

第18回 新潟県地すべり防止工事士会 上越支部 研修会 ～維持管理の最新技術の動向～

キーワード：衛星SAR、BIM/CIM、UAV、LiDAR

2025.07.17

日本工営株式会社 新潟支店 草谷恭行



目次

1. 地すべり防止施設の維持管理について
2. インフラ分野におけるDX
3. 維持管理の効率化／省力化に向けた取り組み事例
4. 今後の展望

1

Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.



1. 地すべり防止施設の維持管理について

地すべり防止施設の維持管理の概要及び実態



Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

2

地すべり防止施設の維持管理の概要及び実態



Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

地すべり防止施設の維持・修繕等

工種	地すべり防止施設の維持・修繕等
地表排水工	水路や集水桝への土砂等の堆積、施設周辺地盤の変動に伴う変形、水路周辺の洗掘等に留意し、地表排水工の機能が低下する前に維持・修繕等を行うことが望ましい。
横ボーリング工	集水管の閉塞、孔口保護工の変形、集水桝への土砂堆積、施設周辺地盤の変動に伴う変形等に留意し、横ボーリング工の機能が低下する前に維持・修繕等を行うことが望ましい。また、 <u>流末からの地下水の排出状況等により機能低下が懸念される場合は、詳細な調査を行って地すべりに対する影響を分析し、必要に応じて維持・修繕等を実施する。</u>
集水井工	集水管・排水管の閉塞、安全施設（立入防止柵、天蓋、階段）の損傷、施設周辺地盤の変動に伴う変形等に留意し、集水井工の機能が低下する前に維持・修繕等を行うことが望ましい。
排水トンネル工	集水管の閉塞、排水路の閉塞、安全施設（立入防止柵等）の損傷、施設周辺地盤の変動に伴う損傷等に留意し、排水トンネル工の機能が低下する前に維持・修繕等を行うことが望ましい。
排土工	<u>排土工ののり面等の変形、雨水の排水や浸透に注意するとともに、排土の上部斜面における新たな地すべり発生の兆候の有無等を把握し、維持・修繕等を行うことが望ましい。</u>
押え盛土工	押え盛土工ののり面の侵食や盛土材料の透水性の低下による地下水位の上昇等に留意し、維持・修繕等を行うことが望ましい。
侵食防止工	機能が発揮されると共に、必要な性能が確保されるよう維持・修繕等を行うことを基本とする。
杭工、シャフト工	機能が発揮されると共に、必要な性能が確保されるよう維持・修繕等を行うことを基本とする。
アンカー工	機能が発揮されると共に、必要な性能が確保されるよう維持・修繕等を行うことを基本とする。

3

国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編（砂防編）より抜粋

地すべり防止施設の維持管理の概要及び実態



地表排水工

工種	地すべり防止施設の維持・修繕等
地表排水工	水路や集水側への土砂等の堆積、施設周辺地盤の変動に伴う変形、水路周辺の洗掘等に留意し、地表排水工の機能が低下する前に維持・修繕等を行うことが望ましい。

国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編（砂防編）より抜粋



土砂の堆積



変形・破損



洗掘

4

地すべり防止施設の維持管理の概要及び実態



横ボーリング工

工種	地すべり防止施設の維持・修繕等
横ボーリング工	集水管の閉塞、孔口保護工の変形、集水側への土砂堆積、施設周辺地盤の変動に伴う変形等に留意し、横ボーリング工の機能が低下する前に維持・修繕等を行うことが望ましい。また、 流末からの地下水の排出状況等により機能低下 が懸念される場合は、詳細な調査を行って地すべりに対する影響を分析し、必要に応じて維持・修繕等を実施する。

国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編（砂防編）より抜粋



集水管の閉塞



土砂堆積



流末水路の破損

5

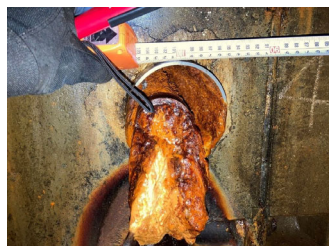
地すべり防止施設の維持管理の概要及び実態



集水井工

工種	地すべり防止施設の維持・修繕等
集水井工	集水管・排水管の閉塞、安全施設（立入防止柵、天蓋、階段）の損傷、施設周辺地盤の変動に伴う変形等に留意し、集水井工の機能が低下する前に維持・修繕等を行うことが望ましい。

国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編（砂防編）より抜粋



集水管の閉塞



階段の腐植



排水管の閉塞

6

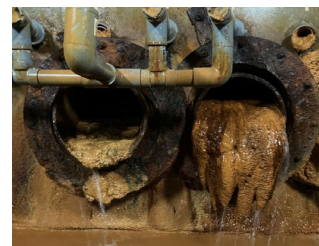
地すべり防止施設の維持管理の概要及び実態



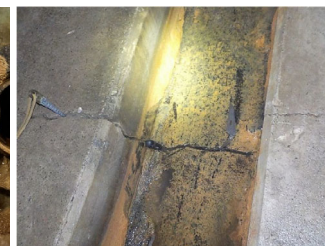
排水トンネル工

工種	地すべり防止施設の維持・修繕等
排水トンネル工	集水管の閉塞、排水路の閉塞、安全施設（立入防止柵等）の損傷、施設周辺地盤の変動に伴う損傷等に留意し、排水トンネル工の機能が低下する前に維持・修繕等を行うことが望ましい。

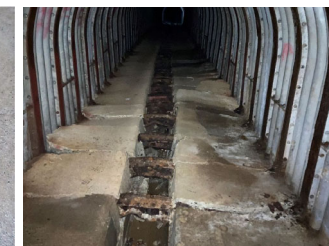
国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編（砂防編）より抜粋



集水管の閉塞



排水路のクラック



トンネルの変形

7

地すべり防止施設の維持管理の概要及び実態



排土工

工種	地すべり防止施設の維持・修繕等
排土工	排土工ののり面等の変形、雨水の排水や浸透に注意するとともに、 <u>排土の上部斜面における新たな地すべり発生の兆候の有無等を把握し、維持・修繕等を行うことが望ましい。</u>

国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編（砂防編）より抜粋



排土工法面崩壊（水路工埋没）



排土工の背後斜面の崩壊

地すべり防止施設の機能保全の手引き～統合版～ 農村振興局農村環境課 より抜粋

8

地すべり防止施設の維持管理の概要及び実態



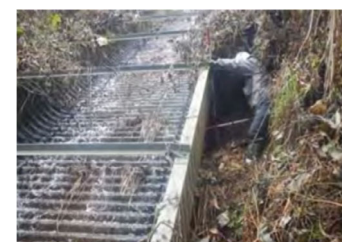
押え盛土工

工種	地すべり防止施設の維持・修繕等
押え盛土工	押え盛土工ののり面の侵食や盛土材料の透水性の低下による地下水位の上昇等に留意し、維持・修繕等を行うことが望ましい。

国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編（砂防編）より抜粋



盛土本体の沈下



水路脇の盛土崩壊

地すべり防止施設の機能保全の手引き～統合版～ 農村振興局農村環境課 より抜粋

9

地すべり防止施設の維持管理の概要及び実態



侵食防止工

工種	地すべり防止施設の維持・修繕等
侵食防止工	機能が発揮されると共に、必要な性能が確保されるよう維持・修繕等を行うことを基本とする。

国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編（砂防編）より抜粋



カゴ工の変形



中詰め材の流出

10

地すべり防止施設の維持管理の概要及び実態



杭工、シャフト工

工種	地すべり防止施設の維持・修繕等
杭工、シャフト工	機能が発揮されると共に、必要な性能が確保されるよう維持・修繕等を行うことを基本とする。

国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編（砂防編）より抜粋



杭頭の露出



杭頭の変状

地すべり防止施設の機能保全の手引き～統合版～ 農村振興局農村環境課 より抜粋

11

地すべり防止施設の維持管理の概要及び実態



アンカー工

工種	地すべり防止施設の維持・修繕等
アンカー工	機能が発揮されると共に、必要な性能が確保されるよう維持・修繕等を行うことを基本とする。

国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編（砂防編）より抜粋



頭部キャップの浮き



テンドンの飛び出し

地すべり防止施設の機能保全の手引き～統合版～ 農林振興局農村環境課 より抜粋

12

2. インフラ分野におけるDX

インフラ分野の課題とDX施策



Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

13

インフラ分野の課題とDX施策



○インフラ分野における課題

近年、国土交通省では、社会経済状況の厳しい変化や土木事業就業者数の減少に対応するために、インフラ分野におけるデジタル技術の活用により、業務そのものや、組織、プロセス、建設業や国土交通省の文化・風土や働き方を革新することを目指す取り組みが推進されている。

インフラ分野のDX(業務、組織、プロセス、文化・風土、働き方の革新)



i-Construction とインフラ分野の DX の関係

14

インフラ分野の課題とDX施策



○防災分野のデジタル技術活用の取り組み

地すべり対策事業などの防災分野においても、激甚化・頻発化する災害に対応するためには、従来の対応のみでは限界があり、デジタル技術を活用した情報分野での取り組みが必要不可欠である。



