

設計

14. 平戸市水産環境整備事業 サイドスキャンソナーを活用 した藻場礁の設計

件名	平成25年度 的山大島地区水産環境整備事業藻場調査測量設計調査委託
発注者	平戸市水産課
受注者	国際航業株式会社
工種	サイドスキャンニング探査：3.8km

技術活用目的

水産資源の回復を図るためには、測量・藻場調査により海底地形、海藻の分布や種類等を把握することが重要である。本事業は、水産環境整備工事の設計書および図面等を作成するため、サイドスキャンソナーを活用し広域な海底地形および藻場分布を効率的に把握することを目的とした。

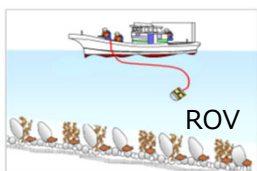
活用事例の概要

サイドスキャンソナーを用いることで広域の底質や海底地形を把握、部分的に従来の潜水調査で水底質、海藻類、魚介類の生息状況を把握。取得したデータを図化し、配置計画、安定計算し効率的に設計図面を作成した。

従来

【現地】

潜水土



【取得データ】水中写真やVTR ⇒ 狭域



注) 従来の事例データは未収集のため図写真はイメージ

ICT活用

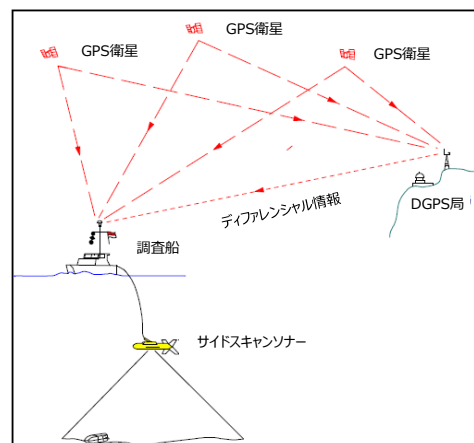
【サイドスキャンソナー】



規格・仕様

変調方式：フルスペクトラムチャープ方式
周波数：120kHz、410kHz（2週波）
最大探査幅：片側500m(100kHz)
片側150m(400kHz)
解像度：8cm(100kHz)、2cm(400kHz)
（曳航体に直行）
2.5m(100kHz)、0.5m(400kHz)
（曳航体進行方向沿い）
稼働水深：500m

【サイドスキャンソナー計測状況】



活用事例の効果

従来の潜水調査の精度をすべて満たすものではないが、広域を短時間で状況把握できることでは労力の削減（省人化）となっており効果は高い。

	従来の場合	ICT活用の場合	効果
費用（人件費含む）	—	—	—
工期	—	—	—
仕事量	潜水土2人＋上回り員2人＝4人	調査員2人	2人の省人化
精度	—	—	目的を満たす精度であった
業務の軽減・効率	—	—	潜水調査削減による労力及びリスク軽減による安全性の向上

5割
省人

活用技術の適用範囲

管理者が広域の藻場分布把握を行う場合に適用可能。

適用できる項目（段階）

適用場所

調査	計画	設計	施工				維持管理	
			測量	出来型管理	施工管理	監督・検査	点検	補修
○	○	○	×	×	×	×	○	×

陸上	海上	水中	
		浅場	深場
×	×	△	○

○：基準類、実績あり適用可能 △：基準類はないが状況に応じて適用可能 ×：現時点では困難

- ①船舶が安全に航行可能な水深（約3m以深）の確保ができない場合
- ②海底地形が不明瞭な海域（岩礁等との衝突防止のため測深機との併用など留意が必要）

活用事例の詳細

サイドスキャンソナーは海底面に音波を発信し、海底で反射した強度を色の濃淡で描写し画像化する技術である。広域な海底面状況を効率的に把握することを可能とし、従来の潜水、測深との組み合わせにより効果的・効率的な藻場礁の設計を可能とした。

