（第２回各種調査の技術的検証に関する専門家会議資料②）

各種調査の技術的検証（施設）

令和元年11月27日
イージス・アショア整備推進本部事務局

■ むつみ演習場に配置する主な施設は、次のとおりです。

運用地区

レーダー施設

VLS
（垂直発射装置）

管理地区

隊庁舎

整備場

運用地区・管理地区共通

火薬庫
（弾道ミサイル対処、対空掩護及び警備に使用する装備の弾薬）

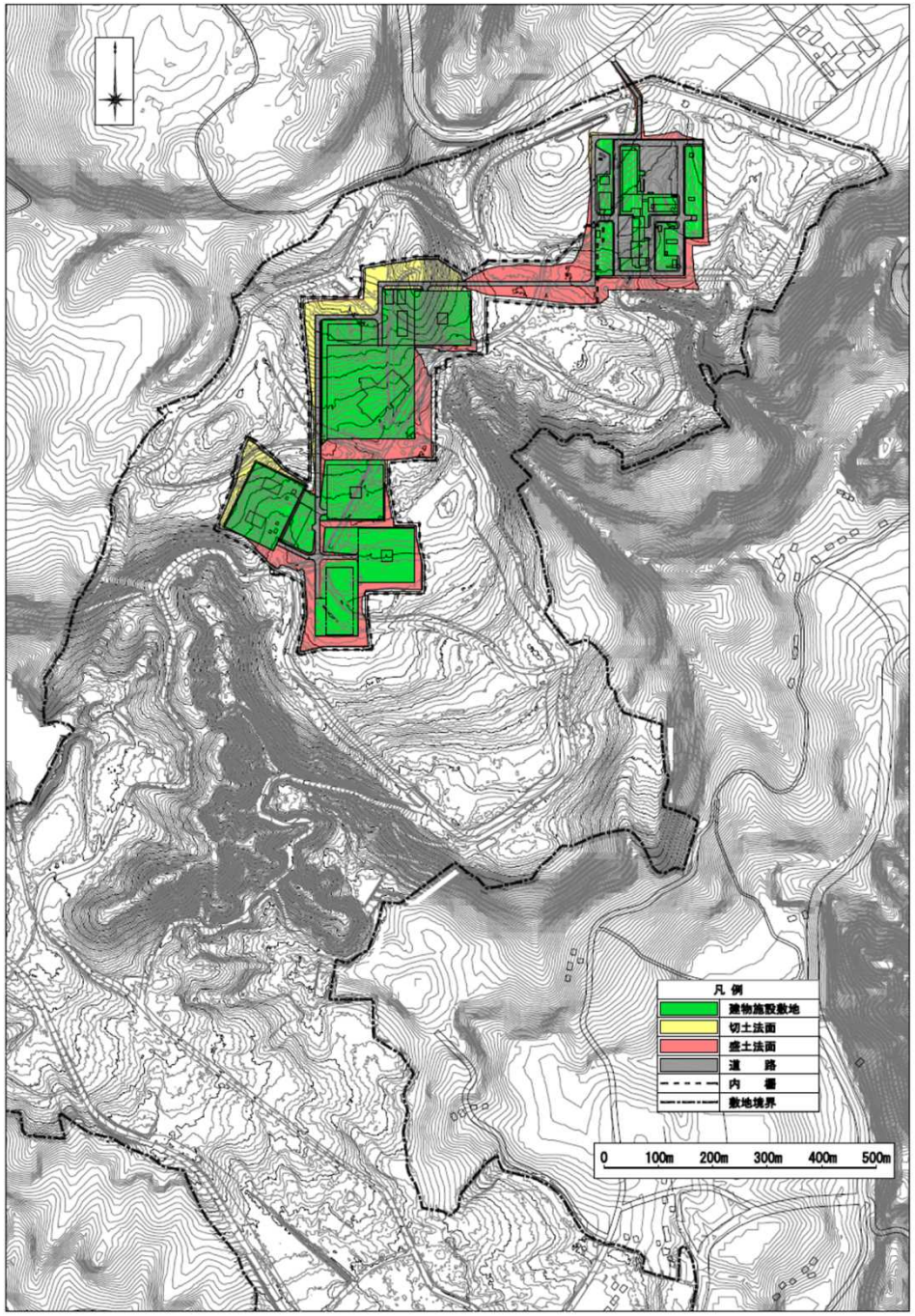
倉庫等

■ 施設の配置案については、

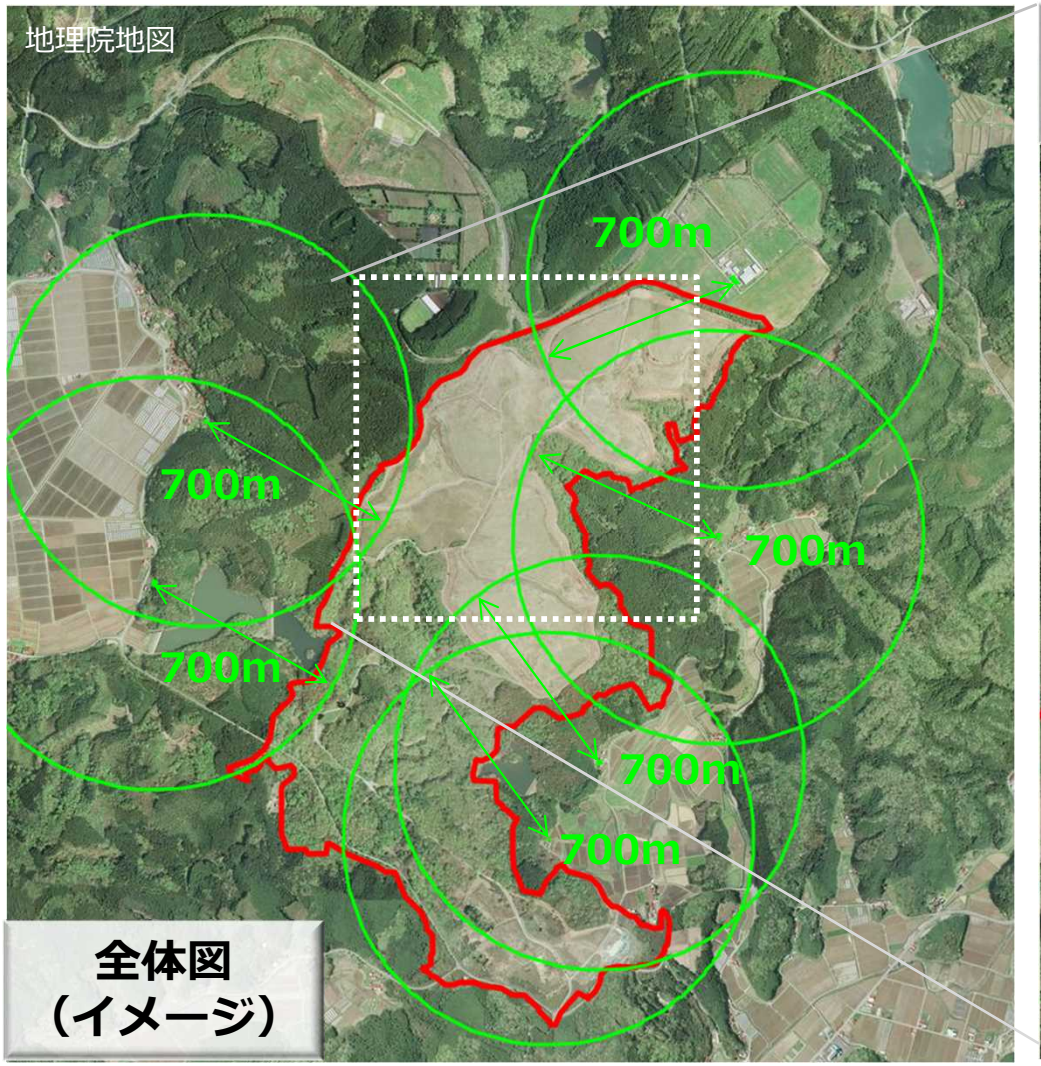
- 施設の運用
  （管理地区と運用地区の距離など）
- 安全・安心
  （住宅等との距離など）
- 施設整備
  （改変面積、伐採面積など）

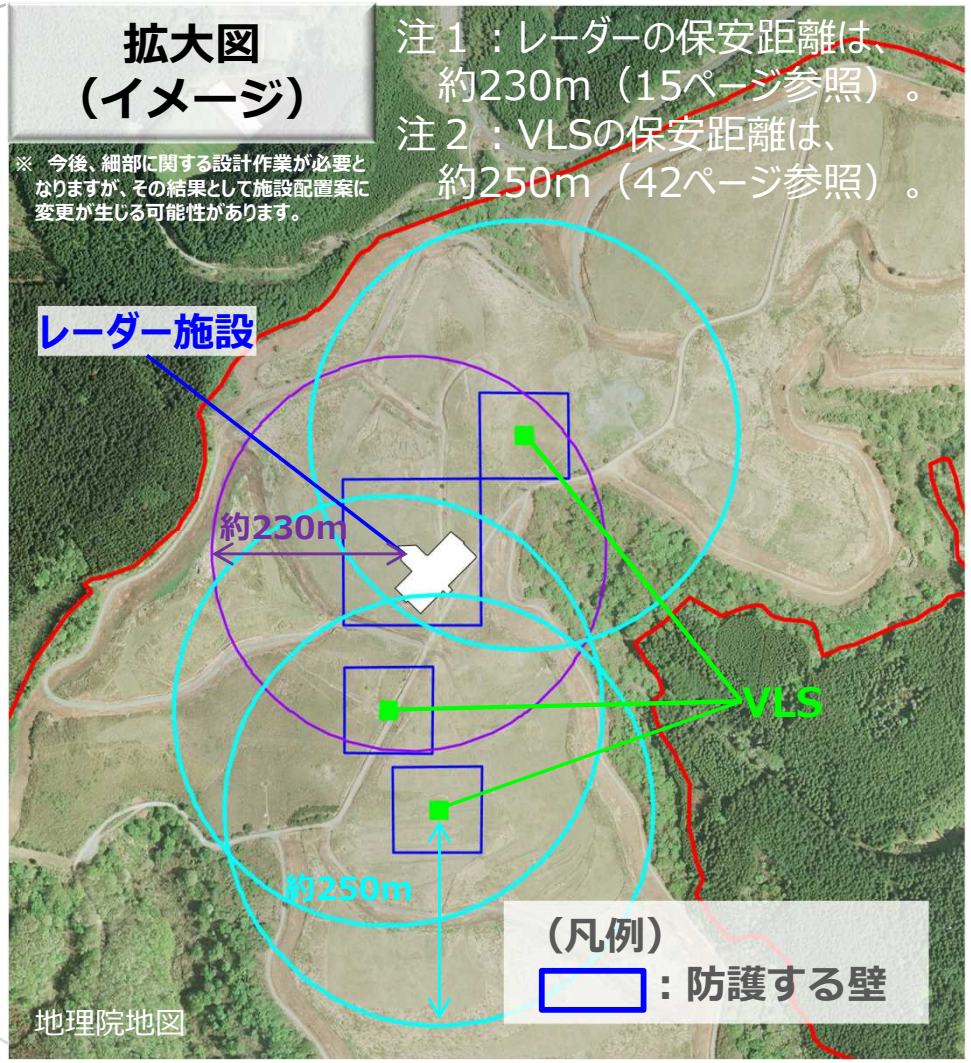
などの観点を踏まえ、右のとおりとしました。

※ 今後、細部に関する設計作業等が必要となりますが、その結果として施設配置案に変更が生じる可能性があります。



■ レーダーやVLSに関する安全のための離隔距離（保安距離）は、演習場内に収まりますが、周辺住民の皆様により安心いただく観点から、これら施設は、近傍の住宅等からできるだけ離して（概ね700m以上を確保して）配置します。





