

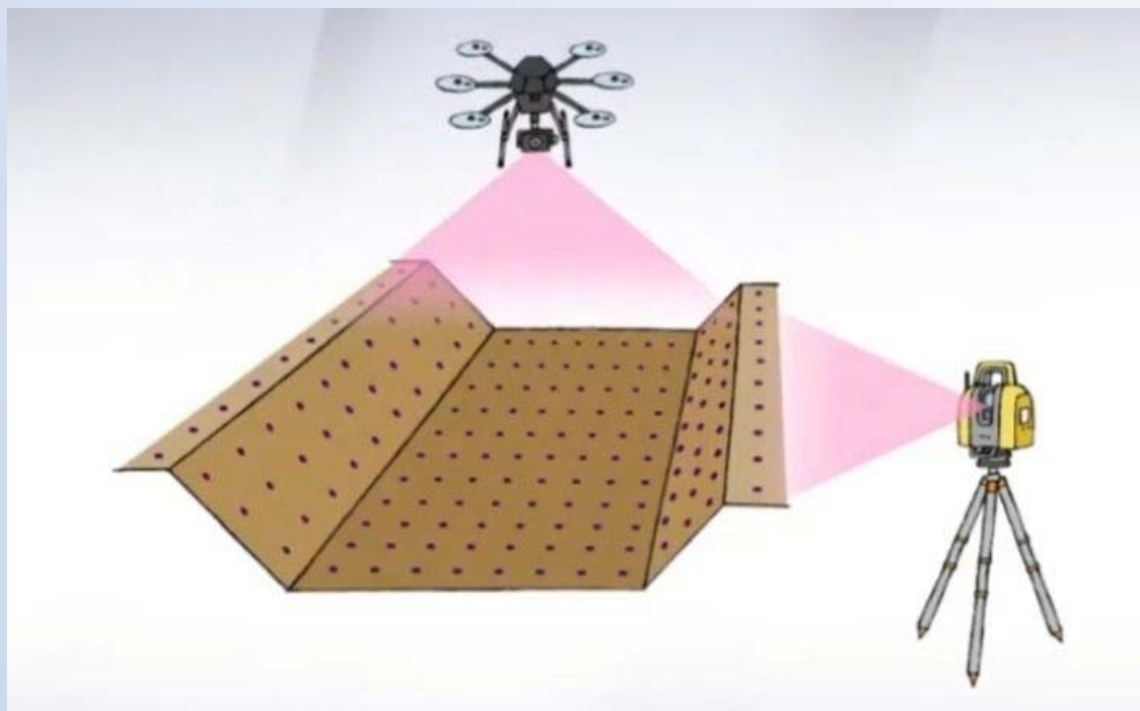
出来形管理基礎研修

1) 3次元出来形管理の概要

本eラーニングは、令和6年度時点の情報で作成しています。実際の実務にあたっては最新情報の確認をお願いします。

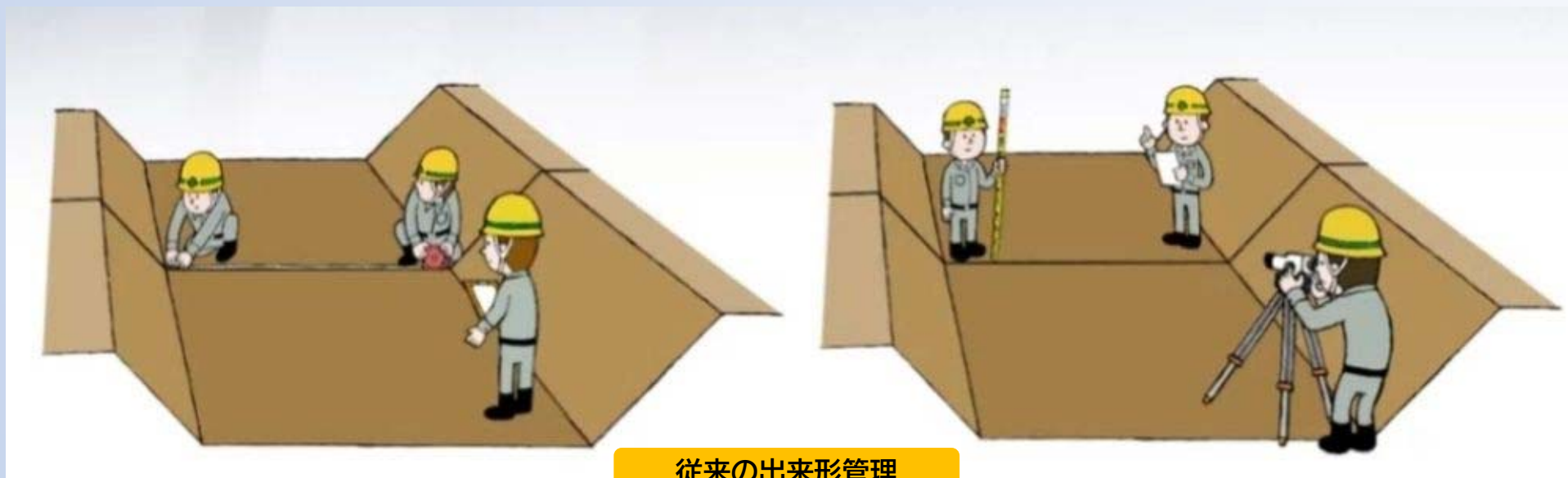
3次元出来形管理とは

- 3次元出来形管理では、施工後の構造物を3次元計測し、3次元設計データと比較して施工精度の確認を行う。
- ICTを活用することで、これまで時間をかけて行っていた計測の作業などが効率化される。