国土交通省のデジタル化施策の方向性

15

インフラ分野の課題とDX施策

国土交通省 水管理・国土保全局では、河川・ダム・砂防等様々な分野において、DX施策を推進するための個別施策を紹介している。



¹⁶ https://www.mlit.go.jp/river/gijutsu/dx/pdf/DX-actionplan-v2_202308.pdf

2. インプの作りの変革			2. インプの作りの変革(26~37)		
	項目	頁		項目	頁
2-1	インプの目的	26	2-1-1	インプの目的	26
2-2	インプの作成	27	2-2-1	インプの作成	27
2-3	インプの活用	28	2-3-1	インプの活用	28
2-4	インプの活用	29	2-4-1	インプの活用	29
2-5	インプの活用	30	2-5-1	インプの活用	30
2-6	インプの活用	31	2-6-1	インプの活用	31
2-7	インプの活用	32	2-7-1	インプの活用	32
2-8	インプの活用	33	2-8-1	インプの活用	33
2-9	インプの活用	34	2-9-1	インプの活用	34
2-10	インプの活用	35	2-10-1	インプの活用	35
2-11	インプの活用	36	2-11-1	インプの活用	36
2-12	インプの活用	37	2-12-1	インプの活用	37
2-13	インプの活用	38	2-13-1	インプの活用	38
2-14	インプの活用	39	2-14-1	インプの活用	39
2-15	インプの活用	40	2-15-1	インプの活用	40
2-16	インプの活用	41	2-16-1	インプの活用	41
2-17	インプの活用	42	2-17-1	インプの活用	42
2-18	インプの活用	43	2-18-1	インプの活用	43
2-19	インプの活用	44	2-19-1	インプの活用	44
2-20	インプの活用	45	2-20-1	インプの活用	45
2-21	インプの活用	46	2-21-1	インプの活用	46
2-22	インプの活用	47	2-22-1	インプの活用	47
2-23	インプの活用	48	2-23-1	インプの活用	48
2-24	インプの活用	49	2-24-1	インプの活用	49
2-25	インプの活用	50	2-25-1	インプの活用	50
2-26	インプの活用	51	2-26-1	インプの活用	51
2-27	インプの活用	52	2-27-1	インプの活用	52
2-28	インプの活用	53	2-28-1	インプの活用	53
2-29	インプの活用	54	2-29-1	インプの活用	54
2-30	インプの活用	55	2-30-1	インプの活用	55
2-31	インプの活用	56	2-31-1	インプの活用	56
2-32	インプの活用	57	2-32-1	インプの活用	57
2-33	インプの活用	58	2-33-1	インプの活用	58
2-34	インプの活用	59	2-34-1	インプの活用	59
2-35	インプの活用	60	2-35-1	インプの活用	60
2-36	インプの活用	61	2-36-1	インプの活用	61
2-37	インプの活用	62	2-37-1	インプの活用	62
2-38	インプの活用	63	2-38-1	インプの活用	63
2-39	インプの活用	64	2-39-1	インプの活用	64
2-40	インプの活用	65	2-40-1	インプの活用	65
2-41	インプの活用	66	2-41-1	インプの活用	66
2-42	インプの活用	67	2-42-1	インプの活用	67
2-43	インプの活用	68	2-43-1	インプの活用	68
2-44	インプの活用	69	2-44-1	インプの活用	69
2-45	インプの活用	70	2-45-1	インプの活用	70
2-46	インプの活用	71	2-46-1	インプの活用	71
2-47	インプの活用	72	2-47-1	インプの活用	72
2-48	インプの活用	73	2-48-1	インプの活用	73
2-49	インプの活用	74	2-49-1	インプの活用	74
2-50	インプの活用	75	2-50-1	インプの活用	75
2-51	インプの活用	76	2-51-1	インプの活用	76
2-52	インプの活用	77	2-52-1	インプの活用	77
2-53	インプの活用	78	2-53-1	インプの活用	78
2-54	インプの活用	79	2-54-1	インプの活用	79
2-55	インプの活用	80	2-55-1	インプの活用	80
2-56	インプの活用	81	2-56-1	インプの活用	81
2-57	インプの活用	82	2-57-1	インプの活用	82
2-58	インプの活用	83	2-58-1	インプの活用	83
2-59	インプの活用	84	2-59-1	インプの活用	84
2-60	インプの活用	85	2-60-1	インプの活用	85
2-61	インプの活用	86	2-61-1	インプの活用	86
2-62	インプの活用	87	2-62-1	インプの活用	87
2-63	インプの活用	88	2-63-1	インプの活用	88
2-64	インプの活用	89	2-64-1	インプの活用	89
2-65	インプの活用	90	2-65-1	インプの活用	90
2-66	インプの活用	91	2-66-1	インプの活用	91
2-67	インプの活用	92	2-67-1	インプの活用	92
2-68	インプの活用	93	2-68-1	インプの活用	93
2-69	インプの活用	94	2-69-1	インプの活用	94
2-70	インプの活用	95	2-70-1	インプの活用	95
2-71	インプの活用	96	2-71-1	インプの活用	96
2-72	インプの活用	97	2-72-1	インプの活用	97
2-73	インプの活用	98	2-73-1	インプの活用	98
2-74	インプの活用	99	2-74-1	インプの活用	99
2-75	インプの活用	100	2-75-1	インプの活用	100
2-76	インプの活用	101	2-76-1	インプの活用	101
2-77	インプの活用	102	2-77-1	インプの活用	102
2-78	インプの活用	103	2-78-1	インプの活用	103
2-79	インプの活用	104	2-79-1	インプの活用	104
2-80	インプの活用	105	2-80-1	インプの活用	105
2-81	インプの活用	106	2-81-1	インプの活用	106
2-82	インプの活用	107	2-82-1	インプの活用	107
2-83	インプの活用	108	2-83-1	インプの活用	108
2-84	インプの活用	109	2-84-1	インプの活用	109
2-85	インプの活用	110	2-85-1	インプの活用	110
2-86	インプの活用	111	2-86-1	インプの活用	111
2-87	インプの活用	112	2-87-1	インプの活用	112
2-88	インプの活用	113	2-88-1	インプの活用	113
2-89	インプの活用	114	2-89-1	インプの活用	114
2-90	インプの活用	115	2-90-1	インプの活用	115
2-91	インプの活用	116	2-91-1	インプの活用	116
2-92	インプの活用	117	2-92-1	インプの活用	117
2-93	インプの活用	118	2-93-1	インプの活用	118
2-94	インプの活用	119	2-94-1	インプの活用	119
2-95	インプの活用	120	2-95-1	インプの活用	120
2-96	インプの活用	121	2-96-1	インプの活用	121
2-97	インプの活用	122	2-97-1	インプの活用	122
2-98	インプの活用	123	2-98-1	インプの活用	123
2-99	インプの活用	124	2-99-1	インプの活用	124
2-100	インプの活用	125	2-100-1	インプの活用	125

インフラ分野の課題とDX施策

Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

インフラ分野のDXアクションプラン2
インフラ分野のDXアクションプラン2で示された86の個別施策には、地すべり防止施設の維持管理に調和的な技術がある

[illegible]

17 https://www.mlit.go.jp/river/gijutsu/dx/pdf/DX-actionplan-v2_202308.pdf

インフラ分野の課題とDX施策

Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

〇インフラ分野のDXアクションプラン2
インフラ分野のDXアクションプラン2で示された86の個別施策には、地すべり防止施設の維持管理に調和的な技術がある

施策名	2-17 情報集約の高度化による災害対応の迅速化	2-29 タブレット等を活用したダムの巡視・点検	3-17 三次元データと連携した河川環境情報デジタル基盤の整備
地すべりへの活用	情報集約高度化による緊急時対応	タブレットを活用した巡視・点検	地すべりデジタル基盤の整備
概要 ■ 最新の観測方法に基づき観測する土砂、河川への観測から、環境監視、緊急対応を支援するシステム(DAMP)の活用により、被害・被災状況の把握の効率化と、土砂・河川監視観測の効率化を図る。 Before 情報集約に非対応  After 情報集約高度化による迅速化 	概要 ■ アプリント観測者がデータタブレット端末を活用したダムの巡視・点検業務を支援。ダム監視観測の効率化と安全対策の高度化を図る。 Before 紙面による点検業務  After タブレットを活用した点検業務  手書き 	概要 ■ 河川環境の現状把握や治水対策、河川環境保全の調査に、三次元的なデータと三次元地形データとを連携させた河川環境情報デジタル基盤を整備し、河川管理業務の効率化・数値化を図る。 Before 河川環境の現状把握に非対応  After 河川環境の現状把握に高度化  手書き 	
施策概要	二つの色 ① 土砂災害防止対策の推進 ② 河川環境の現状把握に高度化	二つの色 ① 河川環境の現状把握に高度化 ② 河川環境の現状把握に高度化	二つの色 ① 河川環境の現状把握に高度化 ② 河川環境の現状把握に高度化