■ むつみ演習場及びその周辺地域の水環境について、次により分析しました。

1．論文などの文献を基にした調査

2．現地での調査

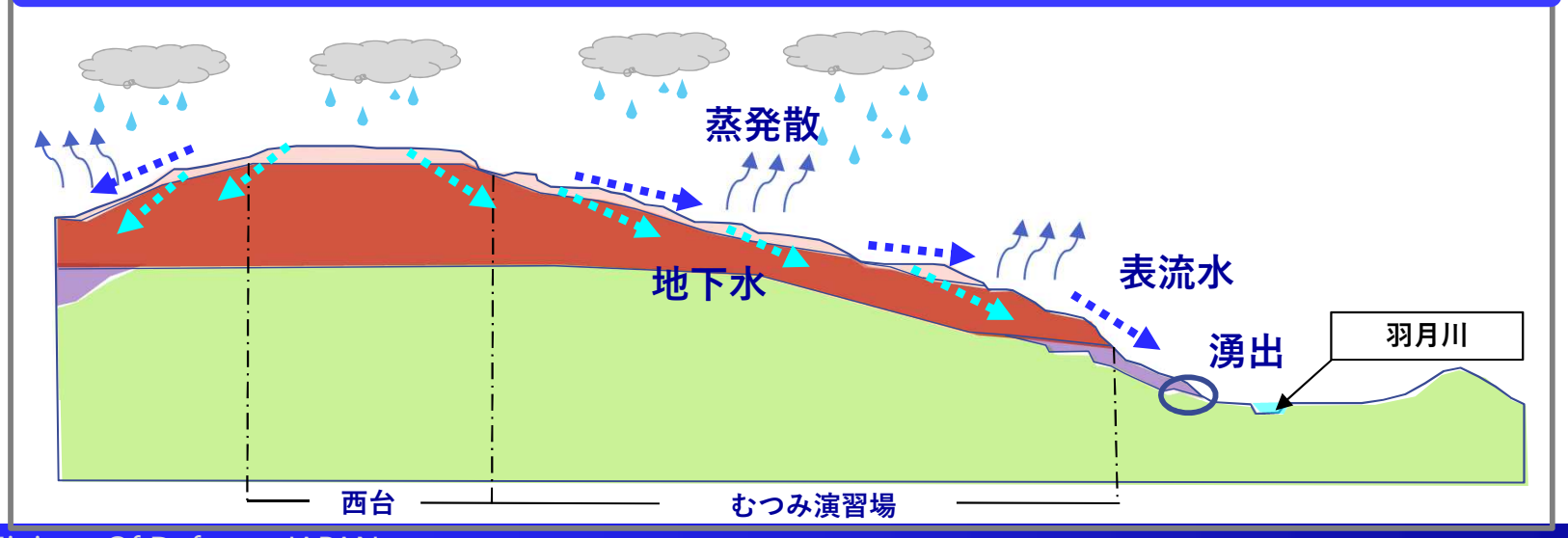
3．シミュレーション解析

■ 地表に降った雨は、一般的に、蒸発散をするものを除けば、

・地中に浸透し、地下水となる

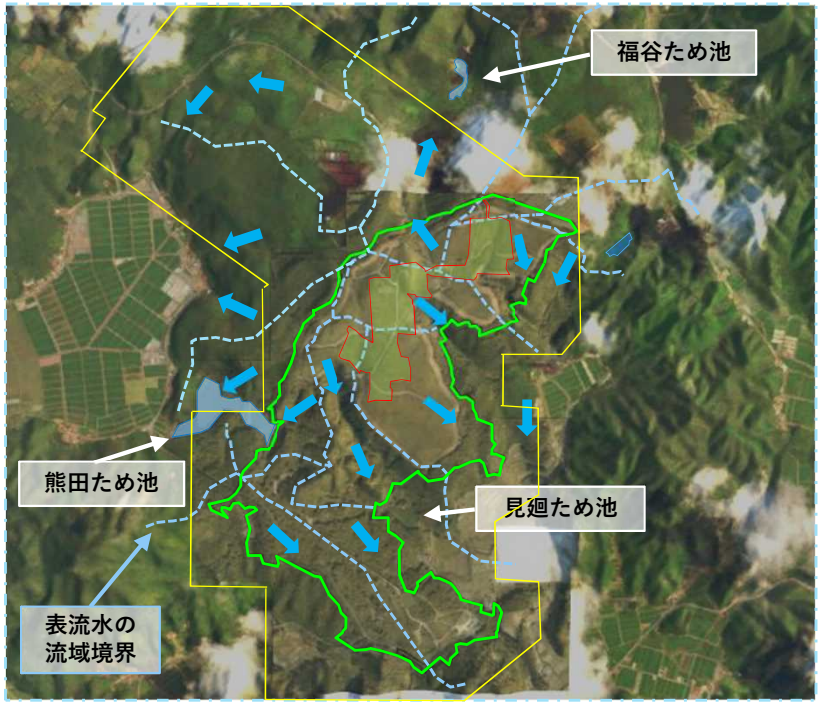
・残りの雨水は、地表を流れる表流水となる

むつみ演習場及びその周辺の横断図と一般的な雨水の流れ（イメージ図）

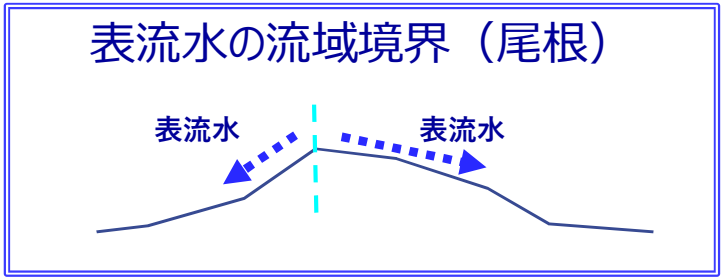


✓ 表流水（調査結果からみた表流水の流れ）

- **表流水が生じた場合は、流域境界（尾根）を境にして、高いところから低いところに向かって流れます**
- **演習場の台地上には恒常的に表流水はありませんが、強い雨が降った際は表流水となり、その一部は周辺のため池（主として見廻ため池、熊田ため池、福谷ため池）に流れ込みます**



むつみ演習場周辺の表流水流動経路図（イメージ）

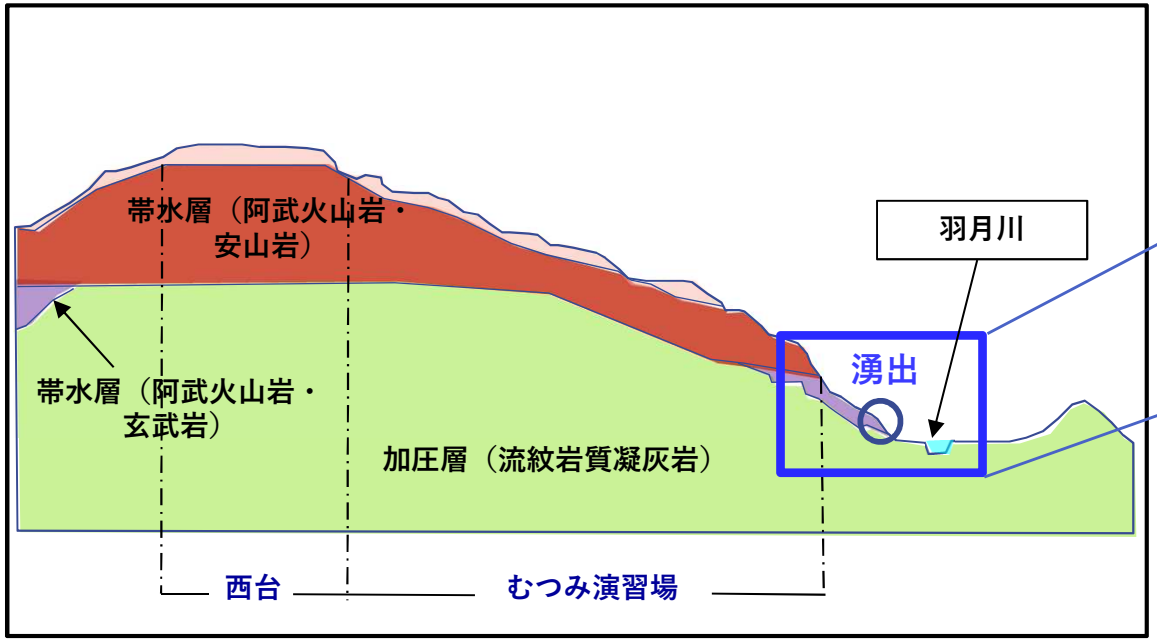


凡 例

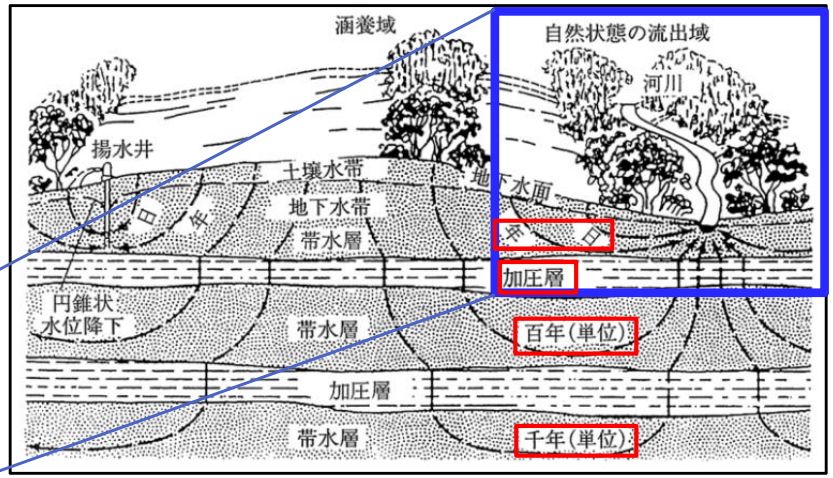
- 演習場区域
- 表流水の流れ（イメージ）
- 表流水の流域境界
- 施設の配置を計画しているエリア
- 航空レーザ測量範囲

✓ 地下水（既存文献及び水文調査、現地調査からみた地下水の流れ）

- **水を通しやすい安山岩・玄武岩と、その下位にある水を透しにくい流紋岩質凝灰岩との境界に湧水が多くみられました**
- **年代測定の結果より、演習場周辺に降った雨は、2年から9年かけて演習場外に湧水として出てくることが分かりました。また、この結果は、地質構造と地下水との関係の文献とも概ね整合しています**



むつみ演習場及びその周辺の横断図（イメージ図）



地下水の流動経路と滞留時間のイメージ
（田中 正 (2018), 地下水学会誌, vol.60, no.1, 地下水学から見た水循環に関する施策の推進を図る ための現状と課題, pp.17~28の図を防衛省にて一部加工）

帯水層：地下水を含んでいる地層で、むつみ演習場においては透水層と推察した安山岩及び玄武岩がこれに該当

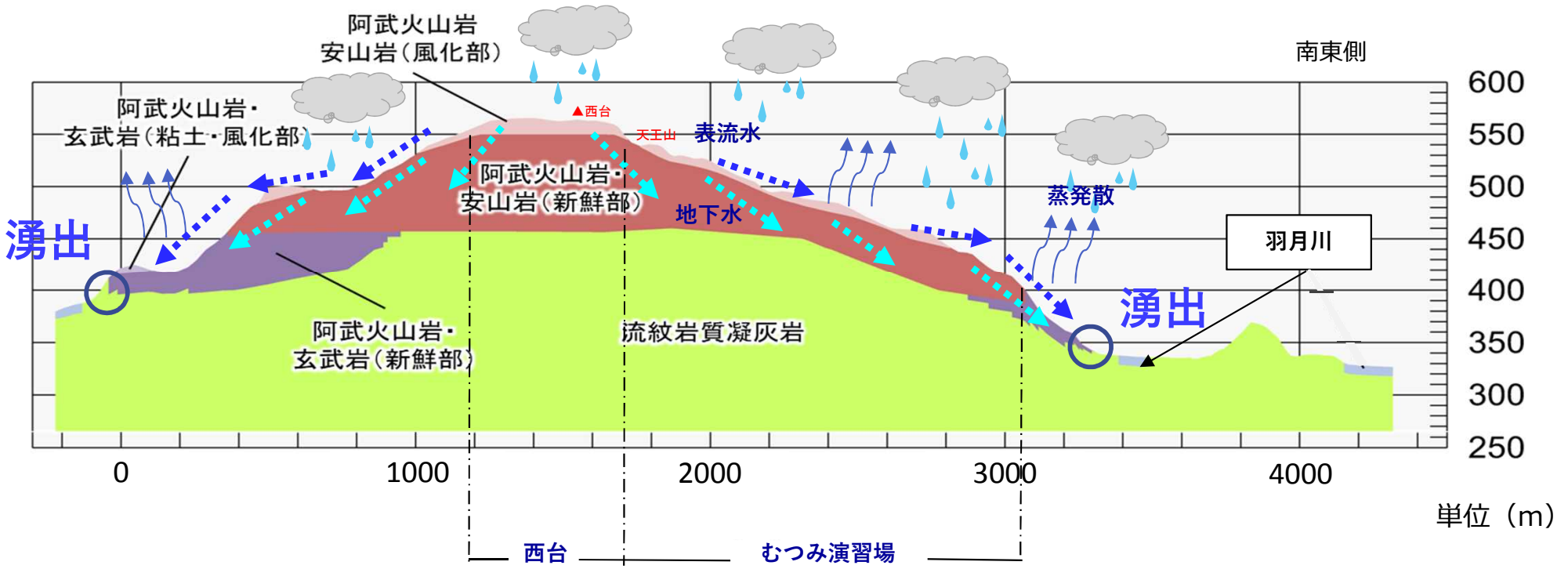
加圧層：帯水層に比べ著しく透水性の劣る地層で、むつみ演習場においては不透水層と推察した流紋岩質凝灰岩がこれに該当すると推察