従来の出来形管理との比較

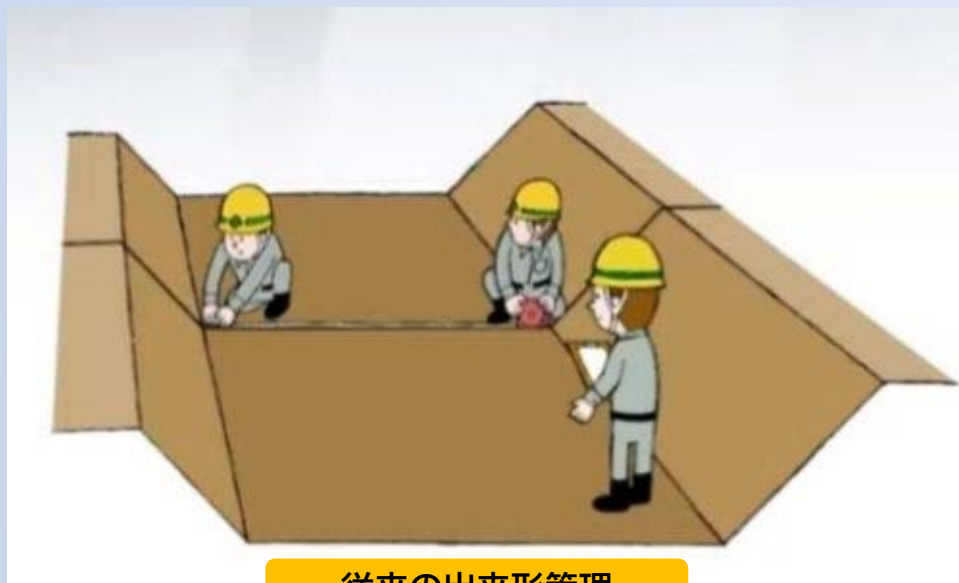
- 従来の出来形管理では、施工後の構造物の管理断面を1点1点巻き尺やレベルで計測し、計測結果をパソコンへ入力処理を行い、出来形管理図表を作成していた。
- 多くの断面の1点1点について計測を行っており、人手と時間を要していた。



従来の出来形管理

従来の出来形管理との比較

- 従来の出来形管理では、施工後の構造物の管理断面を1点1点巻き尺やレベルで計測し、計測結果をパソコンへ入力処理を行い、出来形管理図表を作成していた。
- 多くの断面の1点1点について計測を行っており、人手と時間を要していた。
- 対して、3次元出来形管理では、無人航空機（UAV）などを用いて出来形管理を行う範囲を面的に短時間で計測することができるため、人手や時間の有効活用が可能となる。



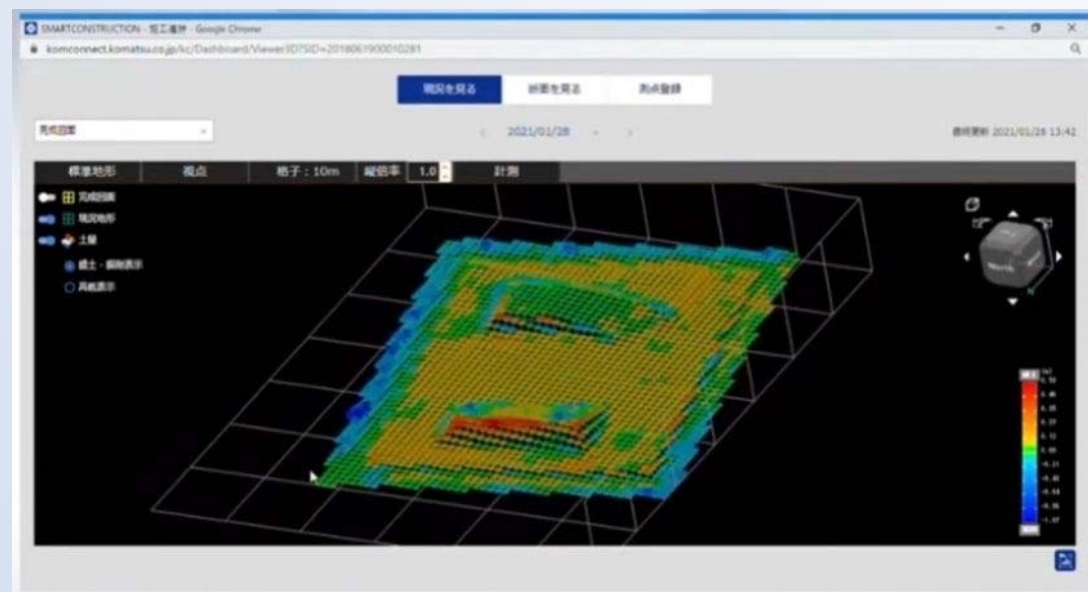
従来の出来形管理



3次元出来形管理

3次元出来形管理

- UAV等で計測した後は、計測データを専用のソフトウェアで点群データに処理し、3次元設計データと比較して出来形の確認を行う。
- ソフトウェアの機能を活用し、計測値と設計値の差を視覚的にわかりやすくしたヒートマップ図を作成し、出来形管理図表を作成する。
- ICTの活用により、建設現場における生産性の向上が図られている。