実施フロー

1. 現地調査

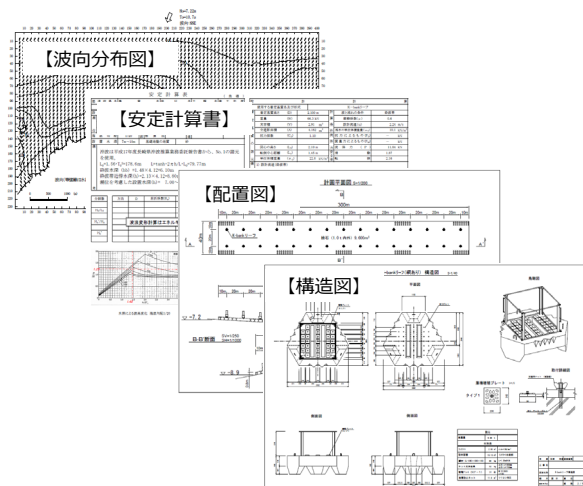
- ①サイドスキャンソナーを艦装
- ②調査船を航行しGNSSにより位置測位
- ③計測（測深も同時計測）
- ④スポット的に潜水調査

2. とりまとめ

- ①各種補正およびノイズ処理
- ②作図（モザイク図、海底面状況図）
- ③水深図との統合
- ④潜水調査結果も踏まえた総合検討

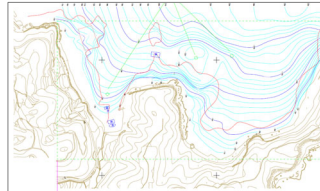
3. 計画・設計

- ①波浪推計 ②安定計算 ③配置計画
- ④設計図面

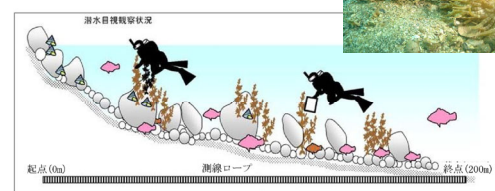


実施状況

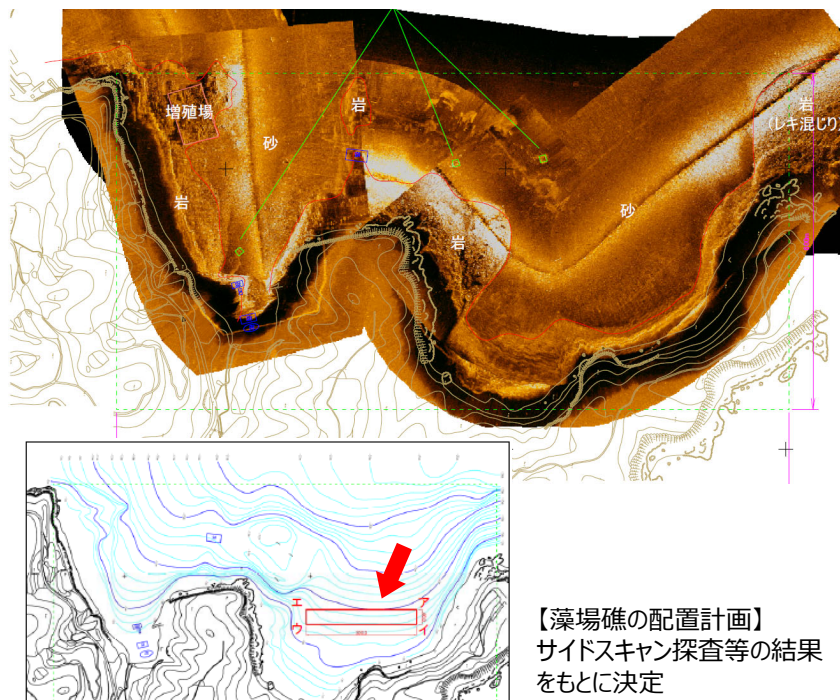
【測深による等深浅図】



【潜水調査】



【モザイク図（等深浅図、潜水情報との統合）】



ICT活用の現状

- 【完成度】：海底地形を広域に描写する技術としての**完成度は高く**、単独ではないが音響測深機とのセットで仕様書等に記載される事例が多い。
- 【普及度】：安価に整備でき取り扱いも簡易なことから多くの民間会社が所有しており**普及度は高い**。
- 【標準化】：測深機能がなく描写された画像から状況把握する技術のため（写真のようなもの）特に基準類は整備されていない。

現場の声

○基盤データ（画像・測量）の整備されていないことが多い漁港漁場分野では、本事例のサイドスキャンソナーをはじめ安価に現地状況を把握することが可能なICT技術はとても有効である。