施設配置と安全・安心のための対策：むつみ演習場周辺の水環境関係④

- 水文学において一般的に考えられている地下水流動モデルによれば、地下水も地表面の高いところから低いところに向かって流れます
- 現地調査の結果より、演習場に近接する南東側の地下水の湧出箇所は、標高が西側の湧出箇所に比べて低く、また、湧水量が豊富であることが分かりました

⇒ 演習場内に浸透した地下水は、演習場に近接し標高の低い南東側に流れていると考えています

むつみ演習場及びその周辺の横断図と湧水の標高（イメージ図）



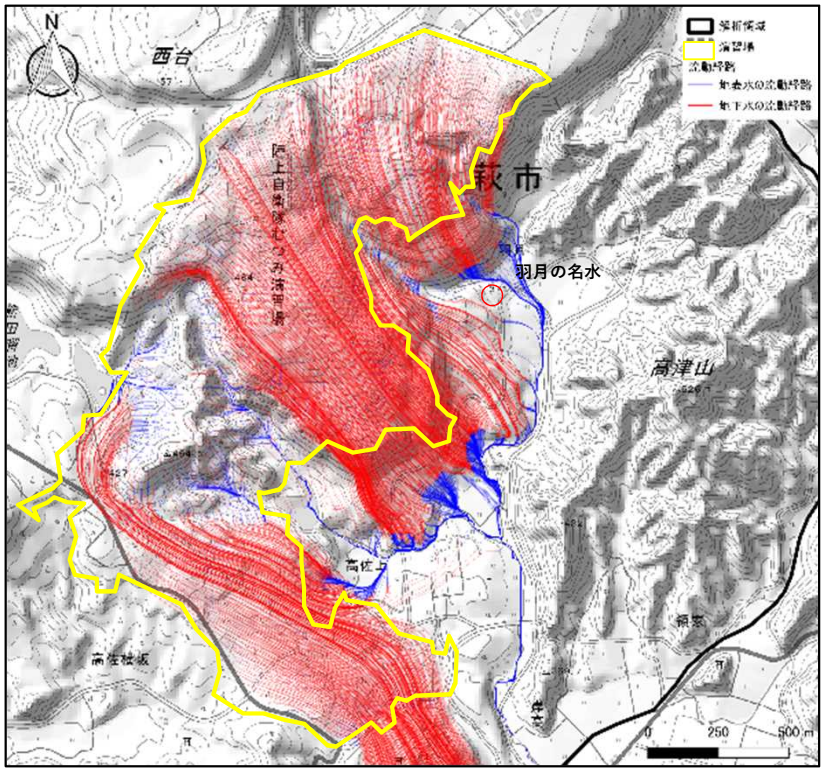
➢ 地下水の分析結果（調査結果からみた地下水の流れ）続き

✓ シミュレーション解析

- 地質調査やボーリング調査の結果、及び地質図や降雨量・気温　データ等を基に、地質構造を三次元モデル化し、シミュレーション解析を行いました

⇒ ✓ 演習場内に降った雨は、地下に浸透したのち 南東側に流れているとの結果が得られました

✓ この結果は、現地において調査した河川流量や、湧出分布の結果と概ね整合します



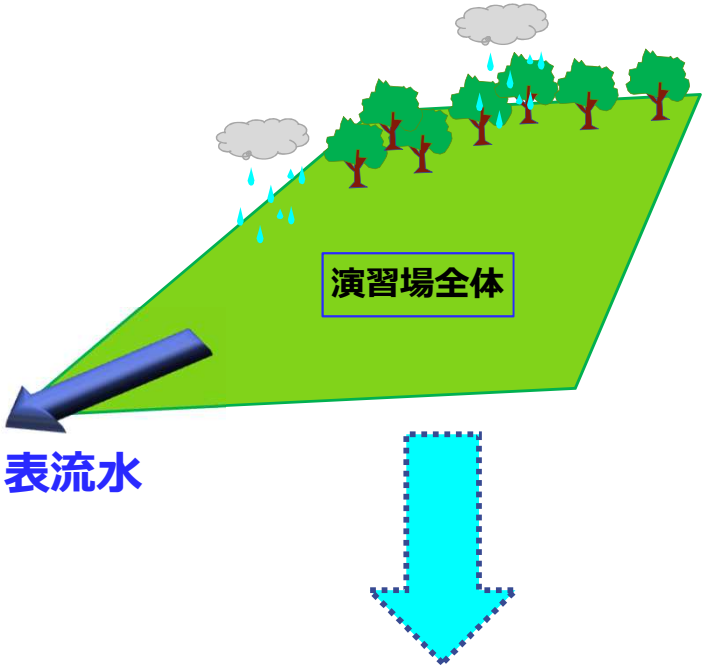
むつみ演習場周辺の地下水流動経路図

■ 周辺の水環境に影響を与えないための具体的な対策

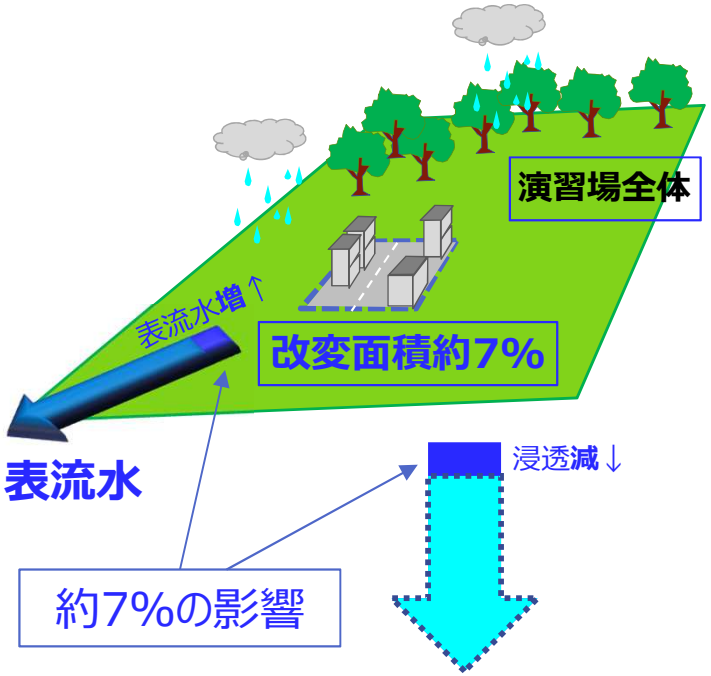
- ✓ 地表を覆う面積は必要最小限にします
- ✓ 雨水を地下に浸透させるための施設を整備します
- ✓ 工事中、沈砂池を設置します
- ✓ 工事中、配備後も、水量・水質に関する調査を行い公表します
- ✓ 演習場内の砂防ダムの管理を徹底します
- ✓ 各建物から出る雑排水を、トイレの洗浄水などに再利用します
- ✓ 施設運用等のために使用する水の量を少なくします
- ✓ 汚水は法令等に基づく基準値以下まで処理し河川に流します