出来形管理基礎研修

2) 3次元出来形管理の流れについて

本eラーニングは、令和6年度時点の情報で作成しています。実際の実務にあたっては最新情報の確認をお願いします。

3次元出来形管理の流れ

3次元計測の実施



出来形評価用データの作成



設計データを用いた出来形評価



出来形管理図表の作成



納品用データの作成

3次元計測技術を用いた計測

専用ソフトウェアにより出来形管理用データの作成

3次元設計データを用いて差分計算を実施

専用ソフトウェアにより出来形管理図表を作成

専用ソフトウェアにより電子納品用データの作成

1：3次元計測の実施

3次元計測の実施

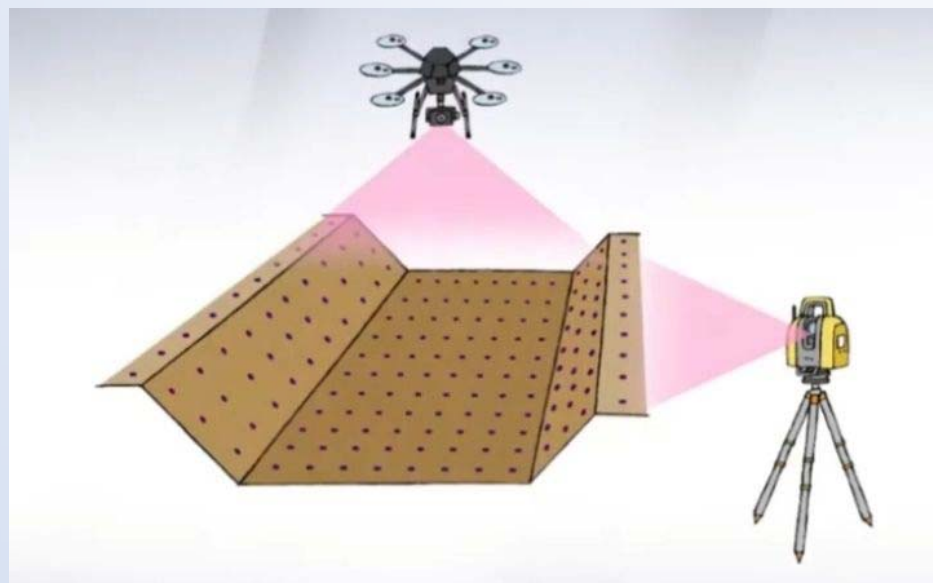
↓
出来形評価用データの作成

↓
設計データを用いた出来形評価

↓
出来形管理図表の作成

↓
納品用データの作成

- 施工完了後に、UAVやTLSを用いて施工後の形状を計測する。
- 工種により使用可能な計測技術が異なるため、「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」を確認する。



2：出来形評価用データの作成

3次元計測の実施



出来形評価用データの作成



設計データを用いた出来形評価



出来形管理図表の作成



納品用データの作成

- 計測実施後に、専用ソフトウェアにより出来形管理用データを作成する。
- 点群処理ソフトで計測点群データから対象範囲外のデータの削除や、点群密度の変更を行い、出来形評価用データとして1 m× 1 mのグリッドデータへ変換を行い、出来形評価用データを作成する。



2：出来形評価用データの作成

3次元計測の実施



出来形評価用データの作成



設計データを用いた出来形評価



出来形管理図表の作成



納品用データの作成

- 計測実施後に、専用ソフトウェアにより出来形管理用データを作成する。
- 点群処理ソフトウェアで計測点群データから対象範囲外のデータの削除や、点群密度の変更を行い、出来形評価用データとしてグリッドデータ（1 m×1 m）へ変換し、出来形評価用データを作成する。



3：設計データを用いた出来形評価

3次元計測の実施



出来形評価用データの作成



設計データを用いた出来形評価

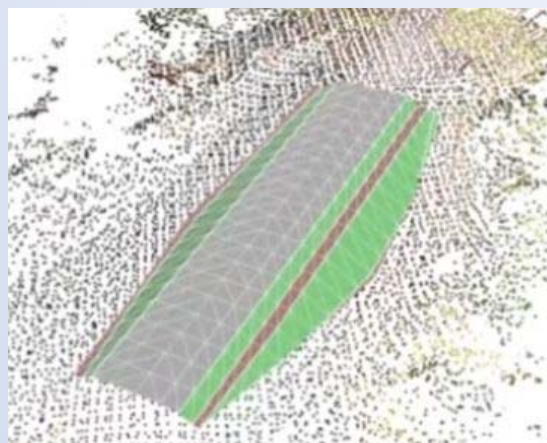


出来形管理図表の作成

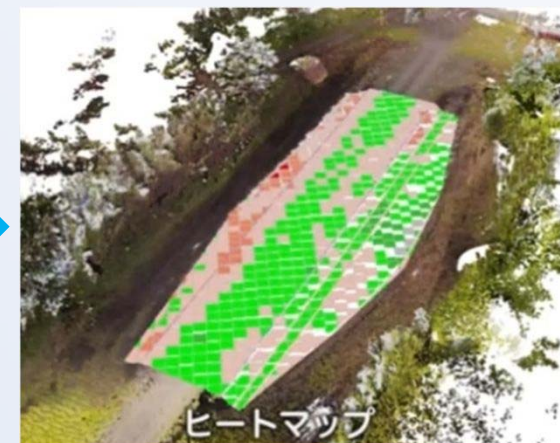


納品用データの作成

- 出来形管理図表作成ソフトウェアで、3次元設計データと出来形評価用データを比較し、その離れ量を算出し、出来形評価を行う。
- 評価の結果を各点ごとにヒートマップとして色付けを行い、視覚的にわかりやすくした出来形分布図を作成する。