対応事例の概要

本活用事例における対応事例として、以下の項目の概要を示す。

①評価方法	②設計図書記載例	③各種基準・要領	④経費の計上
発注段階・成績・なし	あり・なし	あり・なし	発注者（当初・変更）・なし

- ①【評価方法】：発注段階における受注者提案、工事、業務成績に対する評価等
- ②【設計図書記載例】：入札説明書や特記仕様書等への記載例
- ③【各種基準・要領】：参考、必要となる積算やガイドライン等、設計図書。実施に当たって使用した他省庁の資料等
- ④【経費の計上】：発注者側の経費計上の有無、計上額。または受注者との協議による計上結果等

1 5. 大間町漁港施設機能強化 レーザースキャナーとナローマルチビームを活用した3次元計測

件名	平成29年度大間町地区（材木漁港）漁港施設機能強化事業測量・設計業務委託
発注者	大間町産業振興課
受注者	エイコウコンサルタンツ株式会社
工種	第2北防波堤 L = 80.0m

技術活用目的

材木漁港は、近年の波高増大に伴って、第2北防波堤からの越波により港内静穏度が悪化し、漁船の警戒係留作業や漁船の泊地移動、見回り等を余儀なくされ、漁船転覆等の被害も発生している。安全・安心な漁業活動を確保するため、機能強化事業の一環として第2北防波堤について基本・実施設計を行うこととなった。設計検討に資する基礎資料を作成するため、今後の維持管理も見据え、効率的に3次元データを取得する目的でICT技術を活用した。

活用事例の概要

陸上部はレーザースキャナー、水中部はナローマルチビームを活用し、従来の2次元計測から3次元計測によるデータ取得をすることで基本設計から実施設計までの検討を可能とした技術である。

従来

■変化点すべて計測の陸上部とシングルビームによる水中部の2次元データを取得

【陸上部】



【水中部】





横断面図 水深図

注）従来の事例データは未収集のため図写真はイメージ

ICT活用

■効率的に広域の3次元データを取得

【レーザースキャナー】陸上部



+

【ナローマルチビーム】水中部



機器構成（仕様）
パルス半導体レーザ 測定精度：3.5mm （距離1～150mでの値） 測定間隔：最大60000点/秒 測定範囲：水平360° 鉛直270°

機器構成（仕様）
発信周波数：190～420kHz （任意で選択） レンジ分解能：6mm ビーム幅：1°×1°（400kHz） 2°×2°（200kHz） ビーム数：512本

活用事例の効果

従来同様に陸上、水中の組み合わせ作業となるが、現場、データ整理ともに自動化（省力化）が進んだことで効率化とともに精度面や安全性での効果がみられた。

	従来の場合	ICT活用の場合	効果
費用（人件費含む）	レベル、シングルビーム測深機	レーザースキャナー、ナローマルチビーム	機器費用は増加
工期	測線毎に観測	全体を観測してから断面計算	現地作業の時間短縮
仕事量	変化点すべてを計測	数地点からの自動計測	省力化
精度	2次元データ	3次元点群データ	今後の維持管理に有効活用
業務の軽減・効率	手作業が多い	手作業が少ない	作業の軽減（効率化）
その他	-	-	陸上部は数地点の計測のみのため作業の危険性軽減による安全性の向上

活用技術の適用範囲

適用段階はおおよそ可能。適用場所はナローマルチビームを記載。レーザースキャナーは陸上○、海上△、水中×

適用できる項目（段階）									適用場所			
調査	計画	設計	施工				維持管理		陸上	海上	水中	
			測量	出来型管理	施工管理	監督・検査	点検	補修			浅場	深場
○	○	○	○	○	○	○	○	△	×	×	△	○

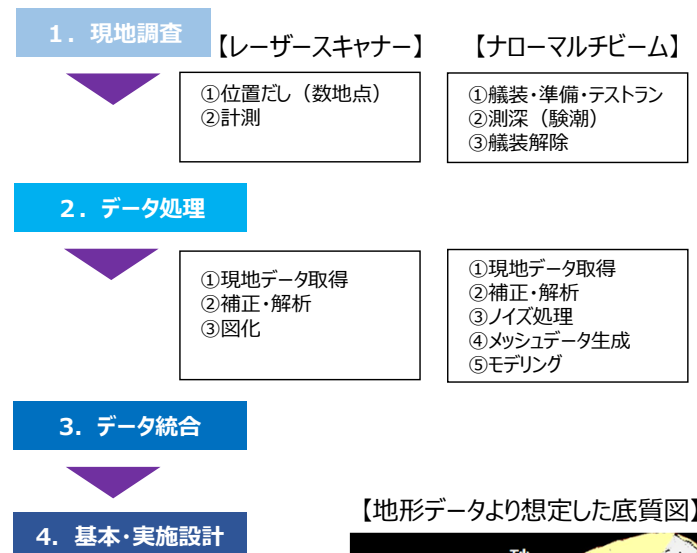
○：基準類、実績あり適用可能 △：基準類はないが状況に応じて適用可能 ×：現時点では困難