■ 表流水及び地下水に影響を与えないよう、施設を整備してまいります。

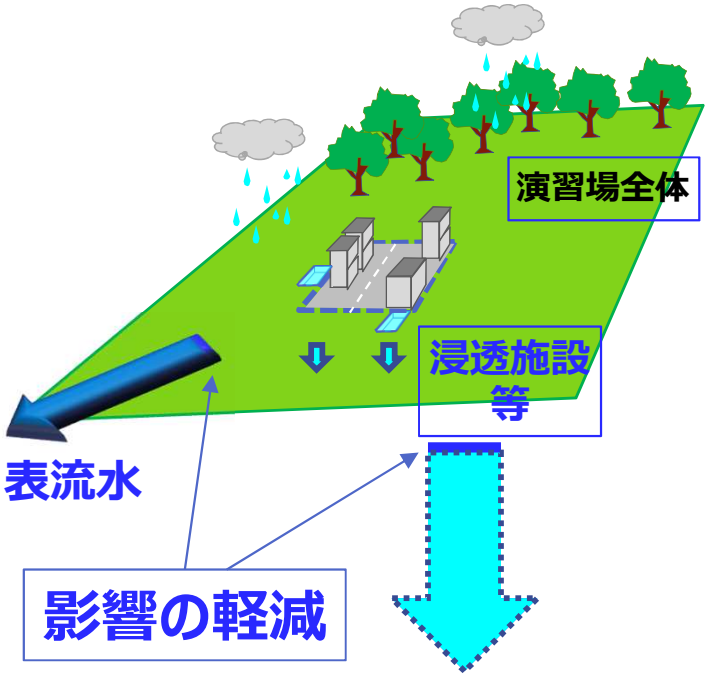
【配備前のイメージ】
演習場内に降った雨は、浸透及び表流水となる



【配備後（対策なし）】
改変面積分（演習場全体の約７％）の浸透及び表流水が影響を受ける可能性がある



【配備後（対策あり）】
施設内の降雨を**浸透施設等で地下へ浸透させ、影響を軽減させるよう計画**します

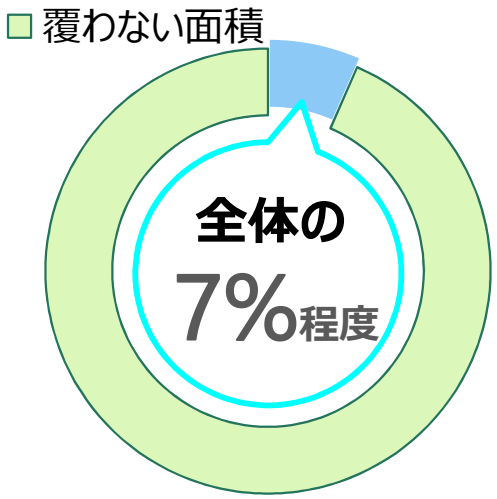


■ 周辺の水環境に影響を与えないための具体的な対策について、次のとおり確実に講じます。

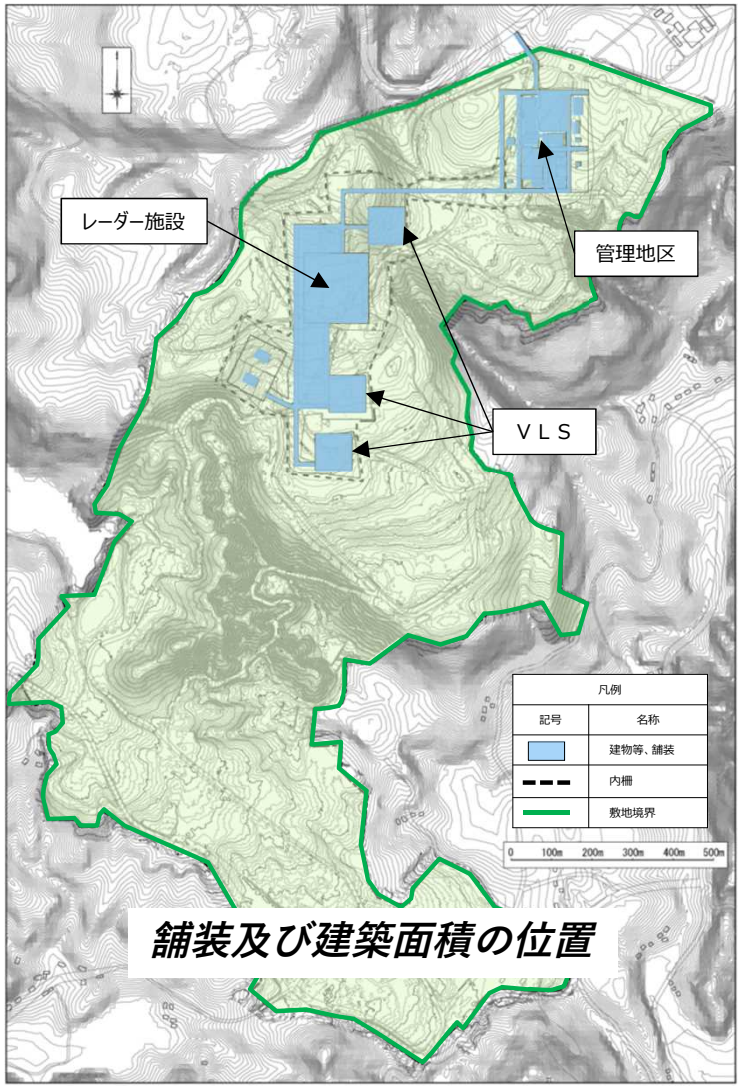
対策①

✔ **建物等や舗装により地表を覆う面積を必要最小限にします。**

- ✓ できるだけ人工構造物を少なくします。
- ✓ できるだけ緑化に努めます。
- ✓ 除草作業では、これまでと同様に除草剤などの農薬は使用しません。



演習場全体：約2km²



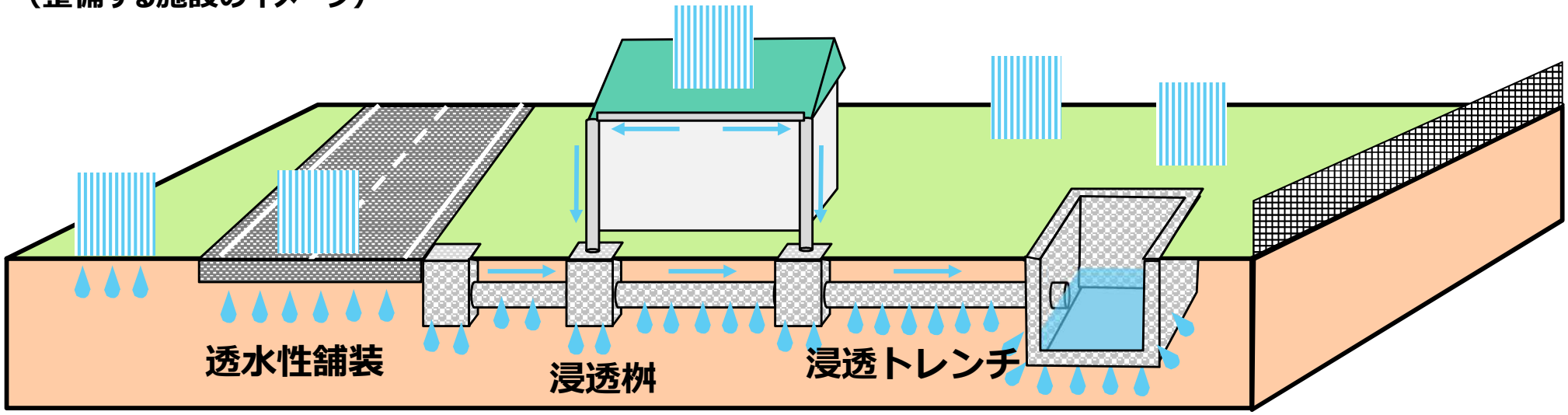
※今後、細部に関する設計作業が必要となりますが、その結果として施設配置案に若干の変更が生じる可能性があります。

■ 周辺の水環境に影響を与えないための具体的な対策について、次のとおり確実に講じます。

対策②

✔ **雨水を地下に浸透させるための施設を整備します。**

（整備する施設のイメージ）



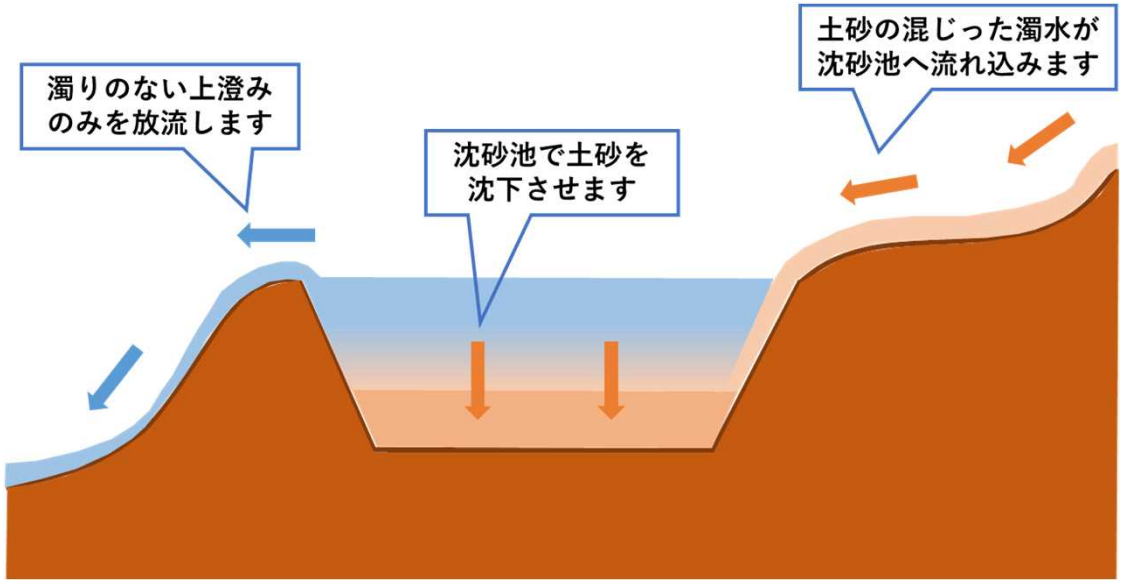
浸透桝：建物等に降った雨水を地中へと浸透させることのできる設備。
浸透トレンチ：浸透桝間の排水管で雨水を地中へ浸透させることのできる設備。
透水性舗装：道路など舗装面に降った雨水を地盤まで透水させることのできる設備。

■ ため池、湧水池に濁水が流入しないよう、次の措置を確実に講じます。

対策③

✔ 沈砂池を設置し、工事中の濁水を処理します。

沈砂池の仕組み（イメージ）



■ 周辺の水環境に影響を与えないための具体的な対策について、次のとおり確実に講じます。

対策④

✔ 工事中、配備後においても、水量・水質に関する調査を実施し、その結果は公表します。

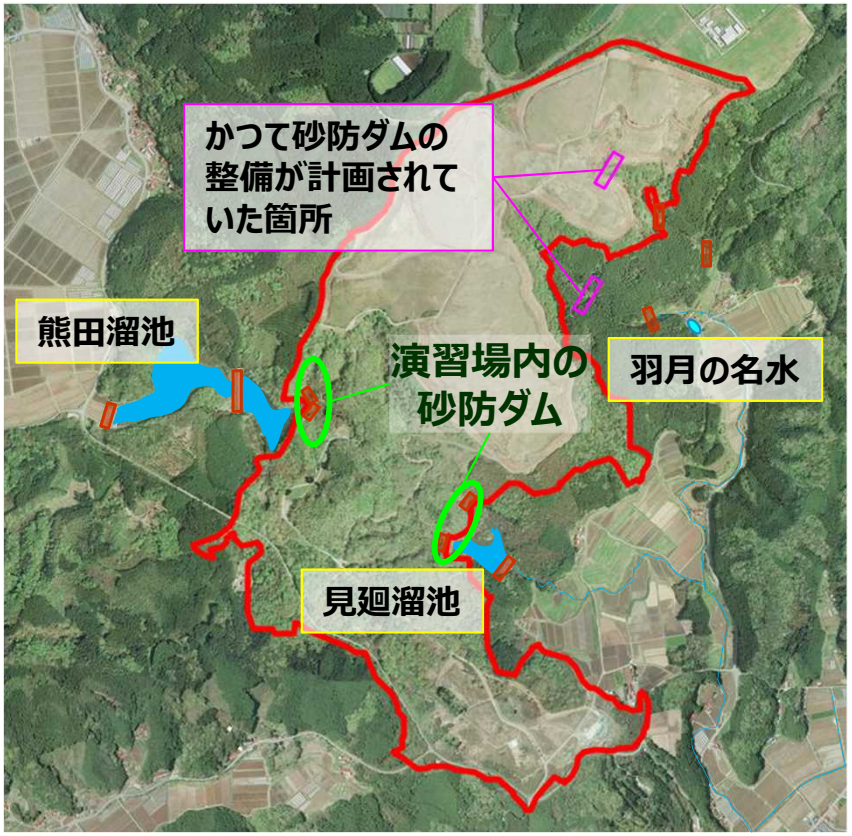
水質に関する調査のイメージ

水量に関する調査のイメージ

■ 周辺の水環境に影響を与えないための具体的な対策について、次のとおり確実に講じます。

対策⑤

✔ 砂の除去など、演習場内の砂防ダムの管理を徹底します。



✓ 砂防ダムの整備事業の再開も検討します。

（凡例）

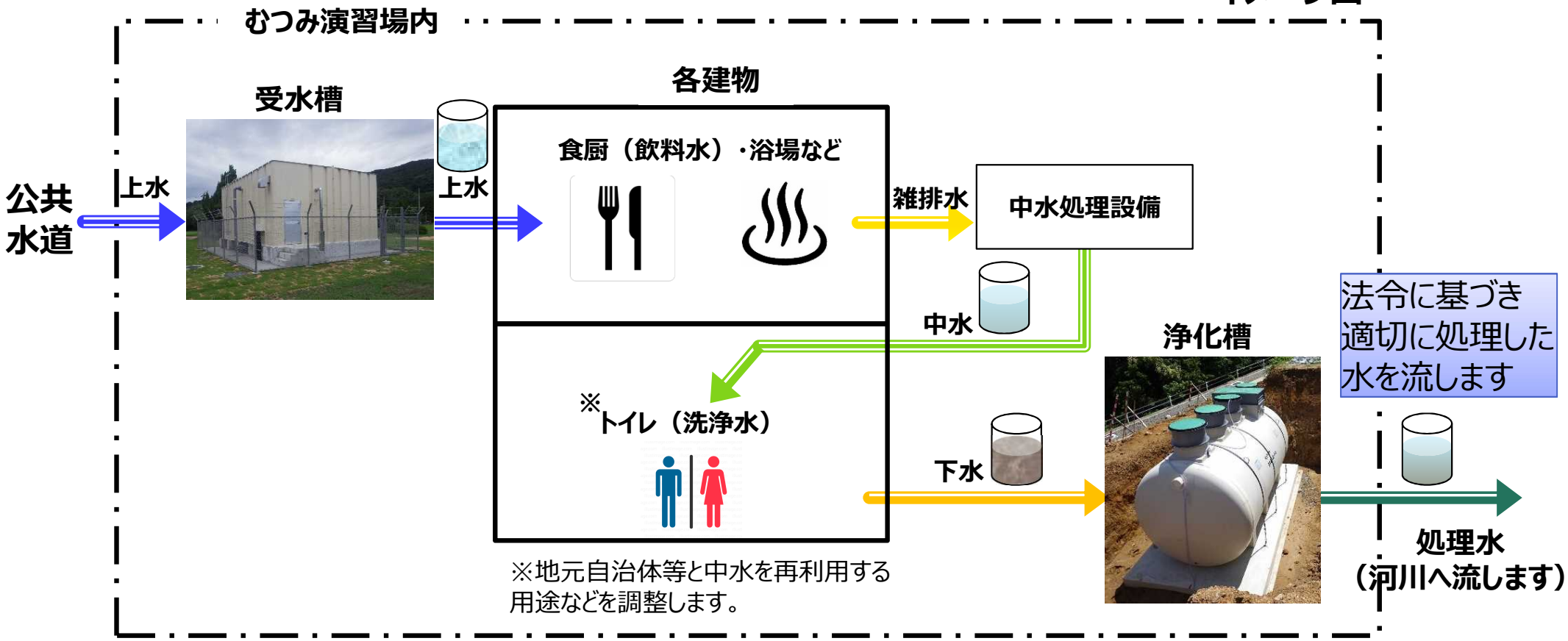
- ：ため池・湧水
- ：砂防ダム等（障害防止工事として整備済）
- ：羽月川（障害防止工事として護岸工事等を実施済）