18 https://www.mlit.go.jp/river/gijutsu/dx/pdf/DX-actionplan-v2_202308.pdf

インフラ分野の課題とDX施策

Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

インフラ分野のDXアクションプラン2
インフラ分野のDXアクションプラン2で示された86の個別施策には、地すべり防止施設の維持管理に調和的な技術がある

施策名	3-18 砂防のデジタル調査・管理	3-22 港湾整備 BIM/CIM クラウドの構築	3-25 バーチャル現場見学会による効果的・効率的な広報
地すべりへの活用	地すべりデジタル調査・管理	BIM/CIM クラウドの構築	地すべり事業の説明・広報
内容	● 砂防の調査・管理は膨大なデータであり、従来の紙の図面・写真などが多いが、デジタルデータ（写真・動画）を活用することにより、調査・管理の効率化を図る。 ● 現場調査の画像とデータベースを連携させることにより効率化を図る。	● 測量、設計、施工、維持管理までのライフサイクル管理、各事業間の連携を促進してクラウド上で共有することにより、データの活用・共有を促進することにより、コスト削減・効率化を実現する。 ● 現場写真・動画をクラウド上で共有・管理し、関係者・関係機関の連携や効率化を実現する。	● 本県にて実施される3次元的VR/AR/ARVRの活用による効果的な広報活動により、わかりやすい事業のイメージを伝える広報を実現。
施策概要	1. 目的 ① 砂防の調査・管理の効率化を図る。 ② 現場調査の画像とデータベースを連携させることにより効率化を図る。 2. 効果 ① 現場調査の画像とデータベースを連携させることにより効率化を図る。 ② 現場調査の画像とデータベースを連携させることにより効率化を図る。	1. 目的 ① 測量、設計、施工、維持管理までのライフサイクル管理、各事業間の連携を促進してクラウド上で共有することにより、データの活用・共有を促進することにより、コスト削減・効率化を実現する。 ② 現場写真・動画をクラウド上で共有・管理し、関係者・関係機関の連携や効率化を実現する。 2. 効果 ① 測量、設計、施工、維持管理までのライフサイクル管理、各事業間の連携を促進してクラウド上で共有することにより、データの活用・共有を促進することにより、コスト削減・効率化を実現する。 ② 現場写真・動画をクラウド上で共有・管理し、関係者・関係機関の連携や効率化を実現する。	1. 目的 ① 本県にて実施される3次元的VR/AR/ARVRの活用による効果的な広報活動により、わかりやすい事業のイメージを伝える広報を実現。 ② 本県にて実施される3次元的VR/AR/ARVRの活用による効果的な広報活動により、わかりやすい事業のイメージを伝える広報を実現。 2. 効果 ① 本県にて実施される3次元的VR/AR/ARVRの活用による効果的な広報活動により、わかりやすい事業のイメージを伝える広報を実現。 ② 本県にて実施される3次元的VR/AR/ARVRの活用による効果的な広報活動により、わかりやすい事業のイメージを伝える広報を実現。

19 https://www.mlit.go.jp/river/gijutsu/dx/pdf/DX-actionplan-v2_202308.pdf

インフラ分野の課題とDX施策



「デジタル原則」
不足する部分はあるものの、まずはやってみて、やりながら補足する

Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

3. 維持管理の効率化／省力化に向けた取り組み事例

衛星SAR



Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

21

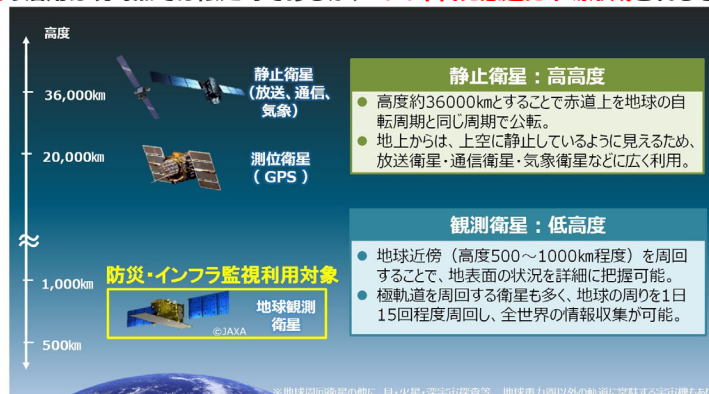
衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



人工衛星の概要

- 人工衛星は通信衛星、測位衛星、地球観測衛星に分けられ、旧来から最も活用されているのは通信衛星で、2000年代以降、急速に測位衛星（GPS）の産業利用が広がっている。
- 地球観測衛星の活用は現時点では限定的であるが、**2020年代に急速に市場形成**されると見込まれている。

Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.



22

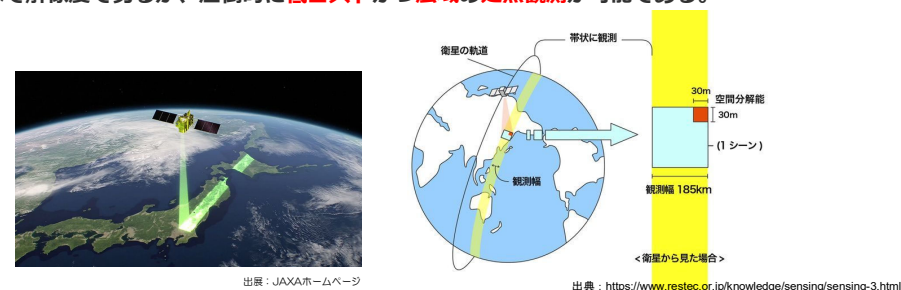
衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



地球観測衛星の特徴

- 衛星軌道から地球表面の様々な状態量を観測することで、航空機やドローンによるリモートセンシングと比べて解像度が劣るが、圧倒的に**低コスト**かつ**広域の定点観測**が可能である。

Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.



衛星技術の利点

- 「地球上全体（全球）」を「定間隔、同精度」で「繰り返し把握する」ことができる
- さらに、過去の観測データは「アーカイブデータ」として、蓄積される。
- ※人が行けない場所、地上観測が不足している場所

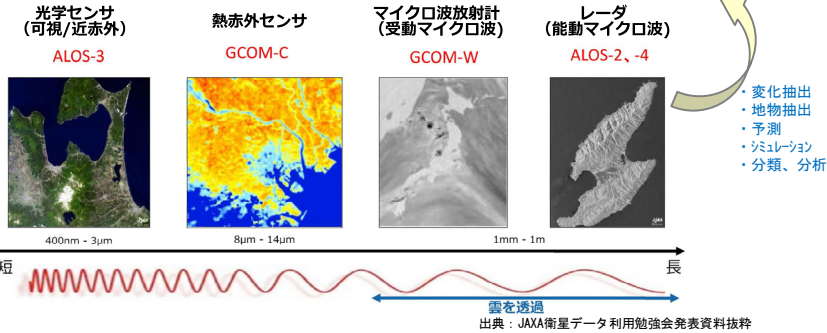
23

衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



衛星データの特徴

- 衛星に搭載された様々なセンサにより観測され、**情報量が多く、活用の幅が広い**（災害、インフラモニタリング、都市計画、農業、漁業、資源、環境）



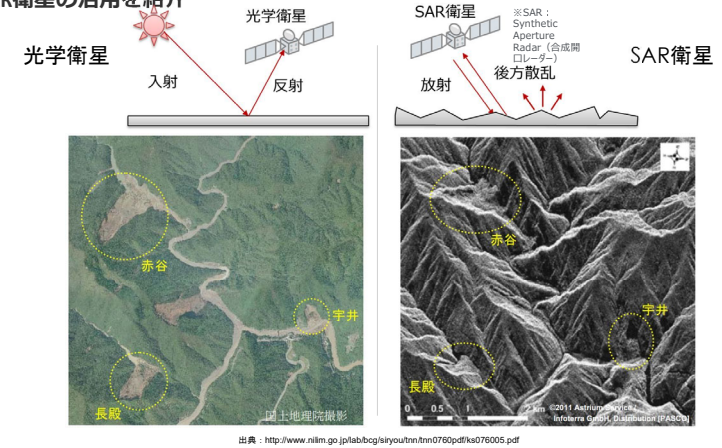
24

衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



主要な衛星（光学衛星/SAR衛星）

- 両者は同じ地表面を観測する衛星であるが観測原理が異なり、見え方も活用事例も異なる
- 今回はSAR衛星の活用を紹介



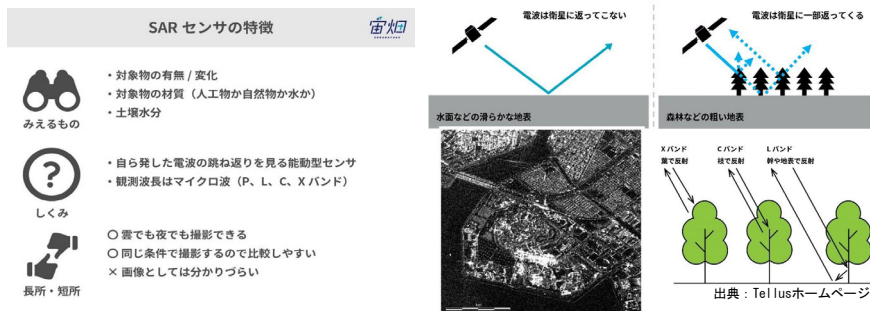
25

衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



SAR衛星の特徴

- SAR衛星とは**レーダーを搭載した衛星**でマイクロ波を地表面に照射してその**反射波を観測する衛星**。
- 夜間・悪天候時**も観測可。得られる画像はモノクロ画像のようになり、解析に**専門技術と知識が必要**。
- バンド帯（波長）**によって、**反射特性が異なり利用用途に応じた使い分けが必要**



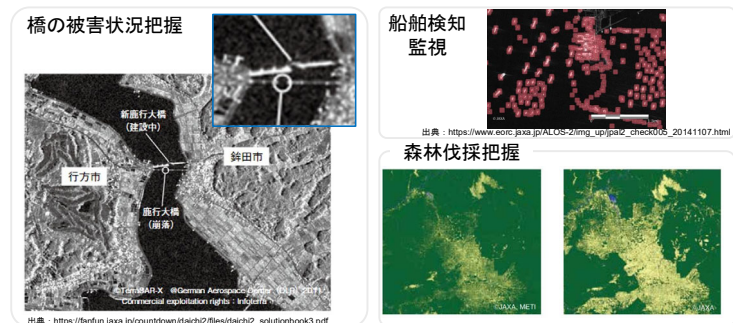
26

衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



SAR衛星の特徴

- SAR衛星は反射の強さを観測し、凹凸のある粗い表面では**強い反射**が得られ、**水面**などの滑らかな表面では衛星に返ってこない（弱い反射）。
- 衛星の周回性を利用し、2回の**観測の差**を取り、反射強度の違いにより、**地表面の変化を抽出**することが得意。



27

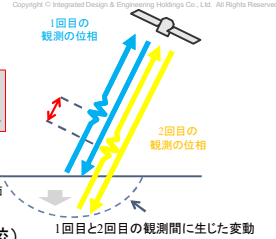
衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