- ①船舶が安全に航行可能な水深（約3m以深）の確保ができない場合
- ②後方散乱強度が取得できない機種の場合（ナローマルチビーム）

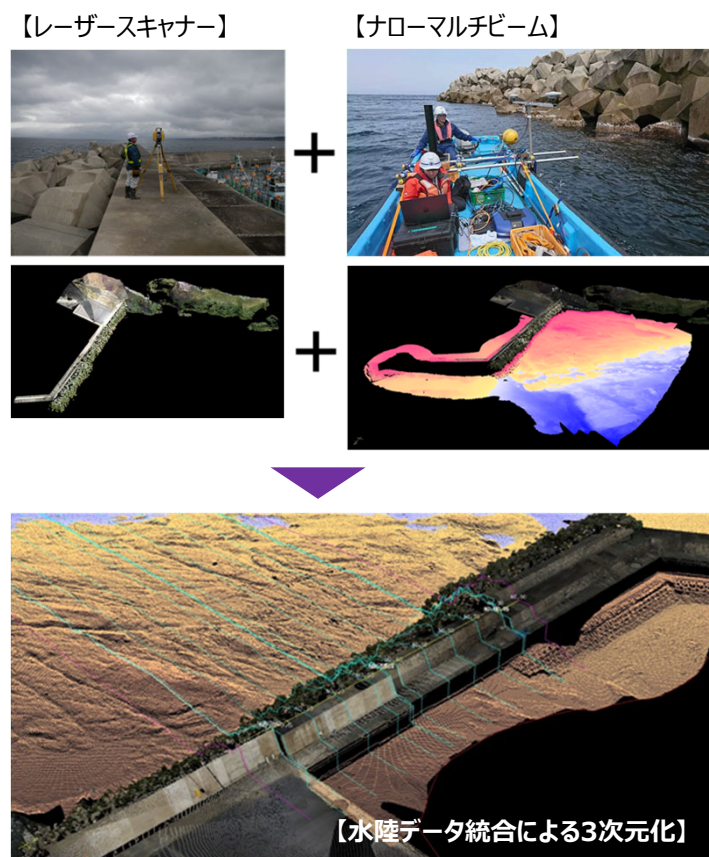
活用事例の詳細

レーザースキャナーは照射されたレーザによって、対象物の空間位置情報（3次元）を自動取得する技術。ナローマルチビームは、ナロー（細かい）マルチ（複数の）ビームによる音響測深で、詳細に広域の面的なデータを取得する技術。

実施フロー



実施状況



ICT活用の現状

- 【完成度】：ナローマルチビームによる水深測量は、測量マニュアルや積算基準も整備されており、国土交通省や海上保安部で使用されており**完成度は高い**。
- 【普及度】：1983年に商業用として海上保安部で初めて使用されて以来、多くの機種が競合し民間においても**普及度は高い**。
- 【標準化】：ナローマルチビーム、レーザースキャナーともに**標準化され**、機器仕様や要求精度の**規定がある**。よって、国土交通省の基準類を参考に目的に応じた活用方法を発注者と協議のうえで使用した。参考とした基準類および現時点での参考図書は以下のとおり。

- ①マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（浚渫工編）／国土交通省港湾局，平成31年4月改定版
- ②3次元データを用いた出来形管理要領（浚渫工編）／国土交通省港湾局，平成31年4月改定版
- ③地上レーザースキャナを用いた公共測量マニュアル（案）／国土交通省国土地理院，平成30年3月

