デンマーク)	GETFLOWS (日本)
項目	流域をメッシュに分割。メッシュ毎に入力データ、パラメータを設定可能。各水文素過程を物理式で表現。適用例が多い。	総合的な流域管理ツールとして開発されたメッシュベースのモデル。流域における水、物質と熱移動を総合解析。地表と地下を完全に連成した解析が可能。
特徴		
概念図		
総合評価	物理モデルであり、水循環・物質流動を同一モデルで解析できる。地表と地下を連成解析。誰でも使用可能（購入）。	物理モデルであり、水循環・物質流動・熱流動を同一モデルで解析できる。地表と地下を完全に連成した解析が可能。誰でも使用可能（購入）。

図 10 水循環解析モデルの比較

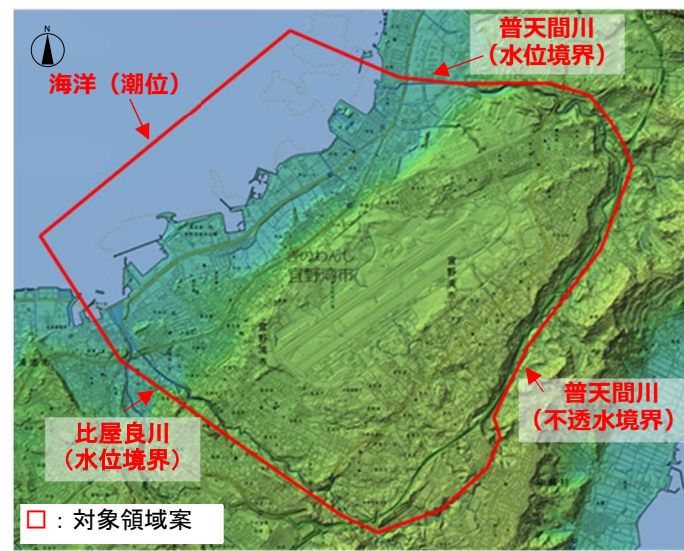


図 12 解析対象領域案

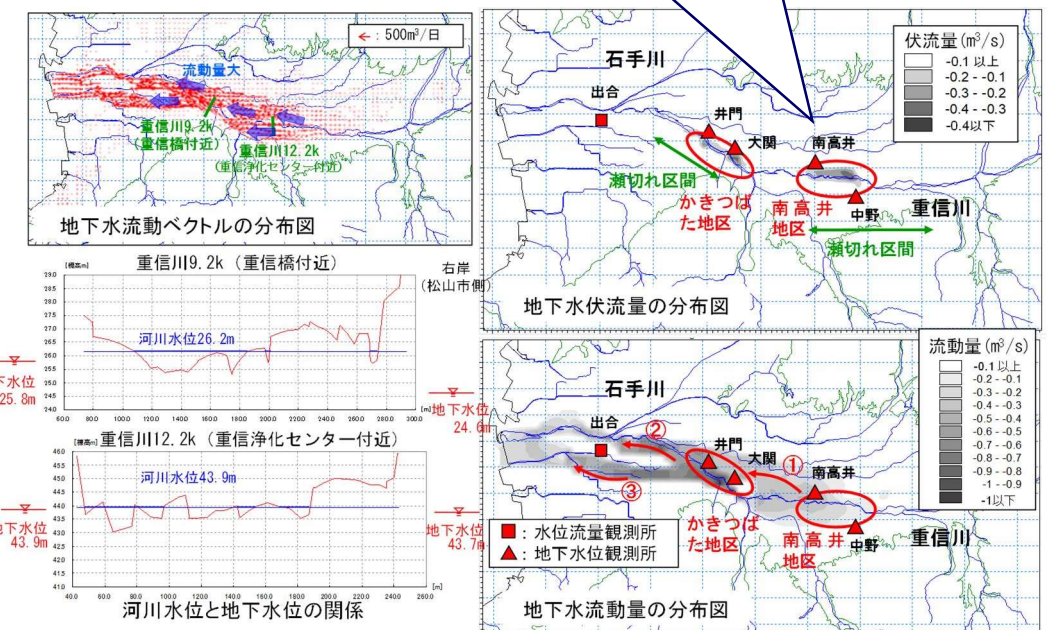


図 11 地下水ベクトル図及び地下水流動量分布図

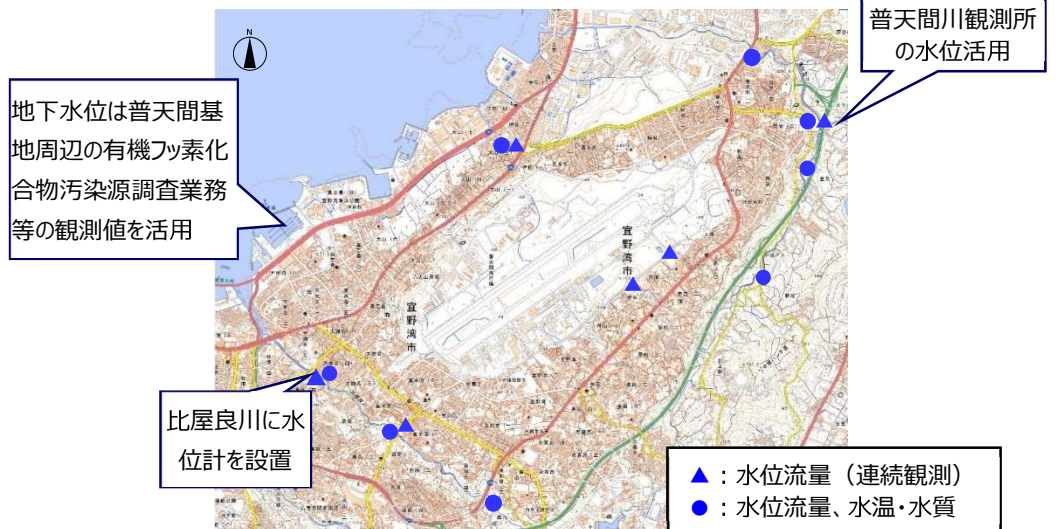


図 13 追加調査の観測位置