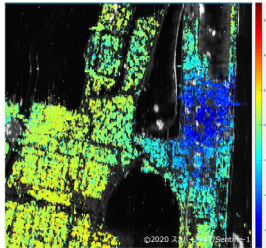
SAR衛星の活用（二時期解析による地盤変動の把握）

- ✓ 定性的な変化有無だけでなく、**定量的な地表面の変動計測**が可能
- ✓ 位相情報を解析することで、地表面の**微小な変位をmm～cm精度**で把握できる

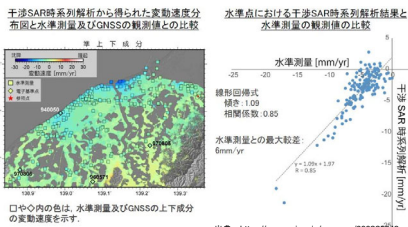
衛星—地表面の距離変化を2回の観測の位相差から求める



地盤沈下のモニタリング



精度検証例 (水準測量および電子基準点との比較)



出典: <https://www.gsi.go.jp/common/000225948.pdf>

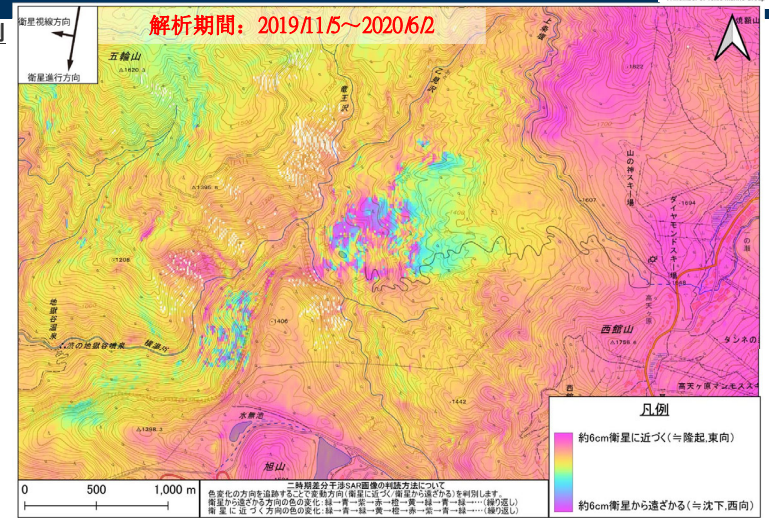
28

衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



SAR衛星の二時期解析事例

解析期間: 2019/1/5~2020/6/2



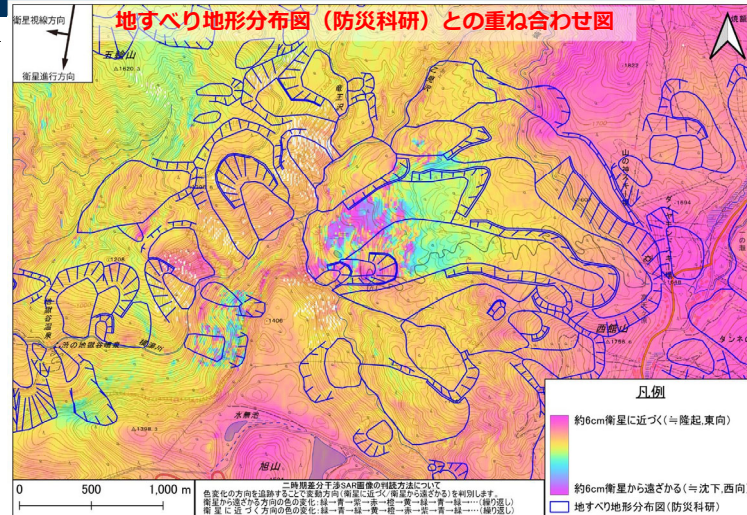
29

衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



SAR衛星の二時期解析事例

地すべり地形分布図（防災科研）との重ね合わせ図

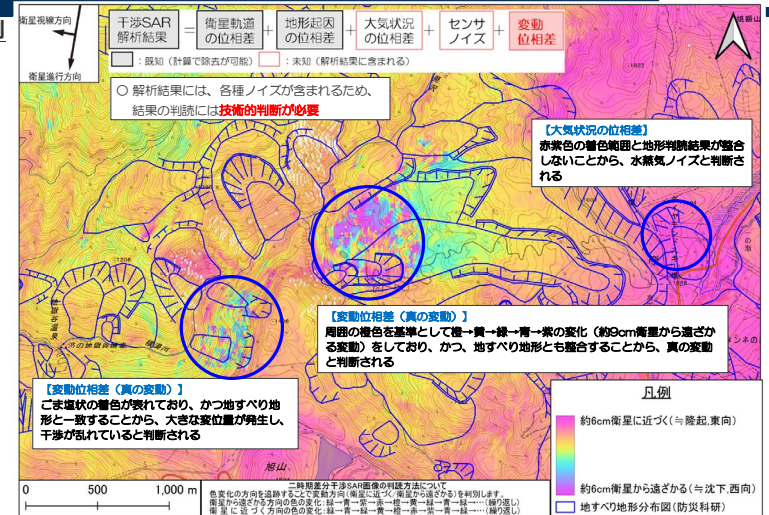


30

衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



SAR衛星の二時期解析事例



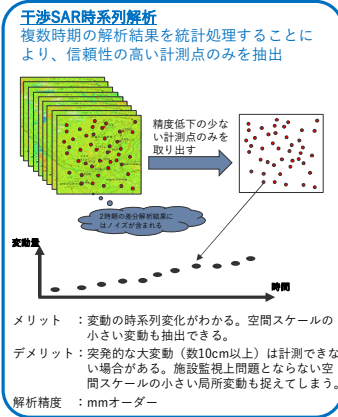
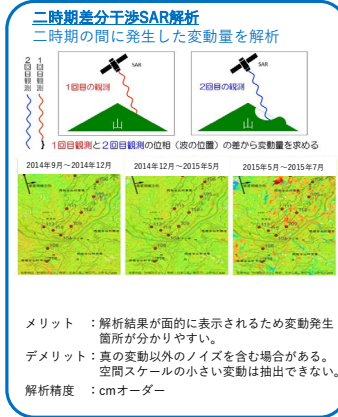
31

衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



SAR衛星の活用（時系列解析による地盤変動の把握）

✓ 複数時期のSAR差分解析結果を統計処理を行い精度向上



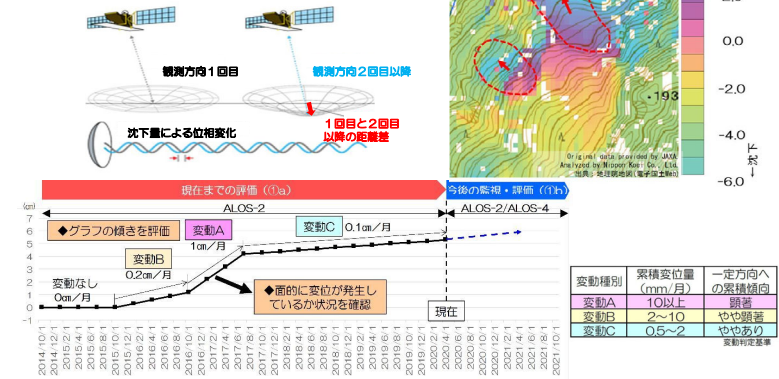
32

衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



SAR衛星の活用（時系列解析による地盤変動の把握）

- 広域の斜面変動状況を定期的に変位監視を行い、斜面災害のリスク評価が可能
- 国交省の地滑り判定基準に準じて、定量的な危険度評価（A～C）を実施、危険箇所を抽出



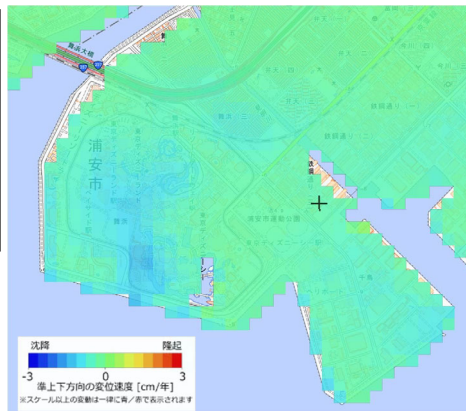
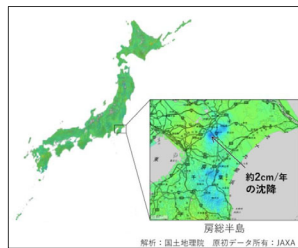
33

衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



地球観測衛星の活用（地盤変動）

国土地理院「だいち2号による全国の変動分布図公開」2023年3月28日



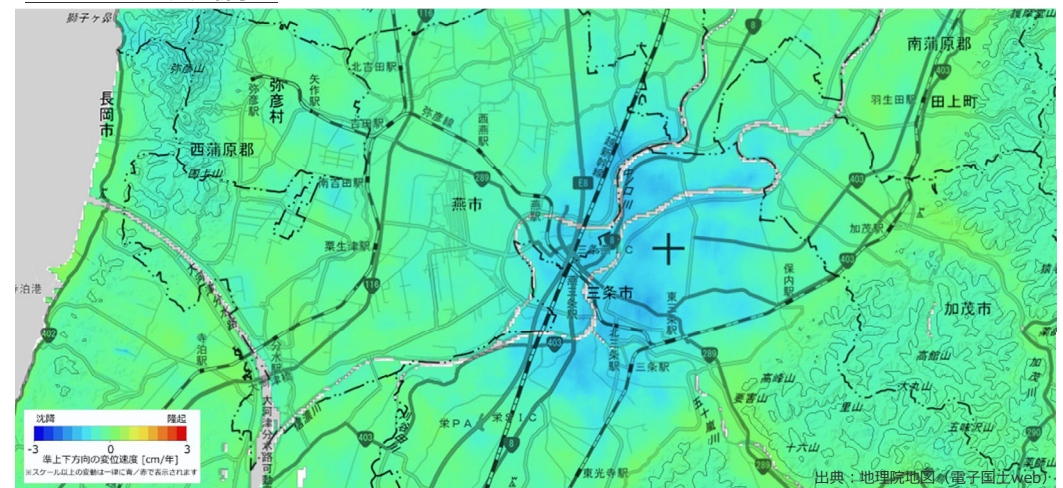
出典：地理院地図（電子国土web）

34

衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



SAR衛星の時系列解析事例



衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



SAR衛星の時系列解析事例

Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

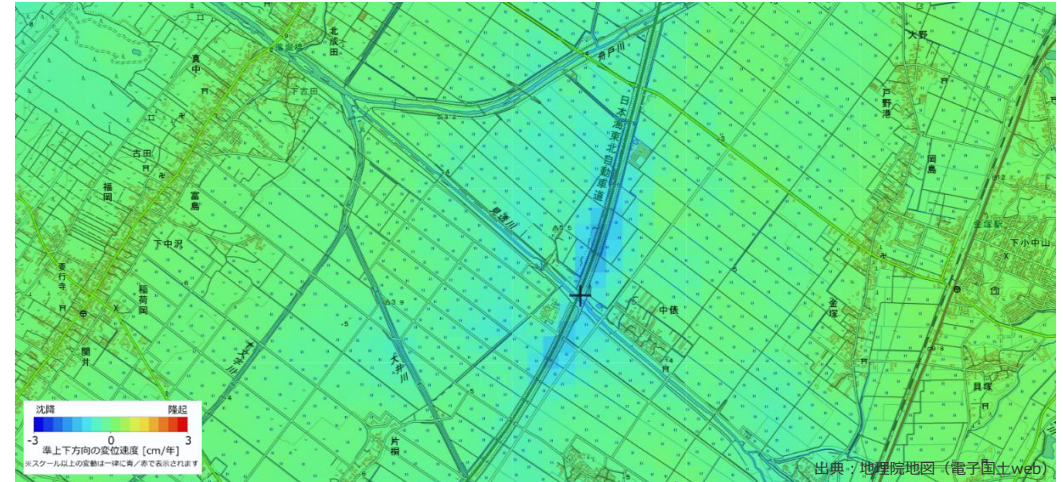


衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



SAR衛星の時系列解析事例

Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.



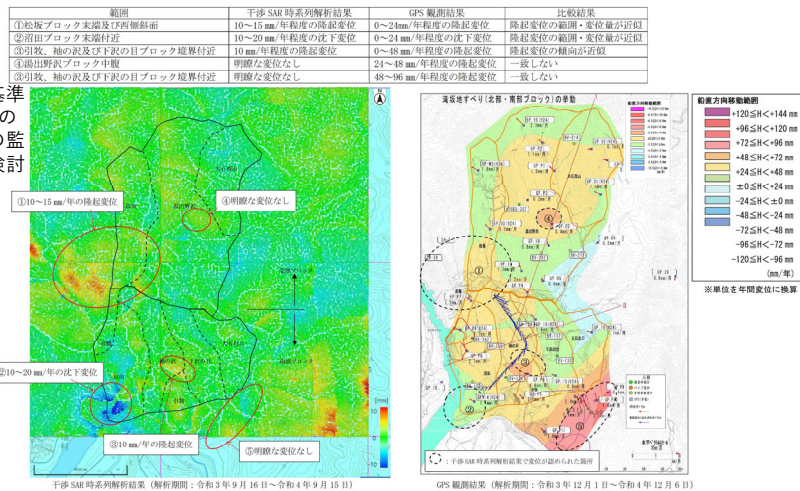
衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



SAR衛星の時系列解析事例

Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

地すべり終了判定の基準
(10mm/年)の精度での
監視の可否、概成後の監視
技術としての活用検討

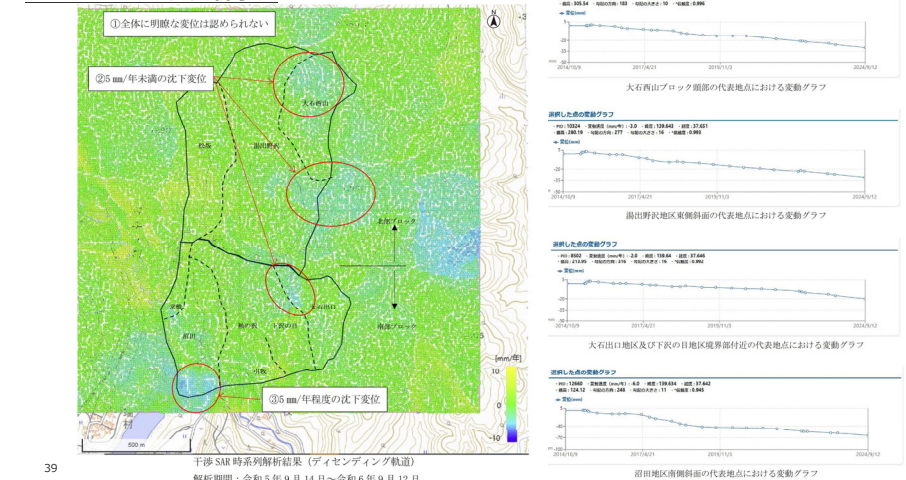


衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



SAR衛星の時系列解析事例

Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.



衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

手法	干渉SAR解析	地盤伸縮計	孔内傾斜計
写真			
計測可能レンジ	○ 計測レンジは無限	△ 最大1m程度（ただし数cmの変動が発生すると塩ビパイプが脱落するため、都度、補修が必要）	× 最大2～5cm程度
維持管理	○ 現地に機器が不要なためメンテナンスは不要	△ 機器故障や支柱の腐食が発生するため定期メンテナンスが必要	× 2～5cm以上の変動で観測孔が破断し、観測できなくなる
計測頻度	△ 4ヶ月に1回（今後2週間に1回）	○ 現地データ回収頻度による	○ 現地での計測頻度による
計測精度	△ 10 ⁻¹ mmオーダー	○ 10 ⁻² mmオーダー	○ 10 ⁻² mmオーダー
緩慢な変動への適応性	○	○	○
断続・突発的な大変動への適応	△	○	△ 孔曲がりが生じると計測不可
過去の変動把握	○ 任意の場所の解析可能(2014年以降)	× 計器設置前の変動量は不明	× 観測孔設置前の変動量は不明
地権者交渉	○ 機器設置不要のため交渉不要	△ 民地の場合は地権者交渉が必要	△ 民地の場合は地権者交渉が必要

40

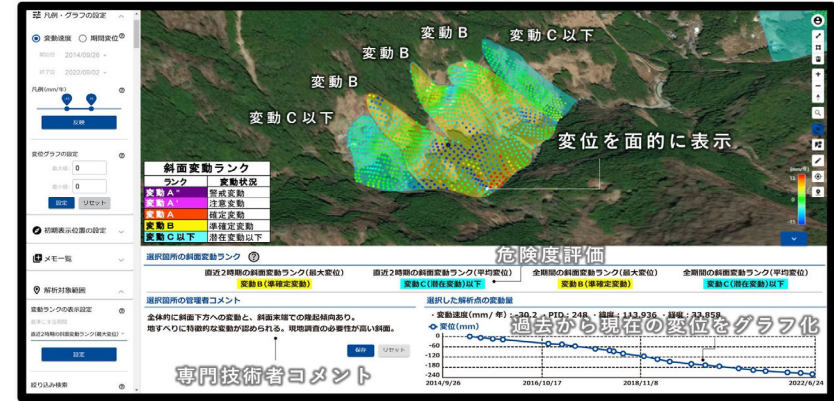
衛星SAR解析による地すべり変動の監視技術



Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

インフラモニタリングサービス「LIANA」商標登録 LIANA: Land deformation and Infrastructure ANalysis

- ◆ 平時から微小な変化を把握し、予防保全的な管理ができると期待。
- ◆ 広域に数多く分布する土砂災害警戒区域(地すべり)や、危険盛土等のモニタリング、事業実施箇所のスクリーニング、巡視、監視の高度化・省力化を図る。



41

3. 維持管理の効率化／省力化に向けた取り組み事例

UAV



Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

42

小型UAVを活用した集水井点検の効率化



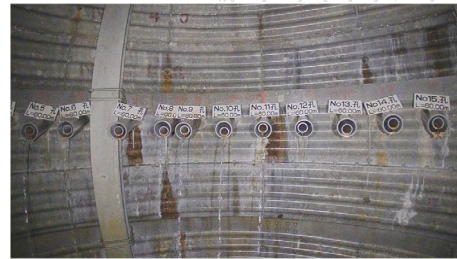
Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

43

小型UAVを活用した集水井点検の効率化



点検作業の省力化、省人化を目指すもの



滝坂地すべりで試行



- 集水井の点検は、**昇降・水中作業・高所作業を要する重労働**であり、落下防止ガス濃度管理など**複数の安全対策が必要**
- 施設の**老朽化で立入が困難**な場合あり
- 点検時に昇降足場から身体をひねって、壁面のスケッチや写真撮影を行っており、**取得データの品質が制限**される