■ 周辺の水環境に影響を与えないための具体的な対策について、次のとおり確実に講じます。

対策⑥

✔ むつみ演習場内で使用する水の量を削減するため、各建物から出る雑排水を中水処理し、トイレの洗浄水などに再利用します。

イメージ図



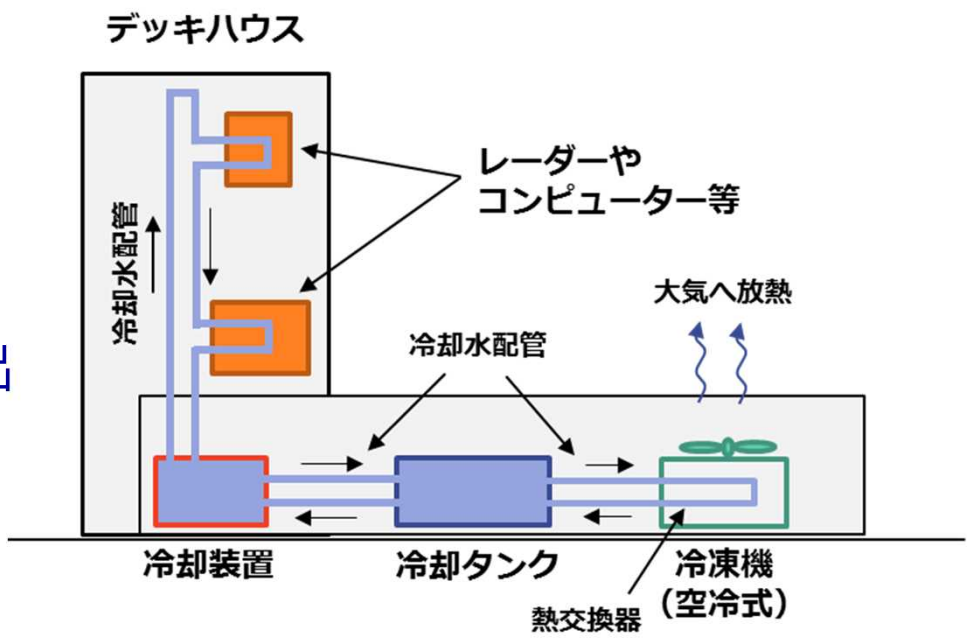
■ 周辺の水環境に影響を与えないための具体的な対策について、次のとおり確実に講じます。

対策⑦

✔ **施設運用等のために使用する水の量を少なくします。**

- ✓ レーダー等の冷却に、湧水・地下水やため池の水を使用することはありません。
- ✓ 冷却には精製された水が必要ですが、これは外部から運搬の上で使用します。
- ✓ 冷却水はシステム内で循環させて使用し、使用後の水は、ため池や湧水に排出しません。

（レーダー施設の冷却システムのイメージ図）



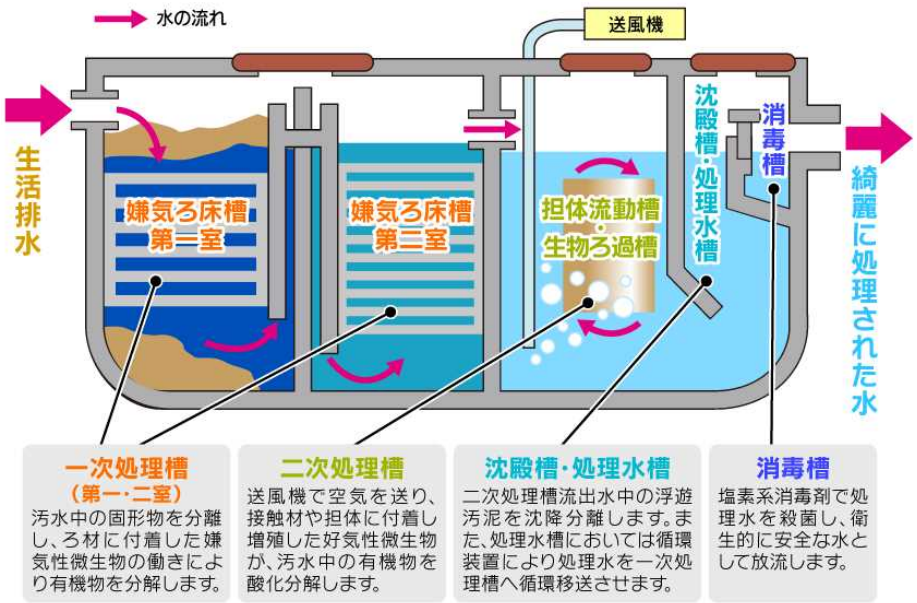
■ 周辺の水環境に影響を与えないための具体的な対策について、次のとおり確実に講じます。

対策⑧

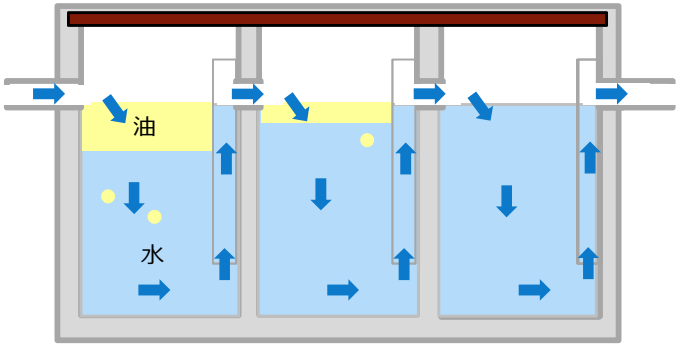
✔ **汚水は、浄化槽や油分離槽で関係法令等に基づく基準値以下まで処理し、河川に流します。**

浄化槽のイメージ

（出典：いわき市環境整備事業協同組合ホームページ）



油分離槽のイメージ



水と油の比重の違いにより、油を上方に自然分離させます。
（防衛省で一般的に用いる油分離槽のイメージ）

別紙：細部資料

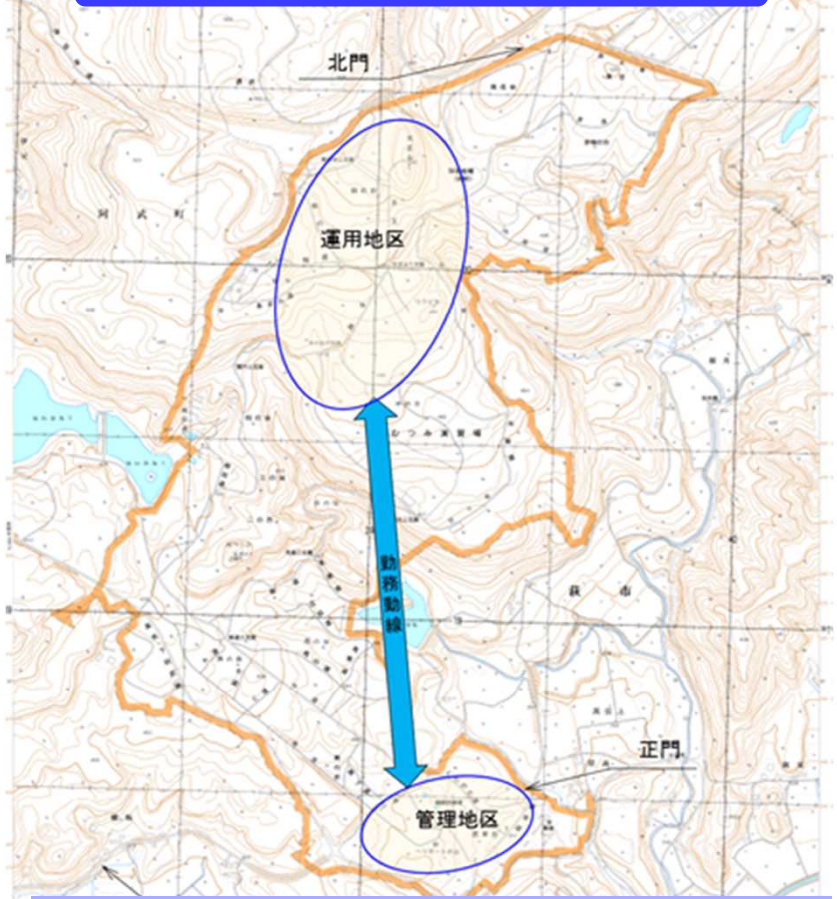
■ 測量調査により、むつみ演習場内には高低差があるものの、施設配置は可能であることが分かりました。

- ✓ むつみ演習場一帯は、西台等の溶岩ドームが平坦または緩やかな頂きをもつ台地を形成しています
- ✓ また、むつみ演習場の東方には北から南へ流れる羽月川や、羽月の名水と呼ばれている湧水があります

この図は、航空測量成果品のほか、国土地理院が提供する基盤地図情報などを活用して演習場周辺の地形、土地利用状況を把握できるようAutodesk社製InfraWorks を用いて加工したものです。

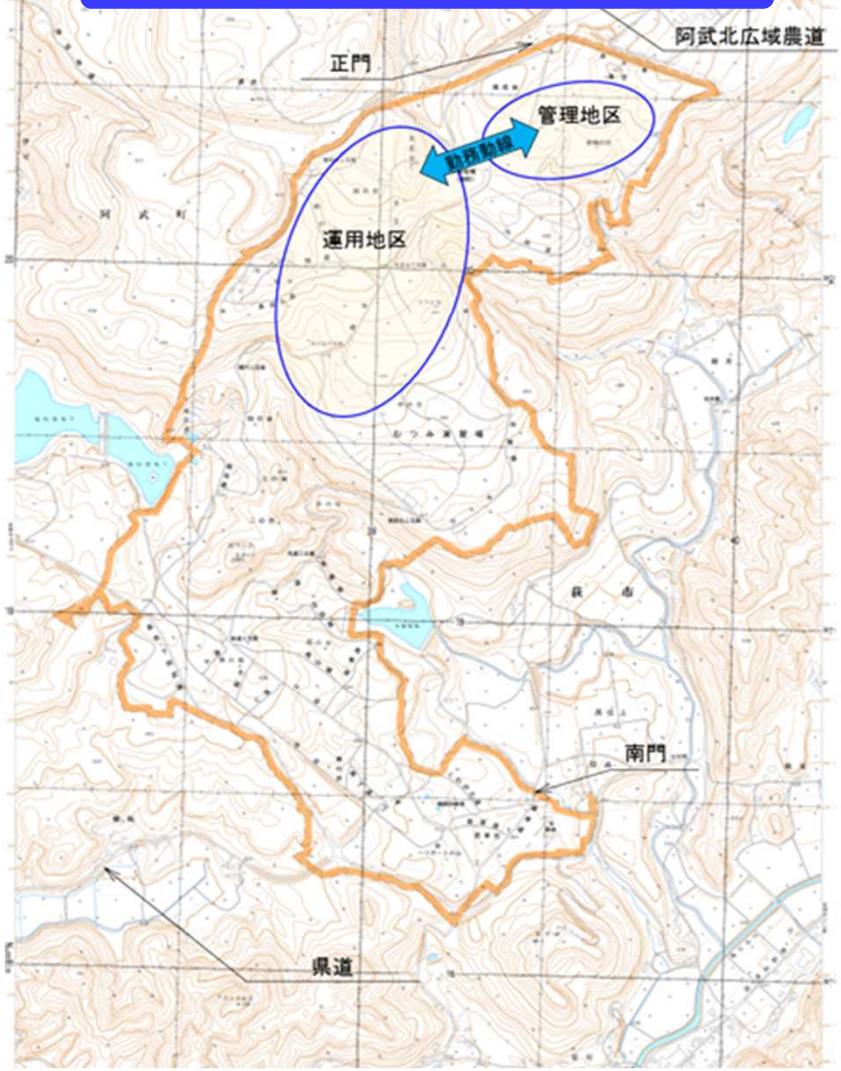
■ 大まかな配置を検討する「ゾーニング」を行い、北側に運用地区と管理地区を置く案を採用した上で、施設配置案を検討しました。