重ね合せた状況



離れ量計算（差分計算）

4：出来形管理図表の作成

3次元計測の実施



出来形評価用データの作成



設計データを用いた出来形評価

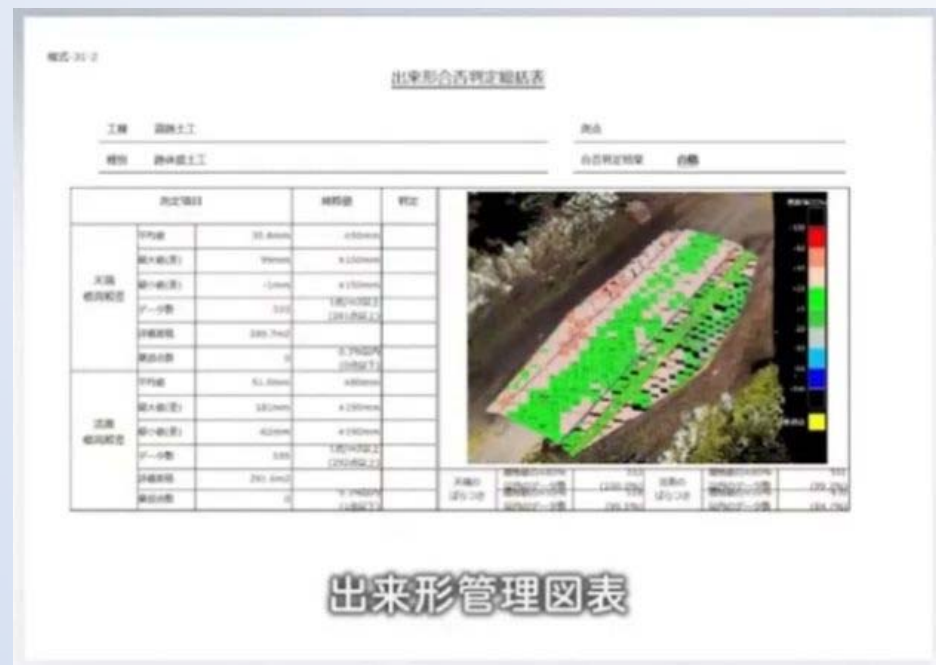


出来形管理図表の作成



納品用データの作成

- 出来形管理図表作成ソフトウェアで、出来形評価結果とヒートマップをあわせた出来形管理図表を半自動で作成することができる。



5：納品用データの作成

3次元計測の実施



出来形評価用データの作成



設計データを用いた出来形評価

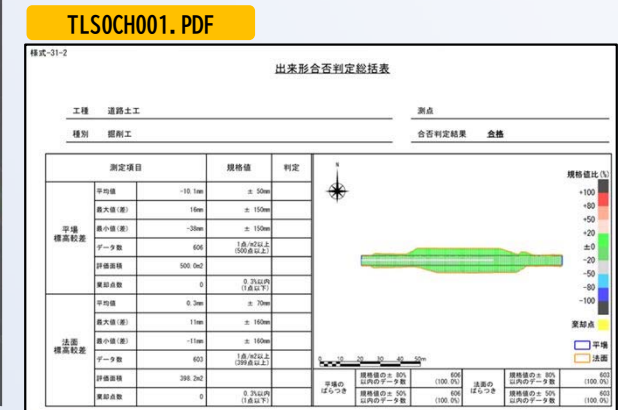
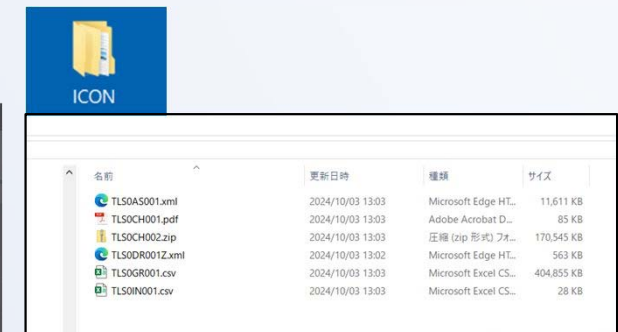
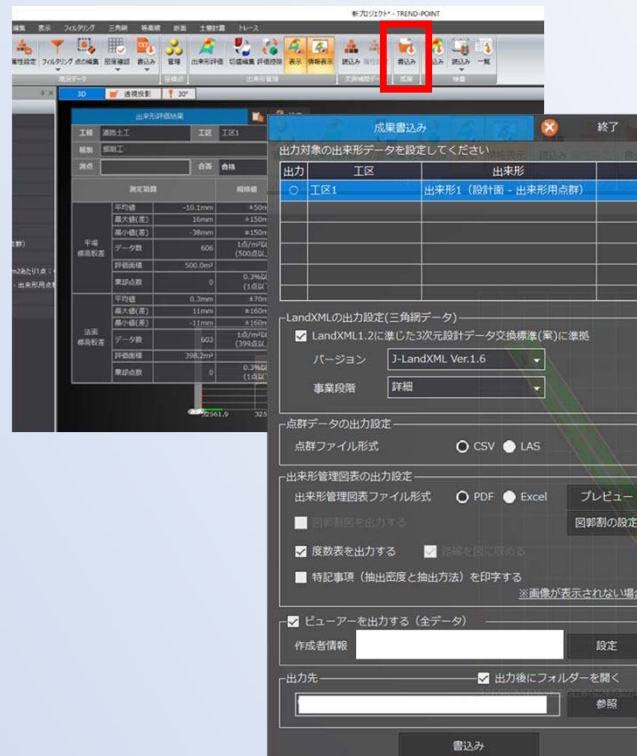


出来形管理図表の作成



納品用データの作成

- 出来形管理図表作成ソフトウェアの機能を活用し、納品用データを作成する。必要なデータが揃っているか必ず確認すること。



出来形管理基礎研修

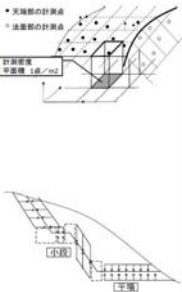
3) 出来形管理基準値について

本eラーニングは、令和6年度時点の情報で作成しています。実際の実務にあたっては最新情報の確認をお願いします。

出来形管理基準及び規格値（ICT土工、面管理の場合）

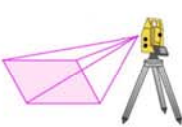
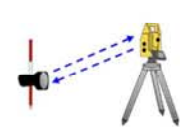
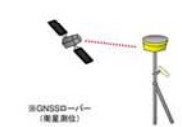
- 土木施工管理基準及び規格値に示される、「面管理の場合」と記述される箇所がICT活用工事の出来形管理基準及び規格値に該当する。
- 各工事において管理基準等が定まっているので、自分が担当する工事でも確認する。

単位：mm																			
編	章	節	条	技	工	種	測定項目		規格値	測定基準	測定箇所	概要							
1 共通編	2 土工	3 河川土工・ 海岸土工・ 砂防土工	3	2	築土工 (面管理の場合)			平均値	個々の 計測値	1. 3次元データによる出来形管理に おいて「3次元計測技術を用いた出来 形管理要領(案)」に基づき出来形管 理を面管理で実施する場合、その他本 基準に規定する計測精度・計測密度を 満たす計測方法により出来形管理を 実施する場合に適用する。 2. 個々の計測値の規格値には計測精 度として±50mmが含まれている。 3. 計測は天端面と法面(小段を含 む)の全面とし、全ての点で設計面と の標高較差を算出する。計測密度は1 点/㎡(平面投影面積当たり)以上と する。 4. 法肩、法尻から水平方向に±5cm 以内に存在する計測点は、標高較差の 評価から除く。 5. 評価する範囲は、連続する一つの 面とすることを基本とする。規格値が 変わる場合は、評価区間を分割する か、あるいは規格値の条件の最も厳し い値を採用する。		1-2-3-3							
						天端	標高較差	-50	-150										
						法面 4割く勾配	標高較差	-50	-170										
						法面 4割く勾配 (小段含む)	標高較差	-60	-170										
						但たが、こ こでの勾配 は、鉛直方 向の長さ に對する。水平方 向の長さX をX割と表 したもの													