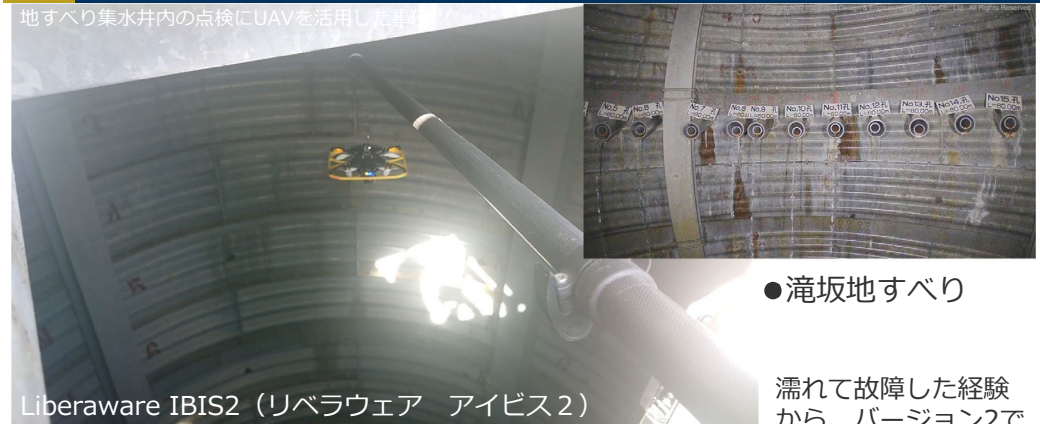
R4砂防学会_UAVを用いた地すべり集水井の点検の試み

44

小型UAVを活用した集水井点検の効率化



地すべり集水井内の点検にUAVを活用した試行



●滝坂地すべり

Liberaware IBIS2 (リベラウェア アイビス2)

メリット：見たい場所に移動できる、回転しても修正できる

濡れて故障した経験から、バージョン2で防滴仕様にした

45

小型UAVを活用した集水井点検の効率化



滝坂地すべり 堰沢 W-8



R4砂防学会_UAVを用いた地すべり集水井の点検の試み

46

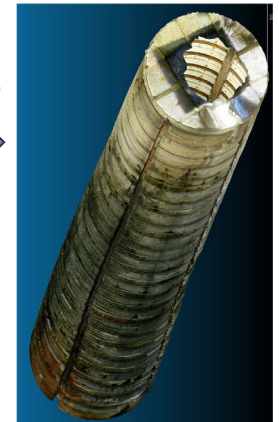
小型UAVを活用した集水井点検の効率化



レーザーを用いて対象物の形状を得る



3次元
モデル作成



- 画像を用いた場合は、撮影した写真を用いて形状を得る
- 課題：写真の撮れ具合、枚数に依存するため、本当に変形しているか、判断としない

⇒レーザーを用いて点群データを撮り、形状を得る方法を検討

R4砂防学会_UAVを用いた地すべり集水井の点検の試み

47

小型UAVを活用した集水井点検の効率化



堰沢 W-8

撮影した写真から形状を得て、
経年変化、欠損等を確認する



課題：写真の撮れ具合、枚数
に依存するため、本当に変形
しているか、判然としない

48

3. 維持管理の効率化／省力化に向けた取り組み事例

LiDAR



Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

49

LiDARによる三次元モデルの作成方法



Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

50

3次元モデルの作成方法



Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

AIを活用した3次元モデル作成技術の例



課題

- 画像処理は、撮影した写真の撮れ具合に依存する
- 対象物の形状を得るには、レーザーなどを用いて直接、形状を撮った方がよい

51

3次元モデルの作成方法



小型LiDARを用いた点群データの取得



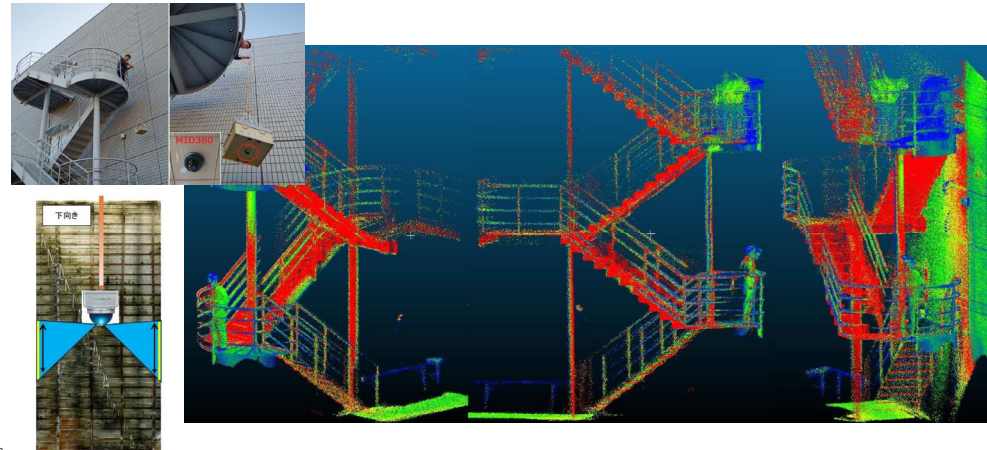
Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

52

LiDARによる三次元モデルの作成方法



小型のLiDARを吊り下し、点群データを作成する



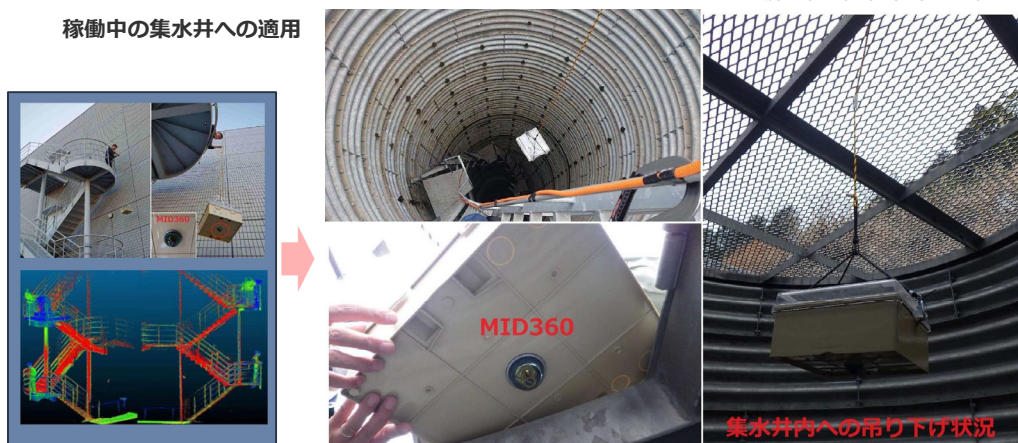
Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

53

稼働中の集水井へ適用した試行結果



稼働中の集水井への適用



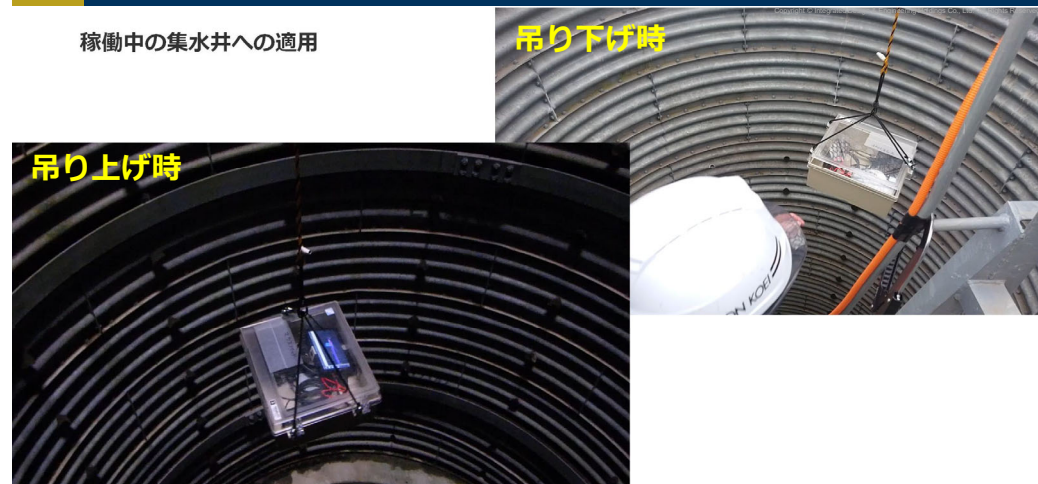
Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