採用しなかったゾーニング案

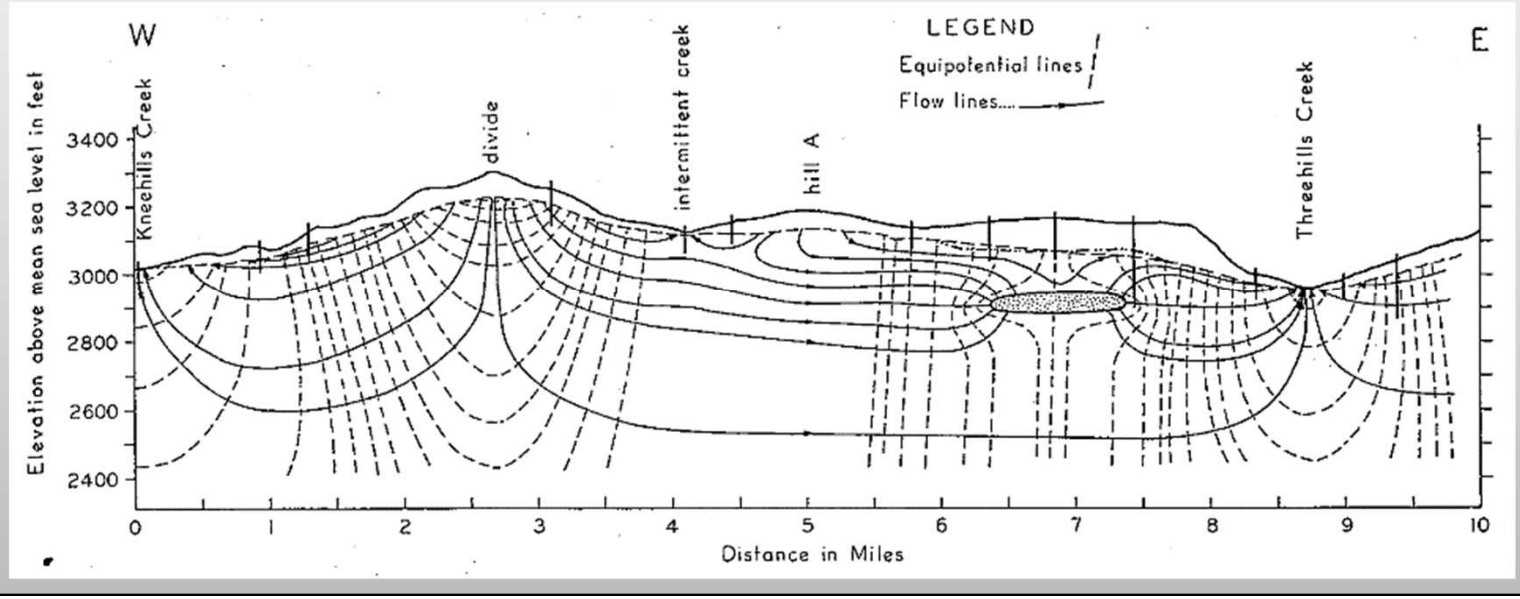


（不利点）
・運用地区と管理地区の離隔距離が大きい
・敷地造成の面積が大きい

採用したゾーニング案



■ 水文学において一般に用いられている地下水流動モデルによれば、地下水も地表面の高いところから低いところに向かって流れます



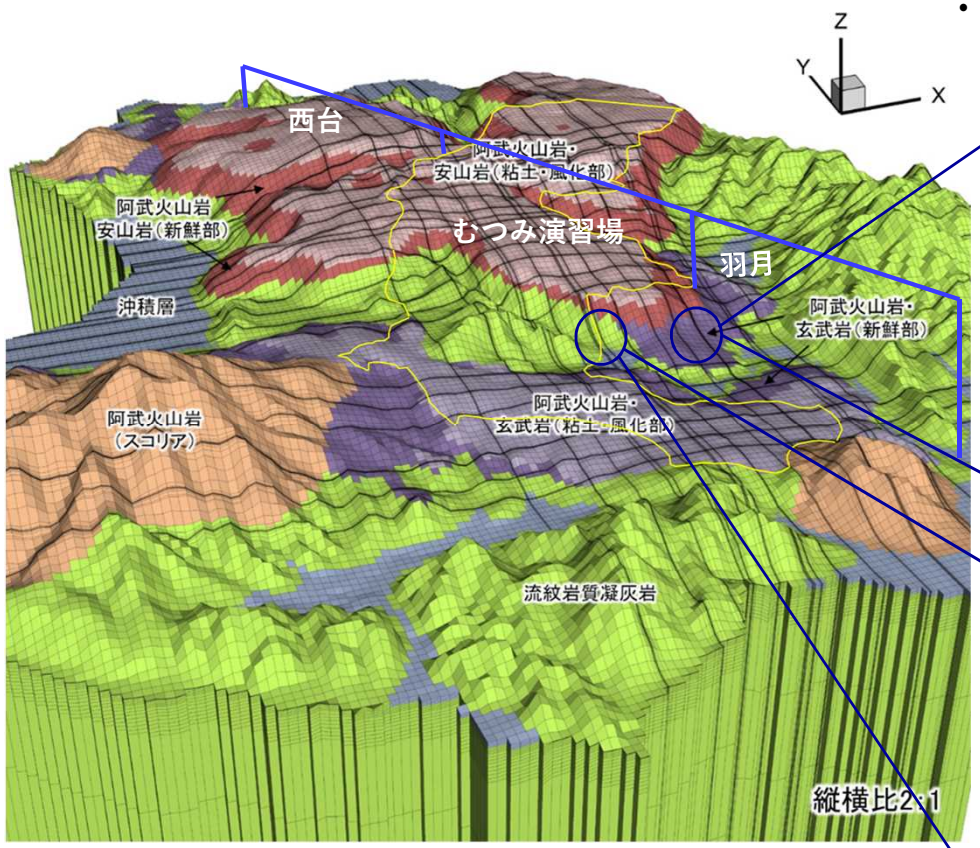
地形に沿った地下水面分布のイメージ
（J.Toth (1962), Journal of Geophysical Research, vol.67, no.11, A Theory of Groundwater Motion in Small Dranage Basins in Central Alberta, Canadaより）

- ✓ 上図は、J.Tothが発表した地下水流動モデルであり、水文学において一般的な考えを図に示したものです。
- ✓ 実線は地下水の流れを、点線は地下水の圧力線を表しています。

■ 現地調査等の結果や文献をもとに、地質構造を三次元モデル化し、演習場内の地下水の流れについてシミュレーション解析を行いました

【現地調査の結果】
- 地質データ（地質踏査、ボーリング調査結果）
- 河川流量及び湧水分布等（水文調査結果）
- 地表標高（測量調査結果・国土地理院）

【文　献】
- 降雨量・気温データ（メッシュ平年値2010気象庁）
- 地表被覆データ（日本域高解像度土地利用土地被覆図　Ver16.09　JAXA）
- 地質に関するデータ（山口県地質図　山口地学会）

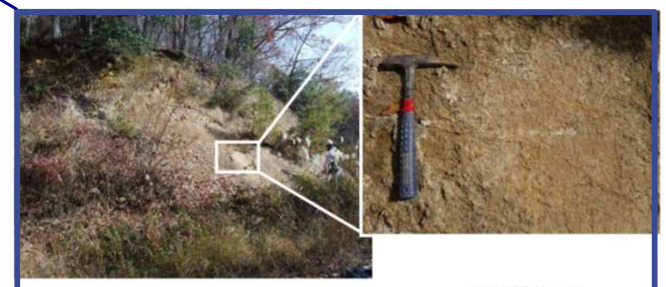


地質構造の三次元モデル
（山口地学会（2012）山口県地質図　第3版(15万分の1)　を基に作成）

（現地調査の状況）

【玄武岩　露頭部】

（現地調査の状況）



【流紋岩質凝灰岩　露頭部】

■ 地下水の年代調査結果より、演習場周辺に降った雨は２年から９年かけて演習場外に湧水として出てくることが分かりました

- ✓ トリチウム分析により滞留期間が60年以上の古い水ではないことが確認されました。※1
- ✓ 六フッ化硫黄分析により滞留期間が2年から9年の若い水であることが推定されました。※2

調査地点	萩市		阿武町		萩市（安附地区）	萩市（高佐横坂地区）	萩市（岸高地区）	萩市（羽月地区）		阿武町			
	簡易水道源				井戸	井戸	湧水	湧水		井戸			湧水
項　目	①	②	①	②	①	①	①	羽月の名水	①	①	②	③	①
地下水年代調査結果（六フッ化硫黄（SF6）年代）	―（※3）	8	5	2	3	―（※3）	4	5	5	9	3	2	5

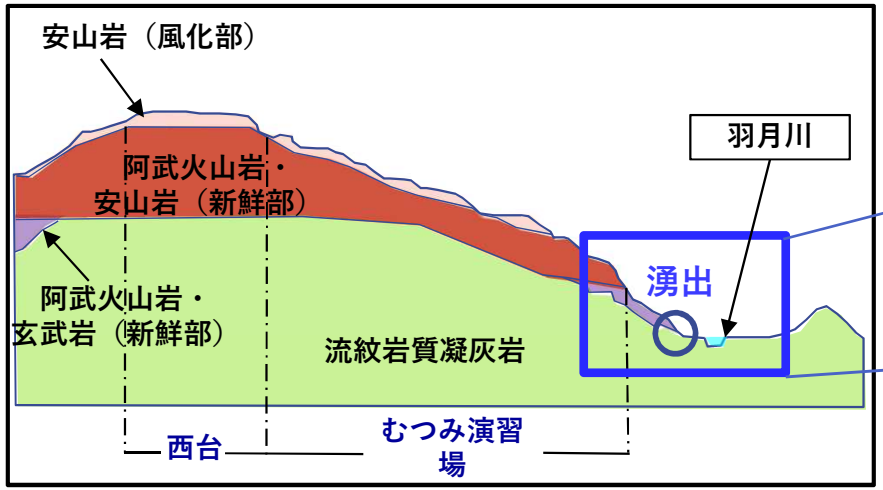
※1 「六フッ化硫黄（SF6）年代調査」の結果によるものです。地下水に含まれる六フッ化硫黄（SF6）の濃度を計測します。大気中のSF6が1970年代から比例して増加していることを用い、50年未満の地下水について年単位での詳細な年代推定が可能な調査方法です。なお、SF6は優れた絶縁性能を持つ気体で、人体に対し安全でかつ安定しています。

※2 「トリチウム年代調査」の結果によるものです。地下水に含まれるトリチウム（水素の放射性同位体）の濃度を計測します。「古い地下水（60年以上）」と「新しい地下水（60年未満）」の判別やおおまかな年代を推定するのに適しており、最も実績のある調査方法です。

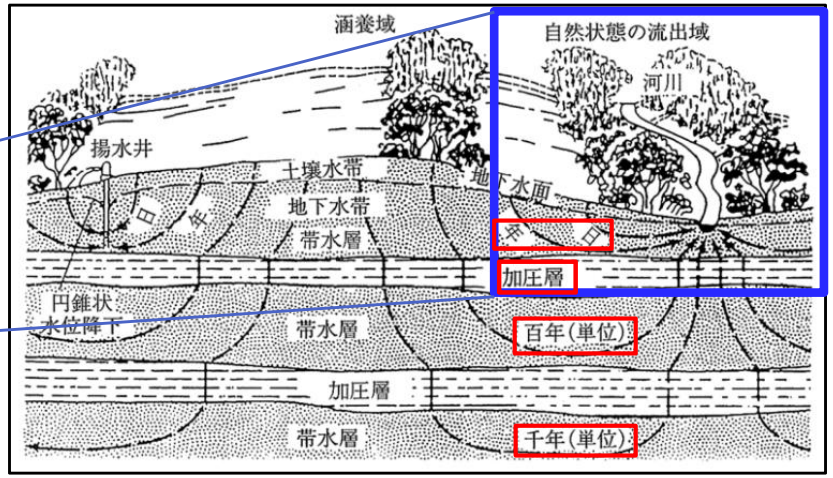
※3 井戸から採水を行った蛇口までの距離が長い等の原因により、大気が過剰に溶解したことから、測定結果が得られていません。

✓ 地下水（①既存文献及び水文調査、現地調査からみた地下水の流れ）

- **水を通しやすい安山岩・玄武岩と、その下位にある水を透しにくい流紋岩質凝灰岩との境界に湧水が多くみられました**
- **年代測定の結果より、演習場周辺に降った雨は、2年から9年かけて演習場外に湧水として出てくることが分かりました。また、この結果は、地質構造と地下水との関係の文献とも概ね整合しています**



むつみ演習場及びその周辺の横断図（イメージ図）



地下水の流動経路と滞留時間のイメージ
（田中 正 (2018), 地下水学会誌, vol.60, no.1より）

安山岩：むつみ演習場を含む西台・東台を形成した溶岩。ボーリング調査より亀裂が確認されている（透水層と推察）

玄武岩：むつみ演習場の南側に分布する溶岩。ボーリング調査より亀裂が確認されている。（透水層と推察）

流紋岩質凝灰岩：演習場及び周辺地域において最も古く、中生代白亜紀後期に形成されたものである。
また、現地踏査によって、この層と安山岩・玄武岩との境界付近より湧水が確認されている。（不透水層と推察）