単位：mm												
編	章	節	条	技	工	種	測 定 項 目		規 格 値	測 定 基 準	測 定 箇 所	概 要
1 共通編	2 土工	4 道路土工	2	2	削削工 (面管理の場合)				平均値	個々の計測値		1-2-4-2
						平場	標高較差	±50	±150	1. 3次元データによる出来形管理において「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)」に基づき出来形管理を面管理で実施する場合、その他本基準に規定する計測精度・計測密度を満たす計測方法により出来形管理を実施する場合に適用する。		
						法面 (小段含む)	水平または 標高較差	±70	±160	2. 個々の計測値の規格値には計測精度として±50mmが含まれている。		
						法面 (軟岩1) (小段含む)	水平または 標高較差	±70	±330	3. 計測は平場面と法面(小段を含む)の全面とし、全ての点で設計面との標高較差または水平較差を算出する。計測密度は1点/m ² (平面投影面積当たり)以上とする。		
										4. 法算、法尻から水平方向に±5cm以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く。同様に、標高方向に±5cm以内にある計測点は水平較差の評価から除く。	5. 評価する範囲は、連続する一つの面とすることを基本とする。規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、あるいは規格値の条件の最も厳しい値を採用する。	

出来形管理における測定精度及び計測密度について

- 出来形管理時の測定精度及び計測密度については、「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」の多点計測技術（面管理の場合）に定める使用する各技術における「計測性能及び精度管理」の節を参照する。各計測技術の「測定精度及び計測密度」を整理したものを下表に示す。
- 起工測量とは、計測性能、測定精度、計測密度が異なるため注意が必要である。

項目 \ 機種		空中写真測量 (UAV) 地上写真測量	地上型レーザー スキャナー(TLS)	地上移動体搭載型 レーザーสキャナー (MLS)	無人航空機搭載型 レーザーสキャナー (UAV レーザー)	TS ノンプリズム方式 (NTS)	TS 等光波方式	RTK-GNSS
								
測定精度		±50mm 以内	±50mm 以内	±50mm 以内	±50mm 以内	±20mm 以内	【鉛直方向】 ±10mm 以内 【平面方向】 ±20mm 以内	【鉛直方向】 ±30mm 以内 【平面方向】 ±20mm 以内
計測密度	出来形計測	1 点以上/0.01m ² (0.1m×0.1m メッシュ)	1 点以上/0.01m ² (0.1m×0.1m メッシュ)	1 点以上/0.01m ² (0.1m×0.1m メッシュ)	100点以上/1m ²	1 点以上/1m ² (1m×1m メッシュ)	1 点以上/1m ² (1m×1m メッシュ)	1 点以上/1m ² (1m×1m メッシュ)
	出来形評価点	1 点以上/1m ² (1m×1m メッシュ)	1 点以上/1m ² (1m×1m メッシュ)	1 点以上/1m ² (1m×1m メッシュ)	1 点以上/1m ² (1m×1m メッシュ)			

出来形管理における測定精度及び計測密度について

- 出来形管理時の測定精度及び計測密度については、「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」の多点計測技術（面管理の場合）に定める使用する各技術における「計測性能及び精度管理」の節を参照する。各計測技術の「測定精度及び計測密度」を整理したものを下表に示す。
- **起工測量とは、計測性能、測定精度、計測密度が異なるため注意が必要**である。

機種 項目		空中写真測量 (UAV) 地上写真測量	地上型レーザー スキャナー(TLS)	地上移動体搭載型 レーザーสキャナー (MLS)	無人航空機搭載型 レーザーสキャナー (UAV レーザー)	TS ノンプリズム方式 (NTS)	TS 等光波方式	RTK-GNSS
測定精度		±50mm 以内	±50mm 以内	±50mm 以内	±50mm 以内	±20mm 以内	【鉛直方向】 ±10mm 以内 【平面方向】 ±20mm 以内	【鉛直方向】 ±30mm 以内 【平面方向】 ±20mm 以内
計測 密度	出来形 計測	1 点以上/0.01m ² (0.1m×0.1m メッシュ)	1 点以上/0.01m ² (0.1m×0.1m メッシュ)	1 点以上/0.01m ² (0.1m×0.1m メッシュ)	100 点以上/1m ²	1 点以上/1m ² (1m×1m メッシュ)	1 点以上/1m ² (1m×1m メッシュ)	1 点以上/1m ² (1m×1m メッシュ)
	出来形 評価点	1 点以上/1m ² (1m×1m メッシュ)	1 点以上/1m ² (1m×1m メッシュ)	1 点以上/1m ² (1m×1m メッシュ)	1 点以上/1m ² (1m×1m メッシュ)			

施工履歴データを用いる場合の測定精度及び計測密度

- 施工履歴データの測定精度及び計測密度を以下に示す。施工機械によって精度確認の位置が異なるため注意が必要である。

機種		施工履歴データ	
項目			
測定精度		ICT バックホウ・ICT ブルドーザ(以下の①及び②両方を実施) ①実施に掘削・整形作業を行う方法 ・法面または平場で下記の精度を確認する ・水平・鉛直方向 (Δx , Δy , Δz) 各 $\pm 50\text{mm}$ 以内 ②ICT 建設機械の作業装置位置を計測する方法 ・水平・鉛直方向 (Δx , Δy , Δz) 各 $\pm 50\text{mm}$ 以内	MG ローラ(以下の①及び②両方を実施) ①実施に締固め作業を行う方法 ・平場で下記の精度を確認する ・水平・鉛直方向 (Δx , Δy , Δz) 各 $\pm 50\text{mm}$ 以内 ②ICT 建設機械の作業装置位置を計測する方法 ・水平・鉛直方向 (Δx , Δy , Δz) 各 $\pm 50\text{mm}$ 以内
計測密度	出来形計測	1 点以上/ 1m^2 ($1\text{m} \times 1\text{m}$ メッシュ)	1 点以上/ 1m^2 ($1\text{m} \times 1\text{m}$ メッシュ)
	出来形評価点	—	—