現場の声

- 全体を把握でき、現地の様子がわかりやすかったので設計が行いやすかった。

対応事例の概要

本活用事例における対応事例として、以下の項目の概要を示す。

①評価方法	②設計図書記載例	③各種基準・要領	④経費の計上
発注段階・成績・なし	あり・なし	あり・なし	発注者（当初・変更）・なし

- ①【評価方法】：発注段階における受注者提案、工事、業務成績に対する評価等
- ②【設計図書記載例】：入札説明書や特記仕様書等への記載例
- ③【各種基準・要領】：参考、必要となる積算やガイドライン等、設計図書。実施に当たって使用した他省庁の資料等
- ④【経費の計上】：発注者側の経費計上の有無、計上額。または受注者との協議による計上結果等

16. 浜田港防波堤基本設計

3次元データを活用した防波堤の基本設計

件名	平成31年度 浜田港福井地区防波堤（新北）基本設計
発注者	国土交通省中国地方整備局広島港湾空港技術調査事務所
受注者	株式会社エコー
工種	基本設計：1工区50m（1ケース） 2工区100m（3ケース）

技術活用目的

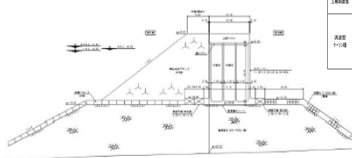
防波堤の基本設計を実施するにあたって、今後の施工検討に役立てるため、UAV（Unmanned Aerial Vehicle：無人航空機）による写真測量から防波堤の3次元データを取得し、3次元モデルを作成することを目的とした。

活用事例の概要

RTK-GPSによるUAVを用いた防波堤の写真測量を実施し、防波堤の3次元モデルを作成した。施工検討に用いるCIMモデルからICT機器を活用した施工方法の提案や施工ステップ図の作成を行った。

従来

【既存図面の活用】
■標準断面図での検討



【縦横断面測量による断面図の活用】
■現地計測による実測データでの検討



2次元データ

（注）従来の事例データは未収集のため図写真はイメージ

ICT活用

【機器仕様】
■RTK-GPS UAV



機器仕様

- 重量：1380g
- 最大飛行時間：28分
- 最大速度：時速72km
- 最大速度（上昇）：6m/s
- 最大風圧抵抗：10m/s
- 運用限界高：6000m
- 動作環境温度：0～40℃

【1.設計計画】
■空撮画像



■3D点群データ



防波堤（新北）

活用事例の効果

従来は、既存資料もしくは調査船で防波堤まで移動し、船からと防波堤からの測量で現況把握していたのに対し、空撮による計測で3次元計測が可能となり業務全般に効果は高い。

	従来の場合	ICT活用の場合	効果
費用（人件費含む）	－	－	－
工期	－	－	－
仕事量	測量員3人×操船1人	UAV調査員2名	2名の省人化（現地作業）
精度	仕様基準の範囲内	仕様基準の範囲内	従来と同等
業務の軽減・効率	－	－	外業面において大幅な効率化が可能
その他	防波堤への立ち入りあり	防波堤への立ち入り不要	立ち入りのリスク軽減で安全性が向上

活用技術の適用範囲

水深の深い水中部以外はおおよそ適用可能である。

適用できる項目（段階）							適用場所					
調査	計画	設計	施工				維持管理		陸上	海上	水中	
			測量	出来型管理	施工管理	監督・検査	点検	補修			浅場	深場
○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	△	×