帯水層：地下水を含んでいる地層で、むつみ演習場においては透水層と推察した安山岩及び玄武岩がこれに該当

加圧層：帯水層に比べ著しく透水性の劣る地層で、むつみ演習場においては不透水層と推察した流紋岩質凝灰岩がこれに該当すると推察

■ シミュレーション解析では、演習場内に降った雨は、地下に浸透したのち南東側に流れているとの結果が得られました

✓ 現地調査で把握した河川流量や湧出分布の結果と比較したところ、概ね整合しています

むつみ演習場内で浸透した地下水流動経路図

【水文調査結果】

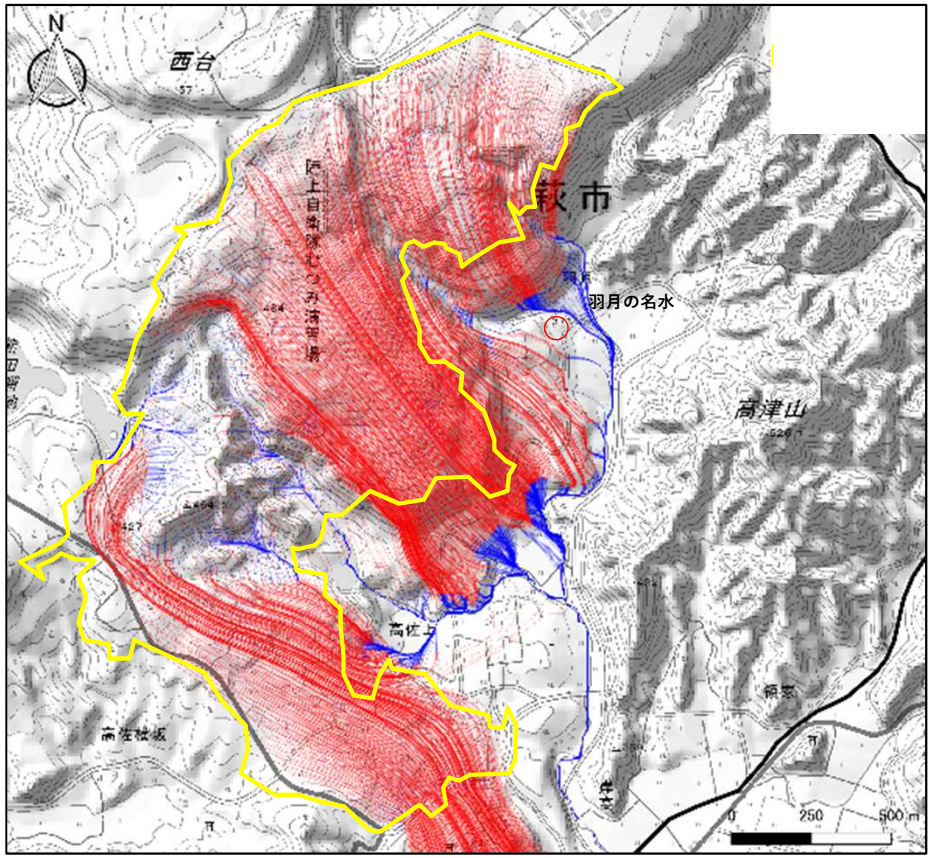
現地踏査及び既存情報の収集により、簡易水道、井戸及び湧水を確認しました。

湧水分布、湧水量及び河川流量等を計測しました。

ボーリング調査の実施前、実施中、実施後に、演習場周辺の井戸、湧水、溜池及び演習場の沢において水質調査を実施したところ、影響はないとの結果でした。

凡 例

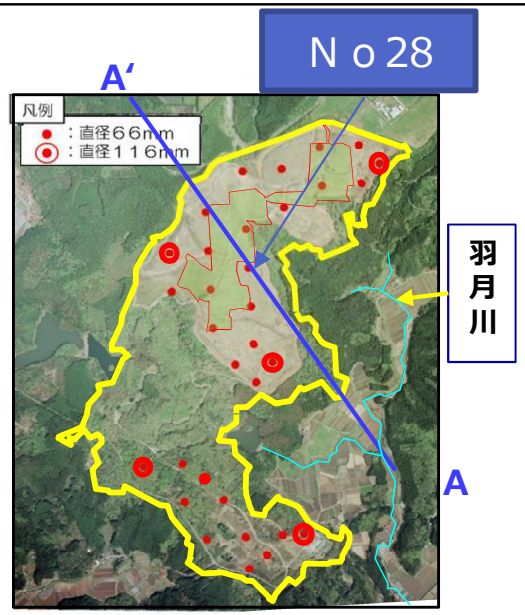
- 地下水の流れ
- 地表に湧出したのち表流水となる流れ
- むつみ演習場



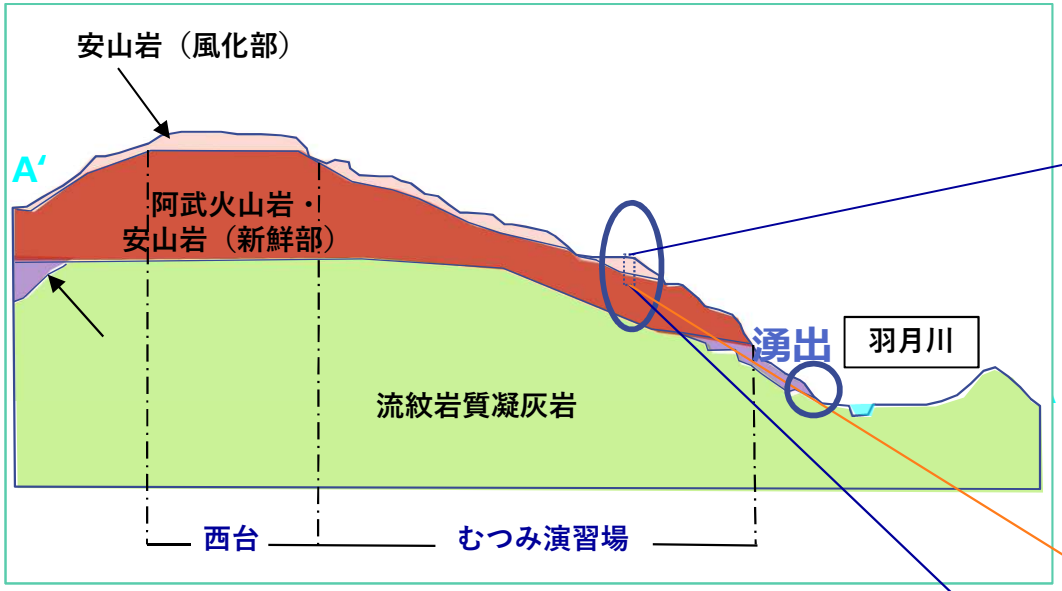
■ **ボーリング調査により、建物の基礎を支えることができる堅固な地盤の位置を確認できました。堅固な地盤は、地下水位よりも上層に存在することが分かりました**

⇒ **配備工事そのものが、地下水に影響を与えることはありません**

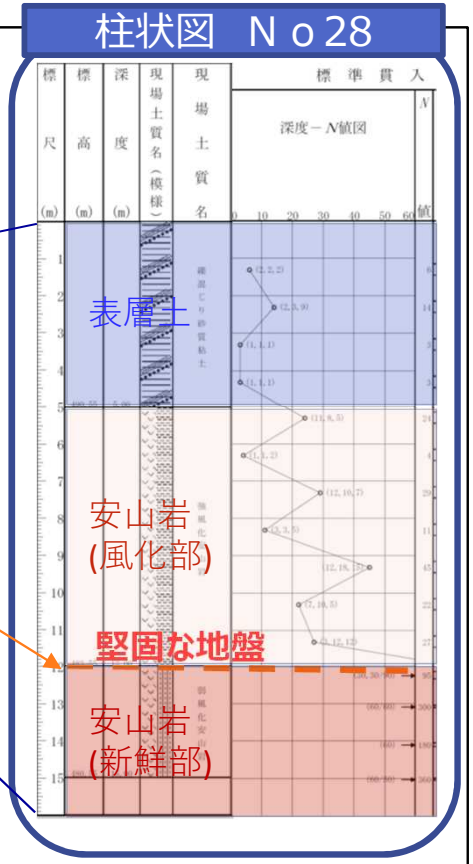
- ✓ 演習場内の32か所でボーリング調査を実施し、堅固な地盤の位置は約２～26mの範囲でした。
- ✓ 演習場周辺の28か所の井戸等において、ボーリング調査による水質への影響は確認されませんでした。



ボーリング位置



むつみ演習場及びその周辺A－A′断面（イメージ図）



柱状図：地質の断面図で地質、耐力、地下水位などを記載したもの

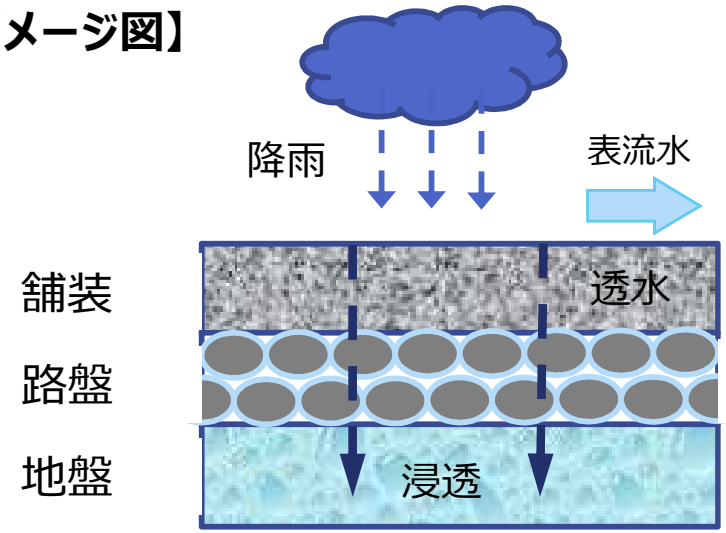
堅固な地盤：建物や工作物の基礎を支えることが出来る強度をもつ地層

施設配置と安全・安心のための対策：むつみ演習場周辺の水環境関係（浸透施設の整備）

透水性舗装

舗装面に降った雨水をアスファルト舗装内の隙間から地盤に浸透させるもの。

【イメージ図】



【イメージ写真】

愛知万博関連道路（愛知県）

一般のアスファルト舗装

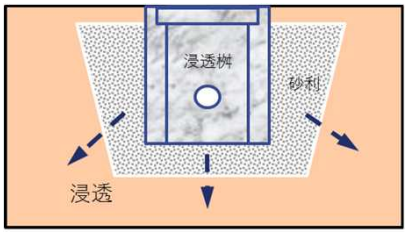
透水性アスファルト舗装

画像：株式会社ＮＩＰＰＯ　HPより

浸透桝

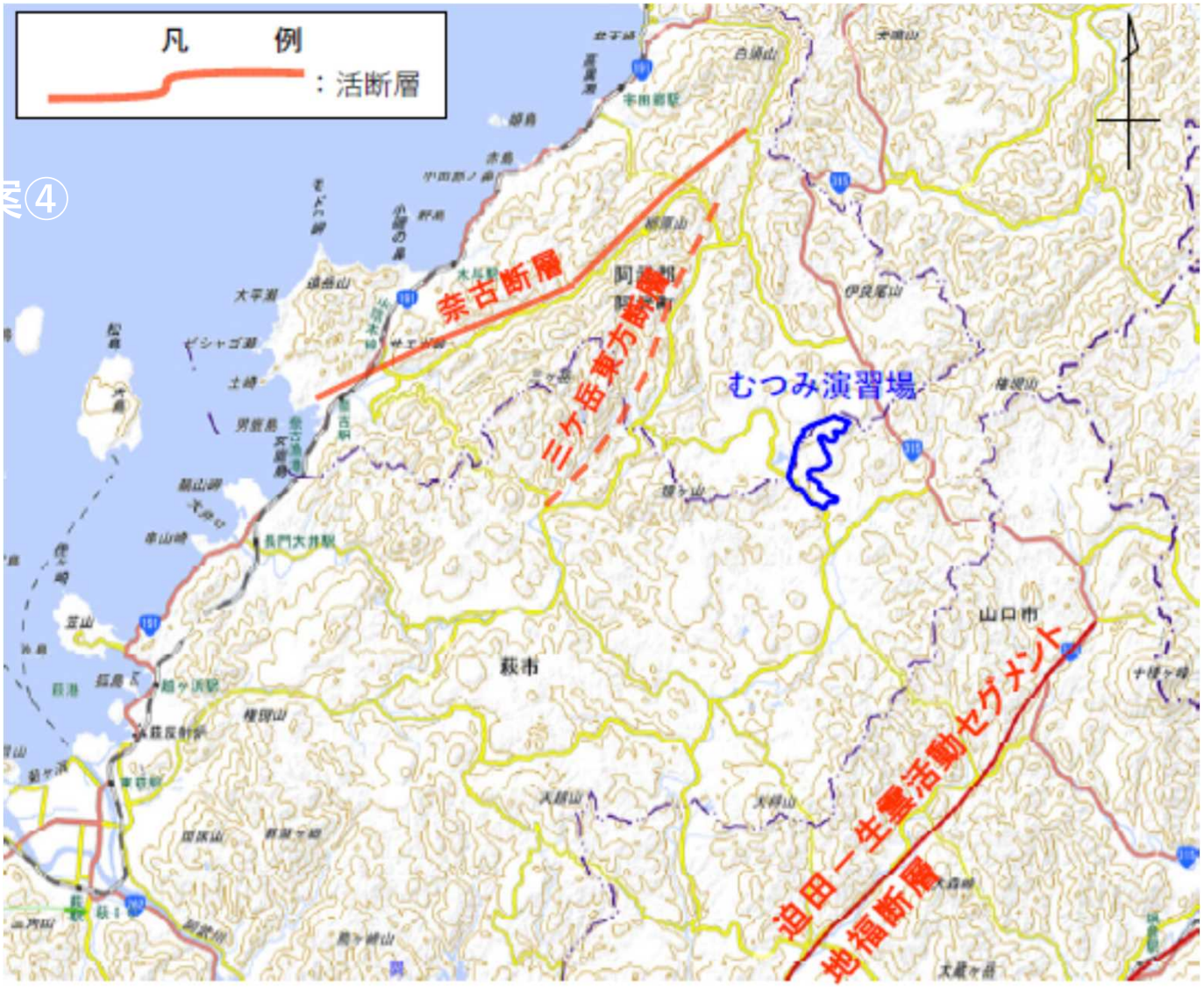
コンクリート製等の桝の側面や底部の穴から、周辺に敷き詰めた砂利などに雨水を浸透させ、雨水をゆっくりと地中に浸透させるもの。