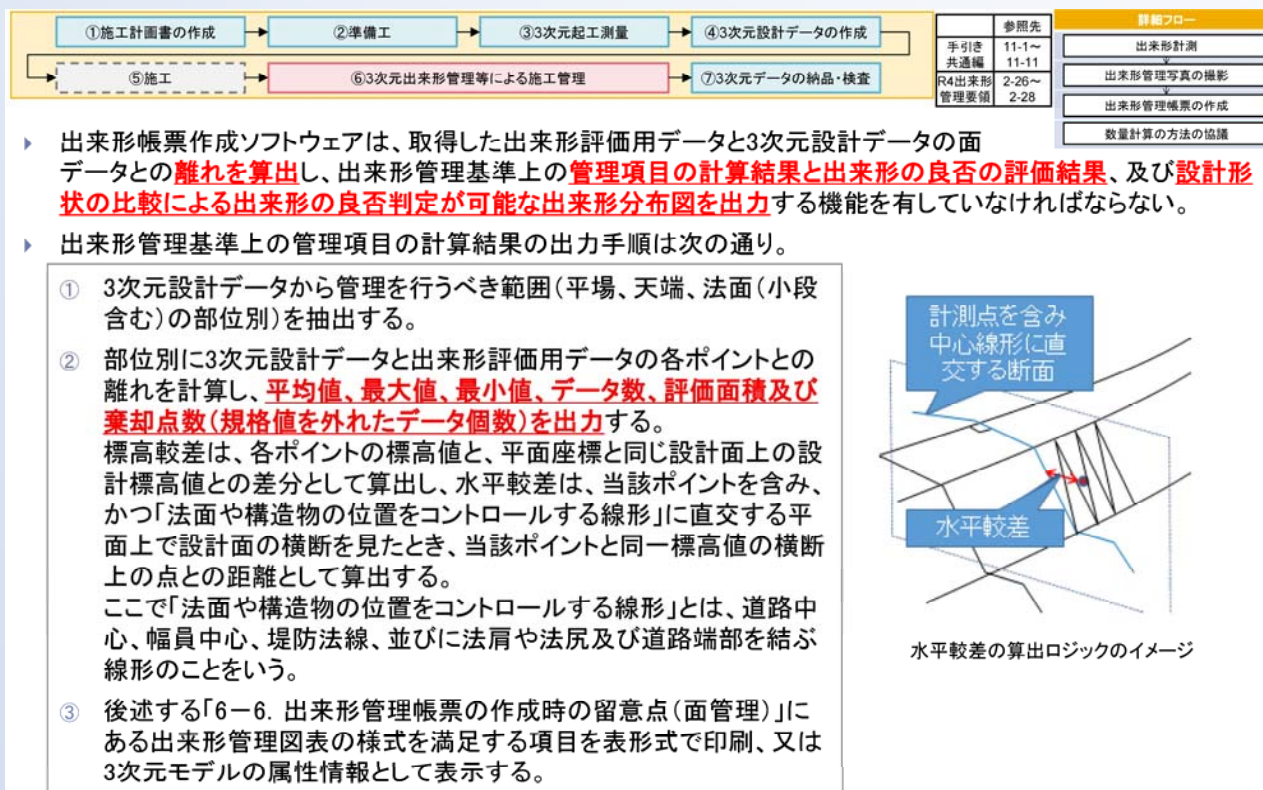
出来形管理基礎研修

4) 留意事項について

本eラーニングは、令和6年度時点の情報で作成しています。実際の実務にあたっては最新情報の確認をお願いします。

1) 出来形帳票作成ソフトウェア

- 出来形帳票作成ソフトウェアは、取得した出来形評価用データと3次元設計データの面データとの離れを算出し、**出来形管理基準上の管理項目の計算結果と出来形の良否の評価結果、及び設計形状の比較による出来形の良否判定が可能な出来形分布図を出力する機能**を有していなければならない。



2) 出来形計測

- 施工後の出来形形状を把握するために、面的な出来形計測が可能な3次元計測技術を用いる。
- 出来形計測時の測定精度及び計測密度は、計測技術で異なるため「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」を確認する必要がある。
- 出来形評価用データ等の作成では、計測した点群データから不要点を削除した後に、**出来形管理基準を満たす点密度に調整する**必要がある。



▶ 施工後の出来形形状を把握するために面的な出来形計測が可能な3次元計測技術を用いて実施する。

① 出来形計測の実施

出来形計測時の測定精度及び計測密度については、管理要領(案)の「第2編 土工編 第4章 第1節 多点計測技術(面管理の場合)」に定める各技術における「計測性能及び精度管理」を参照されたい。
ただし、JSIMA115に基づく試験成績表により使用範囲における座標測定精度が±14mm以内であることを確認できる場合はこのかぎりでない。