○：基準類、実績あり適用可能 △：基準類はないが状況に応じて適用可能 ×：現時点では困難

① 強風や突風の恐れがある気象条件

② 写真が鮮明に撮れないなど暗い場合

③ 日差しが強く影部が鮮明に撮れない場合

④ 草や木などで地面が覆われている場合

活用事例の詳細

実施フロー

1. 設計計画

- ① UAVによる空撮
- ② オルソ画像化
- ③ 点群データの作成

2. 設計条件

- ① 自然条件の確認
- ② 維持管理の検討

3. 構造形式の抽出

4. 構造諸元の検討

- ① 構造諸元比較検討

5. 安定性の照査

6. 構造諸元の決定

- ① 施工方法の選定
- ② 施工機械配置作図
- ③ 安全対策の検討

7. 施工計画の検討

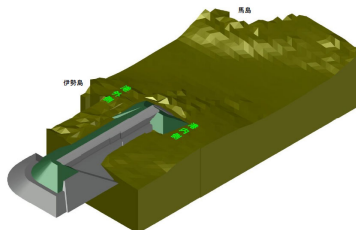
8. 図面作成

- ① 標準断面図
- ② 平面図 等
- ③ 施工ステップ可視化

実施状況

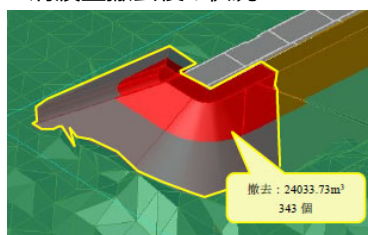
【2. 設計条件】

■ 地形条件の確認

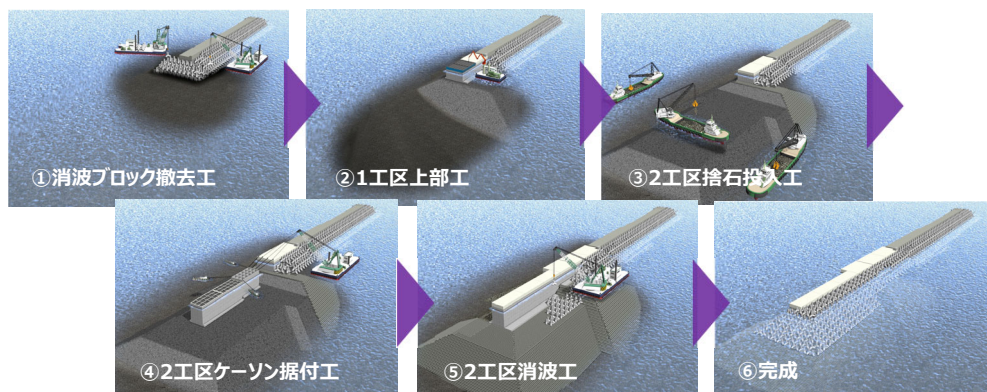


【7. 施工計画の検討】

■ 消波工撤去後の状況

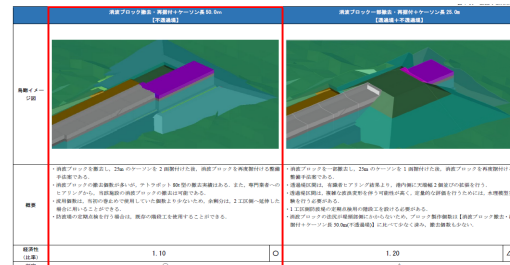


【8. 施工ステップの可視化】

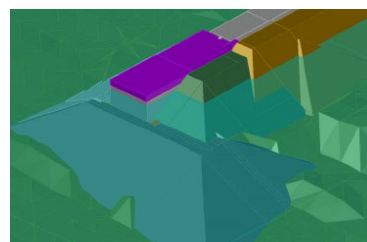


【4. 構造諸元の検討】

■ 鳥瞰イメージ図による比較検討



■ 整備後の状況



ICT活用の現状

【完成度】：使用機器のUAVは市販品であり**完成度は高い**。

【普及度】：使用機器のUAVは市販品であり**普及度は高い**。

【標準化】：UAVによる空撮については国土交通省の基準類を参考に発注者と協議のうえ活用した。参考とした基準類および現時点での参考図書は以下のとおり。

① 無人航空機（ドローン、ラジコン機等）の安全な飛行のためのガイドライン／国土交通省航空局，令和元年8月

② 無人航空機（UAV）を活用した水産基盤施設の点検の手引き／水産庁漁港漁場整備部整備課，平成31年3月

現場の声

○ UAVの活用で精度が高いRTK-GPSでの3次元計測データが効率よく取得可能となり業務の効率化につながった。

対応事例の概要

本活用事例における対応事例として、以下の項目の概要を示す。詳細は別途「資料編」を参照されたい。

① 評価方法	② 設計図書記載例	③ 各種基準・要領	④ 経費の計上
発注段階・成績・ なし	あり ・なし	あり ・なし	発注者 （当初） 変更）・なし

① 【評価方法】：発注段階における受注者提案、工事、業務成績に対する評価等

② 【設計図書記載例】：入札説明書や特記仕様書等への記載例

③ 【各種基準・要領】：参考、必要となる積算やガイドライン等、設計図書。実施に当たって使用した他省庁の資料等

④ 【経費の計上】：発注者側の経費計上の有無、計上額。または受注者との協議による計上結果等