【イメージ図】



【イメージ写真】

■　演習場の直下に活断層はないことを確認しました。

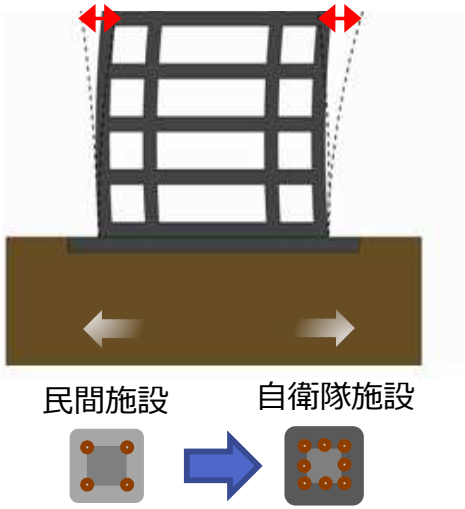


むつみ演習場周辺の活断層分布図
（出典：産業技術総合研究所「活断層データベース」を元に作成）

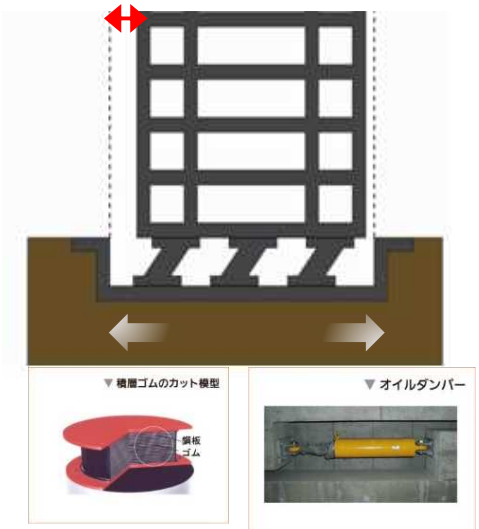
■ 建物については、十分な地震対策を講じます。

- ✓ 詳細な設計において地震対策を検討し、地震が発生しても建物の機能を維持できる構造とします。
- ✓ これまでに整備した他の自衛隊施設についても、阪神・淡路大震災や東日本大震災で、倒壊・崩壊したものはありません。

	耐震構造	免震構造
地震力への抵抗	柱、梁などの骨組みを強化 (ｺﾝｸﾘｰﾄ強度を高める、鉄筋の本数を増やす等)	免震ゴム、オイルダンパーなどの免震装置
地震時の被害	・構造骨組に部分的な損傷。 ・上階になるほど揺れる。 ・家具、収容物等の転倒、落下が生じやすい。	・構造骨組は軽微な損傷。 ・免震層が大きな変形を吸収する。 ・建物全体が、ゆっくりと揺れる。 ・家具、収容物等の転倒、落下が生じにくい。



一般の民間施設に比べて柱や梁などが強く丈夫です。



出典：（一社）日本免震構造協会

■ レーダー施設とVLSと地震の関係

✓ **レーダー施設**

万が一、地震によって施設が傾いた場合であっても、メインビームが地表方向に照射されることはありません。

（詳細は33ページに記載しています。）

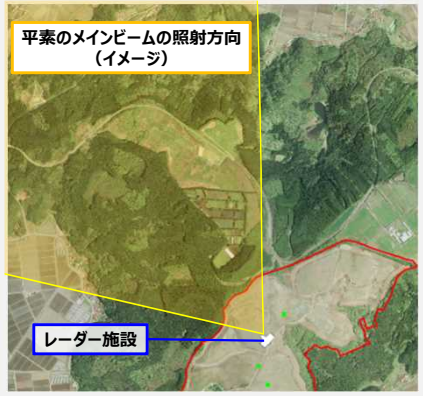
✓ **VLS**

- 地震によって迎撃ミサイルの燃料が燃焼することはありません。
- 万が一、意図せず燃焼した場合であっても、迎撃ミサイルは固定器具によりVLSの外に出ていくことはなく、また、VLSの注水システムにより消火のための措置が自動的になされます。

（詳細は34ページに記載しています。）

■ イージス・アショアのレーダー波（メインビーム）が、万が一にも地表へ照射されないよう、事故や操作ミスを防ぐ機能を付与します。

✓ メインビームを照射できる方向をあらかじめ設定（制限）する機能



上空から見た、メインビーム照射方向
（イメージ）

図　レーダーから水平方向を見た場合の、メインビームを西台方向に照射する場合のイメージ

◆ **この機能により、イージス・アショアが地表にメインビームを照射することはありません。**

✓ 万が一、地表方向にメインビームが照射されないよう、地表方向にメインビームが照射されていないか常時監視する機能

※イメージ図

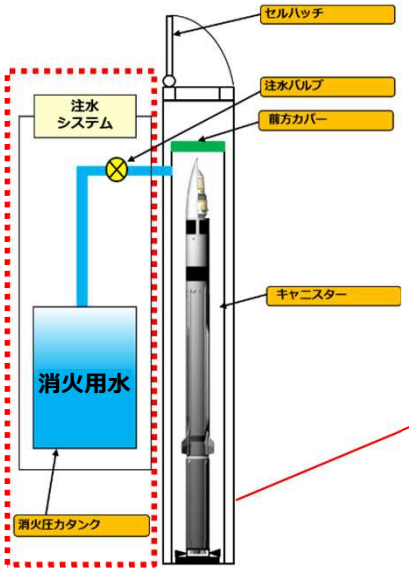
◆ **この機能により、モニター用アンテナが既定以上の電波を検知した場合、その方向への電波の照射を停止します。**

◆ **イージス・アショアのレーダーを製造・試験する米国企業の工場で実際に運用されています。**

- **迎撃ミサイル（SM-3）の弾頭には爆薬は搭載されていません。意図せず爆発することもありません。**
- **意図せず迎撃ミサイルが射出されたり、ミサイルの燃料が燃焼しないよう、次の措置を講じ、VLSを安全に運用します。**

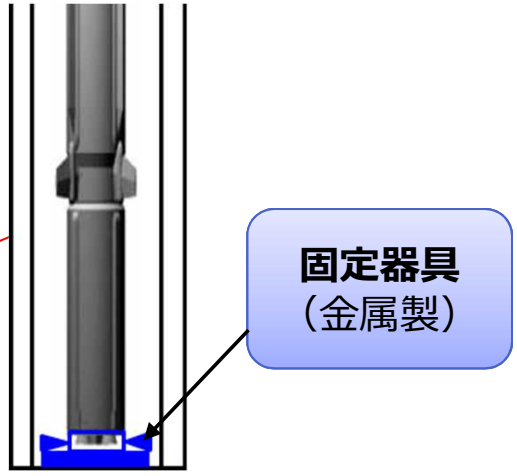
✓ 消火装置を設置（イージス艦と同じ装置）

※ ルーマニアには無い、更なる安全措置



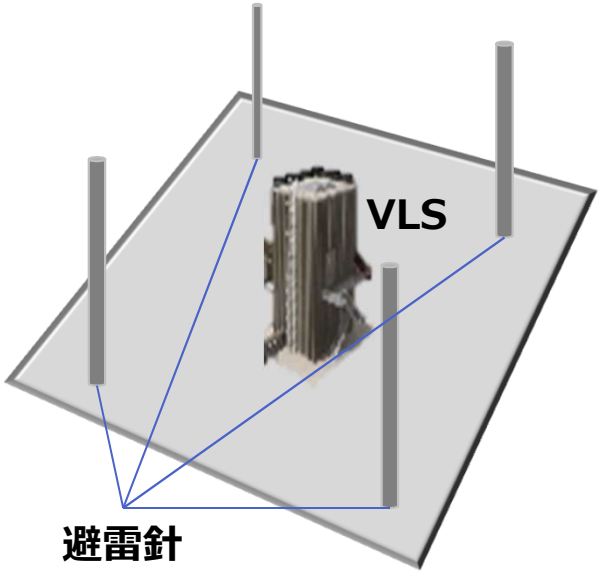
VLS内でミサイルが固定された状態でブースター等が燃焼したとしても、他のミサイルに影響を与えません

✓ 固定器具を設置（イージス艦と同じ装置）



VLS内で意図せずブースター等が燃焼した場合でも、ミサイルはVLSの外に射出されません

✓ 避雷針の設置

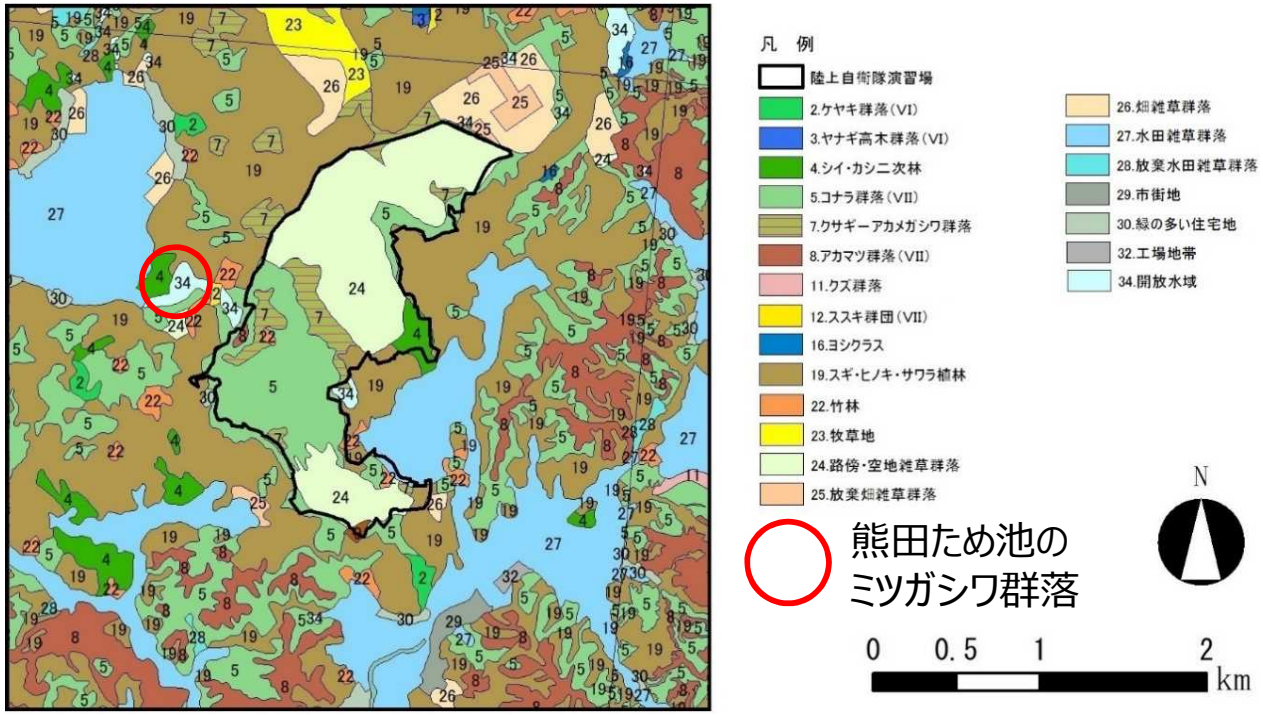


落雷時においてもVLSやミサイルに通電しないようVLSの周囲に避雷針を設置します

■　熊田ため池には、ミツガシワが自生しています。「熊田ため池のミツガシワ群落」として、山口県から自然記念物に指定されています。

⇒　配備によって影響を与えないよう、適切な措置を講じます。

ミツガシワ
（出典：環境省ウェブサイト）



むつみ演習場周辺の現存植生図
（出典：環境省　自然環境保全基礎調査に
演習場の位置を加筆）