② 出来形評価用データ等の作成

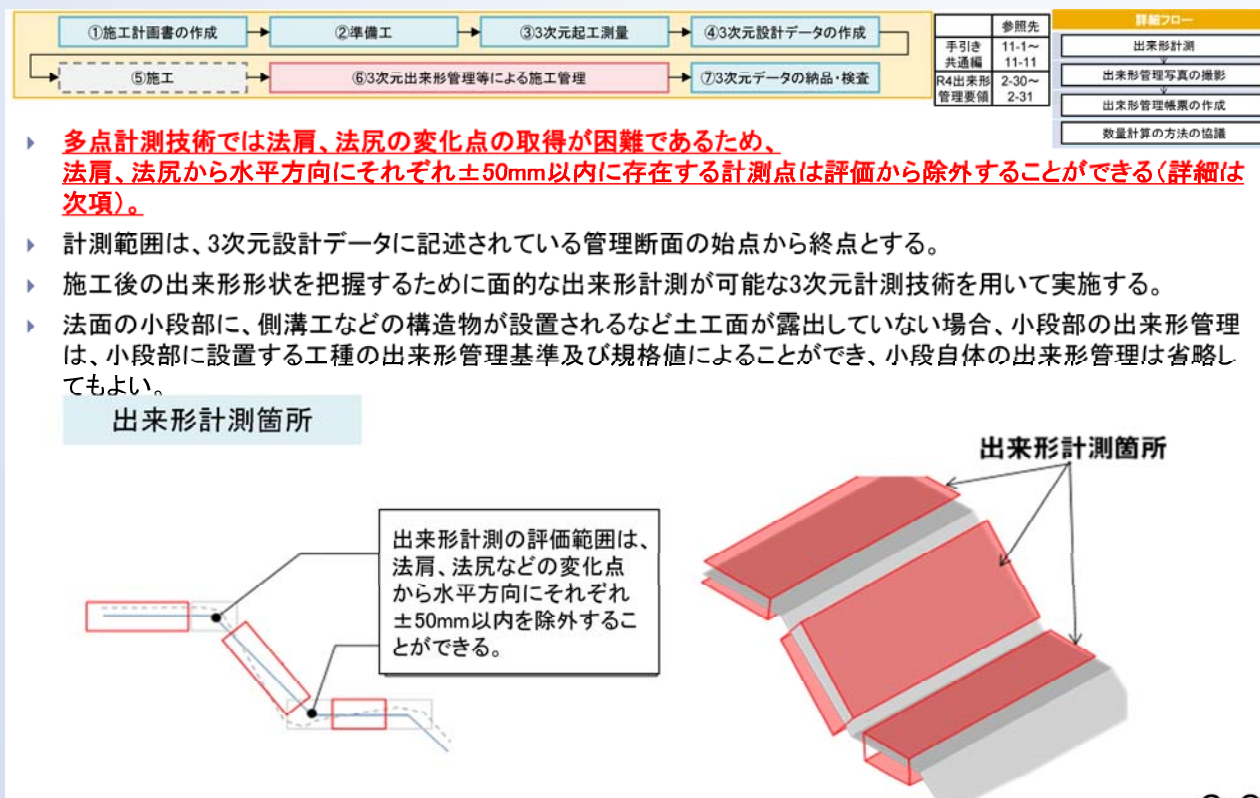
受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象に、さらに、出来形管理基準を満たす点密度に調整した出来形評価用データ作成する。
また、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データにTINを配置し、出来形計測データを作成する。

※断面管理の場合

管理要領(案)の「第2編 土工編 第3章 3次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項 第5節 出来形管理 6-2出来形管理(断面管理の場合)」を参照されたい。

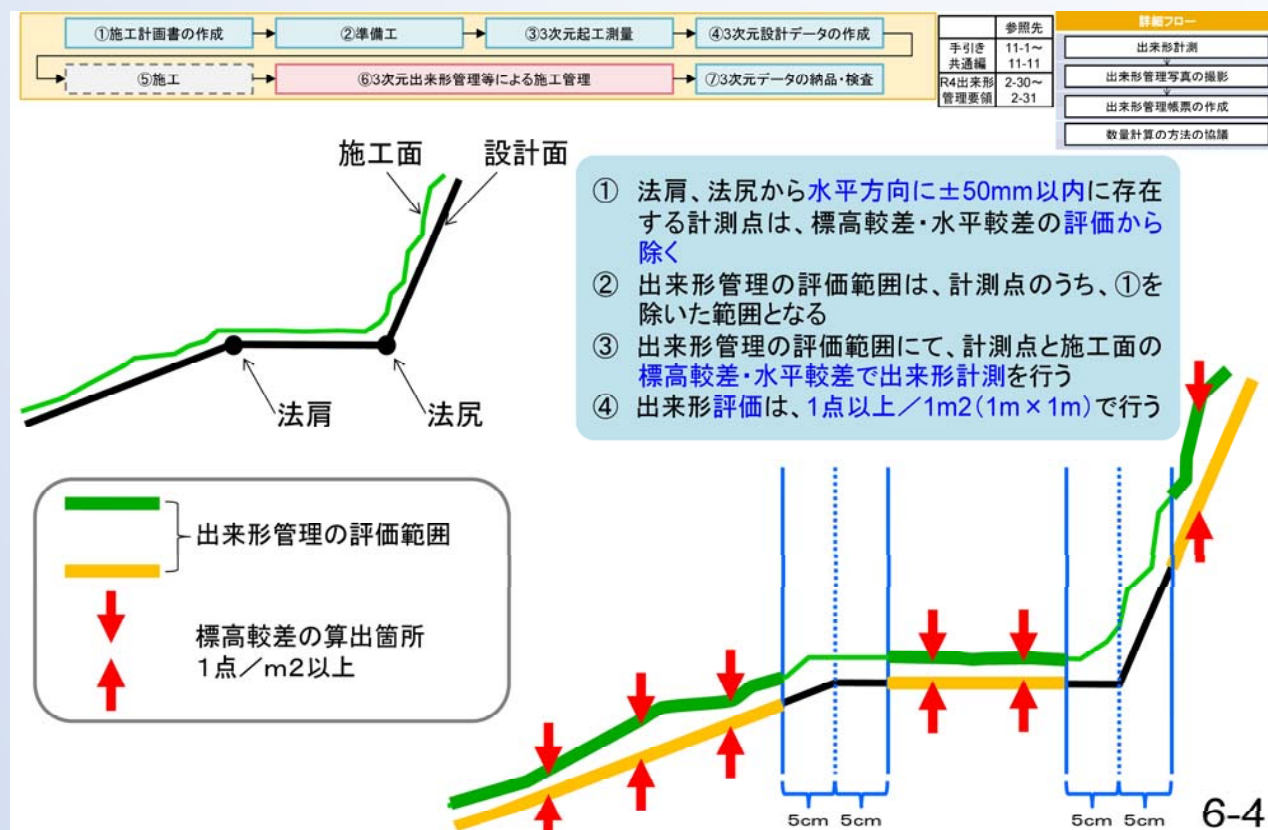
3) 出来形計測箇所

- 多点計測技術では法肩、法尻の変化点の取得が困難であるため、法肩、法尻から水平方向にそれぞれ $\pm 50\text{mm}$ 以内に存在する計測点は評価から除外することができる。
- 計測範囲は、3次元設計データに記述されている管理断面の始点から終点とする。