54

稼働中の集水井へ適用した試行結果



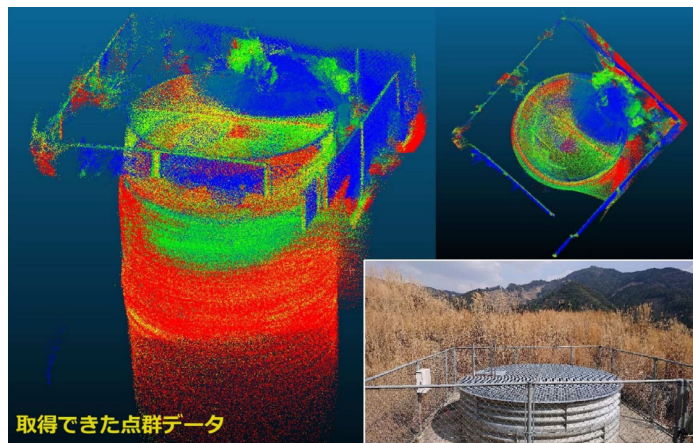
稼働中の集水井への適用



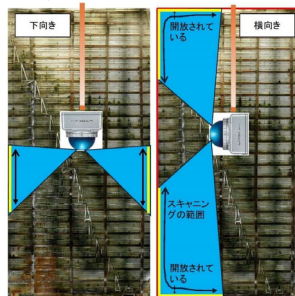
55

稼働中の集水井へ適用した試行結果

稼働中の集水井への適用



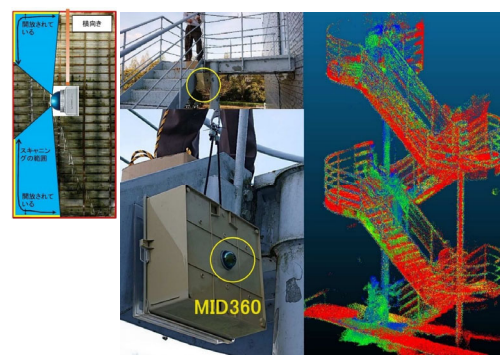
全長が撮れない課題が判明



スキャニングの範囲が狭くなると、自己位置の計算が破綻する

稼働中の集水井へ適用した試行結果

小型LiDARを横向きにした場合



57 横向きにしても、同じように点群データが取得できる

まとめ

- 集水井の形状を得るため、画像からの点群ではなく、レーザー（LiDAR）による点群を得る方法を検討した。
- 小型のLiDARを用いて、点群を取得する装置を作成し、ぶら下げることで、LiDARの周辺の点群を撮ることができた。
- 集水井で点群の取得を実施したところ、地表から深くなると、点群が撮れなかった。
- そこで原因を確認した上で、別途、代替方法を検討し、撮れそうであることを確認した。
- 今後、現場で代替方法の動作確認を予定している。



道路トンネルで検証した例

3. 維持管理の効率化／省力化に向けた取り組み事例

BIM/CIM

滝坂地すべりにおけるBIM/CIMを活用した維持管理システムの構築



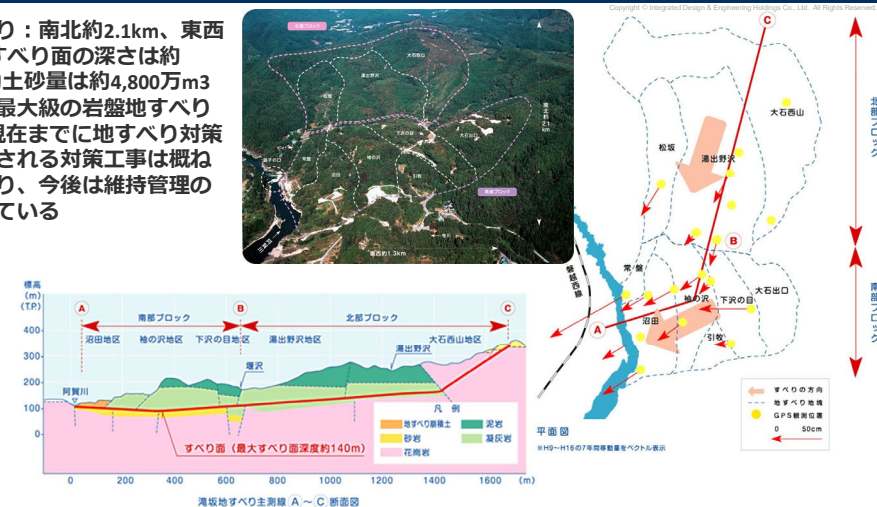
Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

60

滝坂地すべりにおけるBIM/CIMを活用した維持管理システムの構築



- ◆ 滝坂地すべり：南北約2.1km、東西約1.3km、すべり面の深さは約140m、移動土砂量は約4,800万m³の日本でも最大級の岩盤地すべり
- ◆ 令和7年度現在までに地すべり対策事業で計画される対策工事は概ね完了しており、今後は維持管理の段階となっている

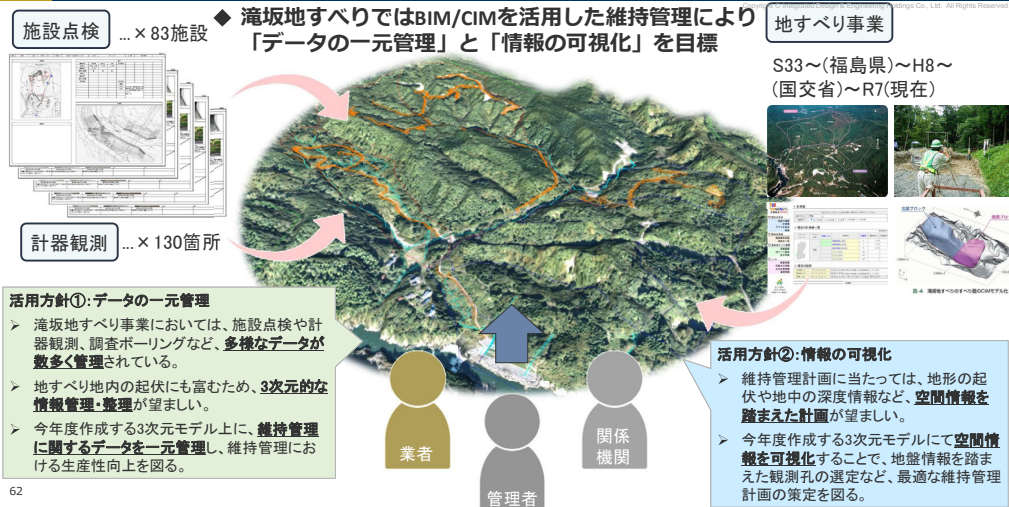


61

滝坂地すべりにおけるBIM/CIMを活用した維持管理システムの構築



Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.



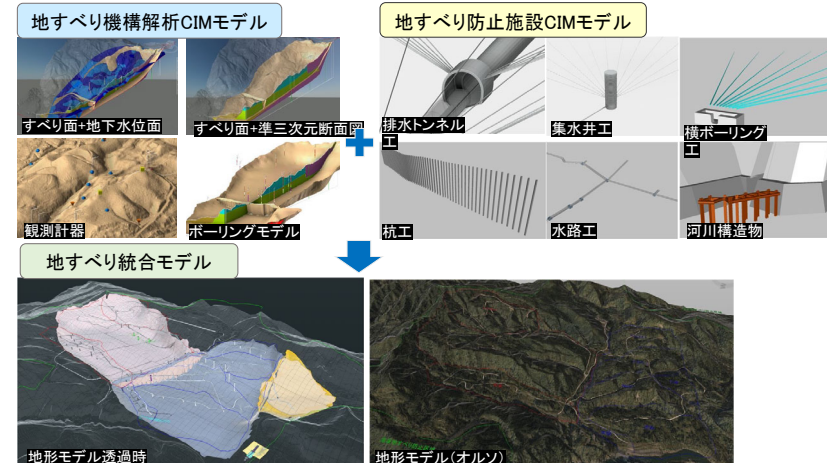
62

滝坂地すべりにおけるBIM/CIMを活用した維持管理システムの構築



Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

- ◆ 対策工の計画・効果評価にBIM/CIMを活用（すべり面と施設の関係、下水位低下の可視化）



63

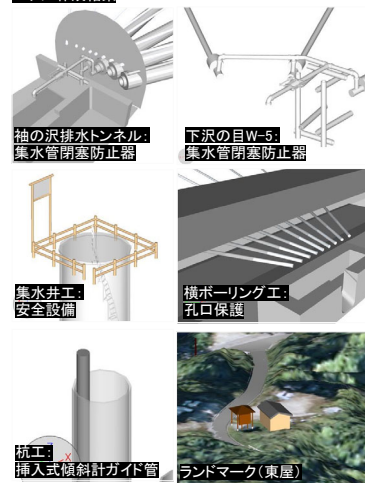
滝坂地すべりにおけるBIM/CIMを活用した維持管理システムの構築



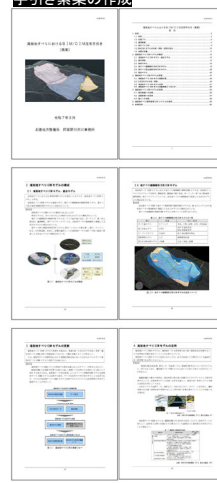
追加のモデル化対象

項目	モデル化対象	概要	写真
排水トンネル工	集水管閉塞防止器 (1施設)	令和6年度同室野川砂防・地すべり施設点検及び管理計画策定業務にて集水管閉塞防止器が大口径集水管ボーリングの方に移動されたため、集水管閉塞防止器モデルを作成し、既設の袖の排水トンネルモデルを更新する。	
集水管工	安全設備 (60施設)	防護柵・階段・梯子・看板のモデルを作成する。	
	集水管閉塞防止器 (1施設)	通出野沢W-Siに設置されていた集水管閉塞防止器が下沢の目W-Siに施設されたため、集水管閉塞防止器のモデルを作成し、既設の集水管工モデルを更新する。	
ボーリング工	孔口保護 (5施設)	孔口保護として角型じかごのモデルを作成し、既設の横ボーリング工モデルを更新する。	
土工	挿入式傾斜計 (4孔)	挿入式傾斜計のガイド管モデルを作成し、既設の土工モデルを更新する。	
管理設備	誘例：法面 (1式)	台帳や現地踏査を参考に、路側や法面に設置する附帯構造物のモデルを作成し、既設の管理用道路モデルを更新する。	