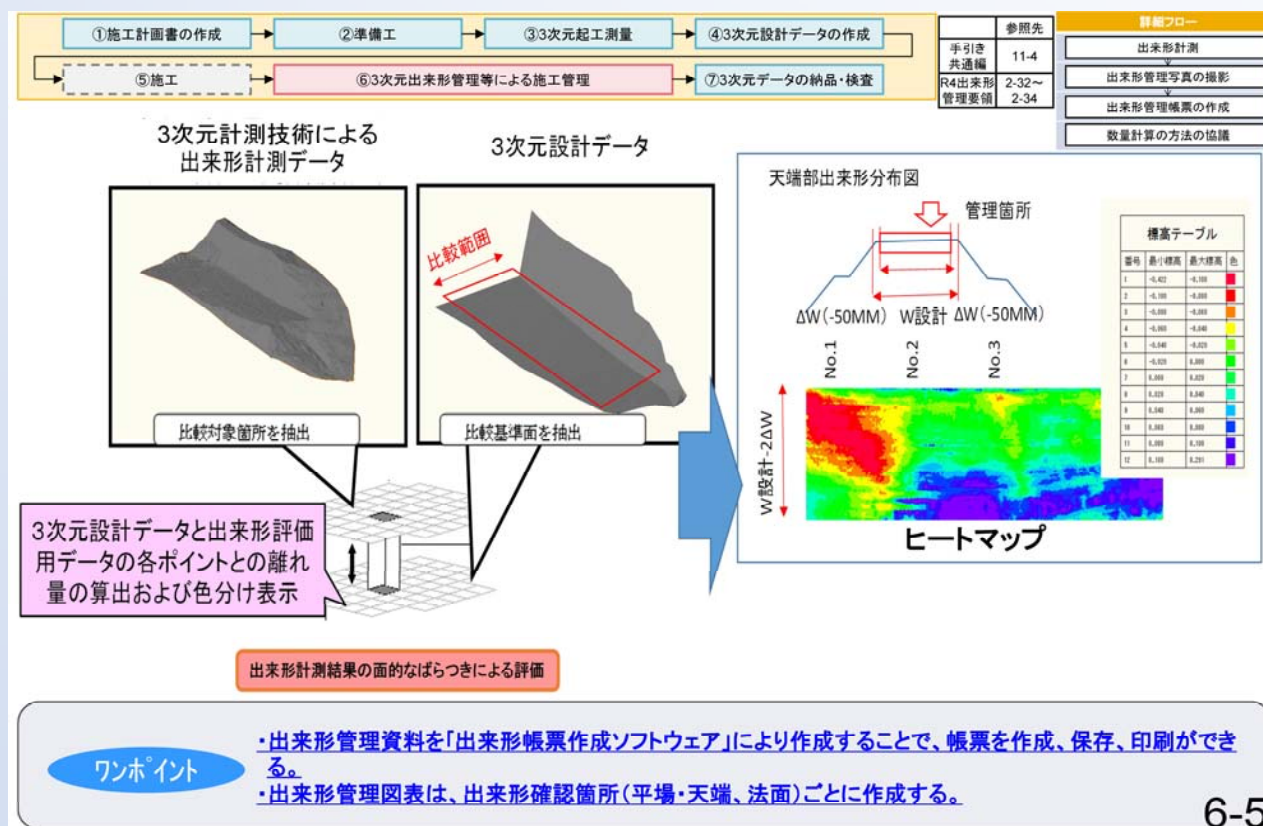
4) 出来形計測箇所の補足

- 面管理における法肩、法尻部の評価から除外できる箇所について補足する。
- 法肩、法尻から水平方向 $\pm 50\text{mm}$ 以内に存在する計測点は、標高較差・水平較差の評価から除く。
- 当該部分を除いた範囲で計測点と施工面の標高及び水平の各較差で出来形計測を実施する。



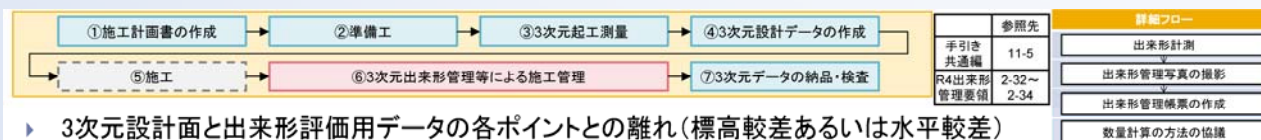
5) 出来形管理図表の作成の流れ

- 出来形管理は、3次元設計データと出来形評価用データの各ポイントとの離れ量を算出し、その面的なばらつきによる評価を行う。
- 評価後は、離れ量の色分け表示を行い、差分を示すヒートマップ図を作成する。
- 出来形管理図表は、出来形を確認する箇所ごと、例えば、平場・天端、法面ごとに作成する必要がある。



6) 出来形管理帳票の作成時の留意点

- 出来形管理基準上の管理項目の計算結果と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを評価範囲の平面上にプロットした分布図にて明示する。
- 属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できるビューアー付き3次元モデルファイルによる納品に代えることも可能である。



- ▶ 3次元設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ(標高較差あるいは水平較差)により出来形の良否判定を行う。
- ▶ 出来形管理基準上の管理項目の計算結果と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを評価範囲の平面上にプロットした分布図にて明示する。
- ▶ 属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できるビューアー付き3次元モデルファイルによる納品に代えることもできる。

作成帳票例(出来形管理図表)



・平均値
・最大値
・最小値
・データ数
・評価面積
・棄却点数

を表形式
で整理

規格値の50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の80%以内に収まっている計測点の個数を明示することが望ましい
規格値が正負いずれかしか設定されていない工種についても、正負を逆転した側に規格値が存在するものとして表示することが望ましい

・離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして
-100%~+100%の範囲で結果を色分け

・規格値の範囲外については、-100%~+100%の範囲とは別の色で明示

・±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示

・データのポイント毎に結果をプロット

これで、
出来形管理基礎研修の
eラーニングを終了します。
ご視聴ありがとうございました。

本eラーニングは、令和6年度時点の情報で作成しています。実際の実務にあたっては最新情報の確認をお願いします。