モデル作成結果



手引き素案の作成

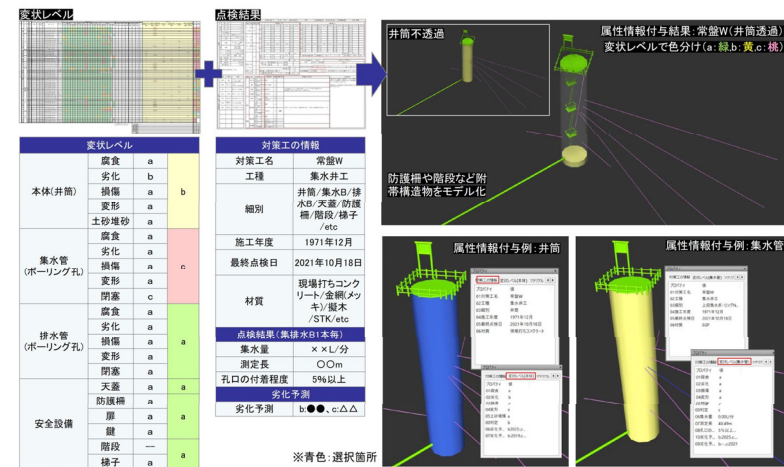


64

滝坂地すべりにおけるBIM/CIMを活用した維持管理システムの構築



◆ 附帯構造物のモデル化と施設情報や維持管理情報に関する属性情報の付与

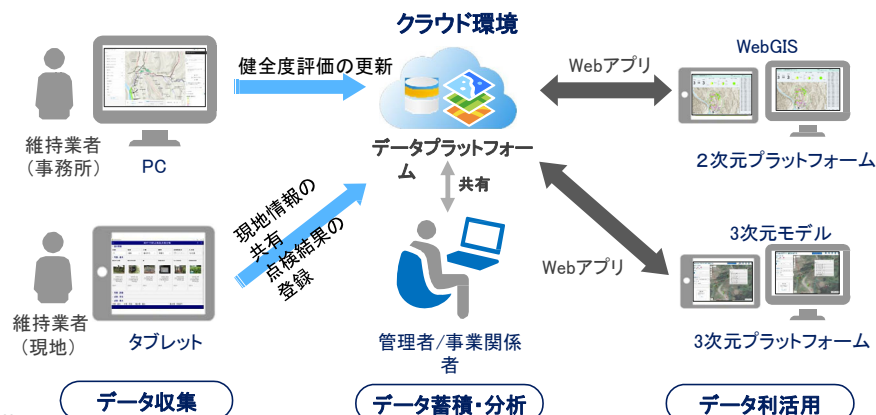


65

滝坂地すべりにおけるBIM/CIMを活用した維持管理システムの構築



◆ 維持管理CIMシステム：データプラットフォームを活用し施設情報や維持管理情報を集約し、データの収集/蓄積・分析/利活用を想定



66

4. 今後の展望

67

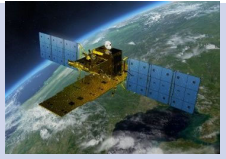


Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

新たなSAR衛星の打上げ



- 2022年度（予定）ALOS-4の打ち上げにより、今後は観測頻度が大幅に増加。
- 今後は、広域から地すべり変動箇所の抽出、地すべり観測の補完、対策工効果判定、概成判定、危険盛土等の監視等にも活用が広がるといえる。
- なお、観測頻度は増加しても、突発的で断続的な地すべり変動は捉えられない可能性は残る。

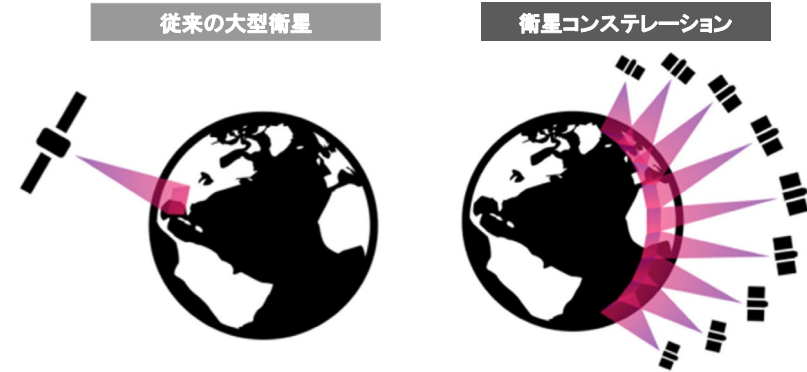
項目	ALOS2(だいち2号)	ALOS4(だいち4号)
衛星		
概要	災害状況や森林分布の把握、地殻変動の計測など、様々な分野で利用されている。本サービスでも活用中。	「ALOS2」の高い空間分解能を維持しつつ、観測幅を4倍に拡大した先進レーダ衛星。ALOS-2とのデータ互換性あり。
運用開始	2014年5月24日	2024年7月打上げ(2025年運用開始予定)
重量	約2トン	約3トン
観測頻度	定期観測は4回／年(約3ヶ月に1回)	定期観測は20回／年(約1ヶ月に2回)
分解能	約3m	約3m
観測幅	50km	200km

68

小型衛星コンステレーション



- 小型衛星コンステレーションとは、小型衛星を複数打ち上げ同時に運用すること。
- 小型衛星は従来の大型衛星の1/50程度のコストで配備ができ、民間事業者の参入も活発化している。
- 将来的な衛星観測は時間と空間の観測密度を上げられると期待されている。



69

出典: <https://www.skyperfectsat.space/ja/service/planet/#2>

小型衛星コンステレーション



高画質画像による「リアルタイム地球観測」の実現

衛星間通信の利用

高精細SAR衛星

36機によるコンステレーション

**QPS-SAR
コンステレーションにより**

観測頻度 : **10分間隔**

配信 : **10分以内**

分解能 : **0.5m以下**

を実現

※SARの高分解能化
1990年代 : 約 20m → 近年では 3~5m

出典 : https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/tsunamiKondankai/daid06ka/pdf/doc_4-2.pdf

©iQPS, Inc.

70

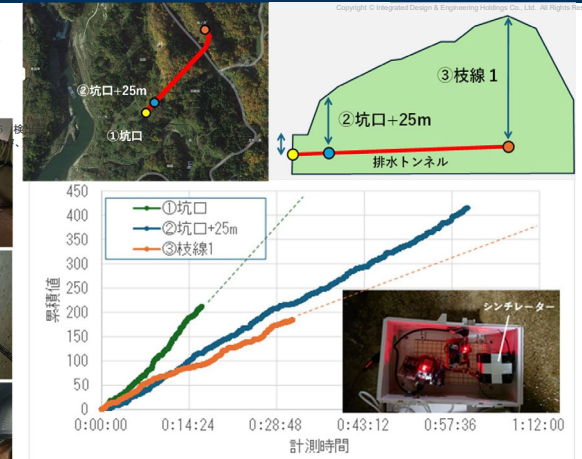
宇宙線ミュオンによる物理探査



宇宙からシンチレータに向かって降り注いだミュオンは、シンチレータでの衝突により微弱な光を発し、その光を光電子倍增管で得ることで検出する

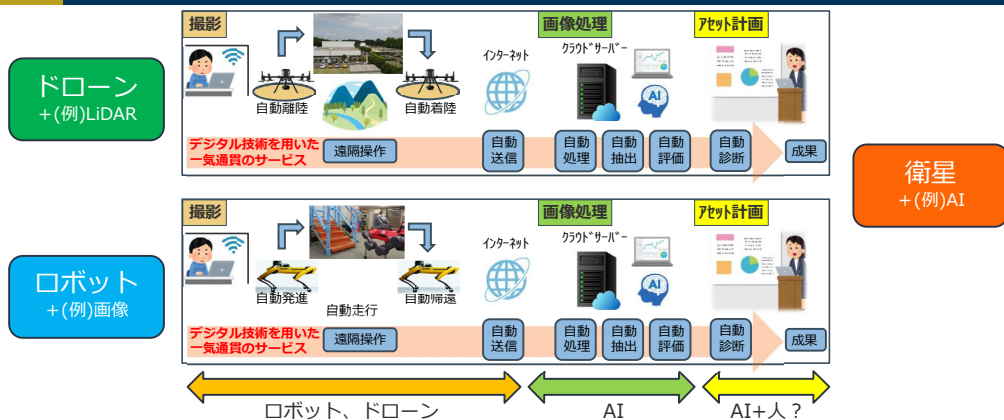


71



排水トンネルの土被り圧に比例して計測値が変化
→今後は地下水位との関連性を調査予定

デジタル技術を用いた一気通貫のサービス～「デジタル原則」を踏まえて

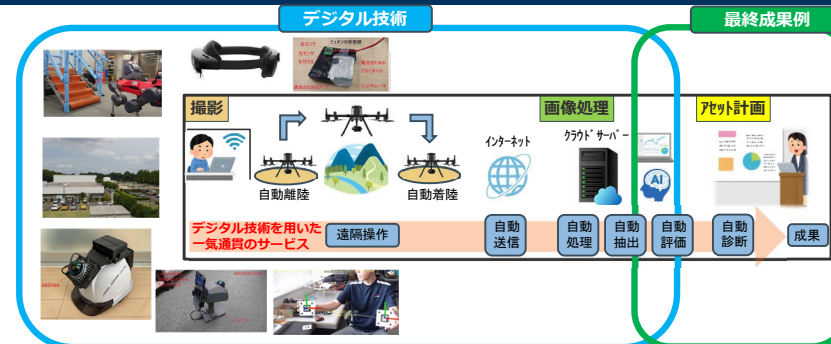


「デジタル原則」：不足する部分はあるものの、まずはやってみて、やりながら補足する

72

Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

おわりに



- 最終成果を想定し、↑オーバースペック、↓精度不足にならないように計画する
- 事業・業務に実装する際には、何がどれくらいのことができるか、知っておくことは大事
- まずは使ってみることが肝要
- 便利なデジタル技術はたくさんあります、興味があれば手に取ってみてください
- 誰も思いつかない使い方、組み合わせを考えて、効率化を促進しましょう

73

Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.

ご清聴ありがとうございました



74

Copyright © Integrated Design & Engineering Holdings Co., Ltd. All Rights Reserved.