

impres 総合研究所 [産業調査レポートシリーズ]

SAMPLE

ドローンビジネス 調査報告書 2020 【インフラ・設備点検編】

[本格化するドローンの現場実装と今後の展望]

Drone Business Research Report 2020 [Infrastructure Inspection]

青山 祐介 / 野々下裕子 / インプレス総合研究所 [著]

はじめに

国土交通省によると、国内のインフラ点検市場は 2016 年時点で約 5 兆円とされています。高度成長期に整備されたインフラは老朽化が進んでおり、適切な維持管理のためにも点検作業が急務です。その一方で、技術者不足への対応や、インフラ点検にかかるコスト増大を抑えることが課題となっています。そのような中、着実かつ効率的な点検を行い、インフラや設備の維持管理を継続していく手法のひとつとして、近年、ドローンの活用が注目されています。

国内のドローンを活用した点検分野の市場規模は、2018 年度に 43 億円、2019 年度は 110 億円、2024 年度には 1473 億円に達すると当研究所では推測しています。先行していたソーラーパネルや屋根点検といった分野に加えて、2019 年度は橋梁や鉄塔、プラント、船舶などの分野でドローンの現場実装が進みはじめています。また、小型ドローンや屋内飛行が可能なドローンの登場により、下水道管の中など今まで点検が行えなかったフィールドへのドローン活用も動き出しています。

本書は、点検分野において詳細に分析し、ドローンを活用した点検業務のコストや現場で起きていること、課題などを明らかにします。

第 1 章の「インフラ・設備点検におけるドローンの役割とビジネスモデル」では、インフラ・設備点検分野におけるドローンの役割や効果、プレイヤー、ビジネスモデルなどをまとめています。

第 2 章の「産業分野別のドローンビジネスの現状と課題」では、「橋梁」「トンネル・洞道」「ダム」「送電網」「基地局鉄塔」「ソーラーパネル」「屋根」「ビル壁面」「下水道」「プラント」「風力発電」「建築物設備」「船舶」「その他」の 14 分野についてドローンを活用したビジネスの現状と課題（分野特有の課題、技術課題、社会的課題など）、ドローン活用のメリット、市場成長性などを分析しています。また、今後のインフラ設備点検市場で注目すべき動向もまとめています。

第 3 章「各省庁の動向」は、インフラ・設備点検市場の展望を理解するうえで重要な、国土交通省、経済産業省、総務省、内閣府の動向をまとめています。

第 4 章「海外の先進事例」は、インフラ・設備点検分野における海外のドローン活用の現状と先進的な企業 14 社の動向を解説します。

本報告書が、新しい市場であるドローンを活用したビジネスを進める上で、少しでもお役に立てれば幸いです。

株式会社インプレス
インプレス総合研究所
2019 年 9 月

目次

はじめに.....	3
第1章 インフラ・設備点検における ドローンの役割とビジネスモデル.....	13
1.1 ドローンの定義と分類.....	14
1.1.1 本書で取り扱う「ドローン」の定義.....	14
1.1.2 ドローンの分類.....	14
1.1.3 民生用（ホビー用）と業務用.....	14
1.1.4 回転翼と固定翼、VTOL.....	15
1.1.5 水中ドローン.....	16
1.1.6 超小型ドローン.....	17
1.2 インフラ点検の現状とドローンを活用した点検手法について.....	19
1.2.1 インフラの現状.....	19
1.2.2 ドローンの有用性.....	27
1.2.3 ドローンを活用した点検の価値と効果.....	28
1.3 点検分野におけるプレイヤー.....	30
1.3.1 ハードウェア（機体）.....	31
1.3.2 ハードウェア（パーツ）.....	37
1.3.3 サービス提供事業者.....	38
1.3.4 点検事業者.....	39
1.3.5 利用者（国、自治体、団体、自社活用企業）.....	39
1.4 点検分野におけるドローン活用のビジネスモデル.....	40
第2章 産業分野別のドローンビジネスの現状と課題.....	43
2.1 インフラ点検分野におけるトレンドと今後の展望.....	47
2.1.1 全体動向.....	47
2.1.2 国内のドローンビジネス全体の市場規模.....	50
2.1.3 超小型ドローンを活用した点検サービスの登場.....	53
2.1.4 商用サービスが始まる橋梁点検.....	55
2.1.5 屋内計測という派生サービス.....	56
2.1.6 活性化するドローン人材市場.....	56
2.1.7 “工事”としてのドローン点検サービス.....	57
2.1.8 大手サービス提供事業者の登場.....	58
2.2 橋梁.....	59
2.2.1 現況.....	59
2.2.2 従来の点検手法.....	59

SAMPLE

2.2.3	ドローン活用のメリット・特長.....	60
2.2.4	主なプレイヤー.....	60
2.2.5	ビジネスモデル.....	60
2.2.6	代表的なハードウェア.....	61
2.2.7	課題.....	62
2.2.8	市場成長性.....	63
2.3	トンネル・洞道.....	64
2.3.1	現況.....	64
2.3.2	従来の点検手法.....	65
2.3.3	ドローン活用のメリット・特長.....	65
2.3.4	主なプレイヤー.....	65
2.3.5	ビジネスモデル.....	66
2.3.6	代表的なハードウェア.....	66
2.3.7	課題.....	67
2.3.8	市場成長性.....	67
2.4	ダム.....	69
2.4.1	現況.....	69
2.4.2	従来の点検手法.....	69
2.4.3	ドローン活用のメリット・特長.....	70
2.4.4	主なプレイヤー.....	70
2.4.5	ビジネスモデル.....	71
2.4.6	代表的なハードウェア.....	71
2.4.7	課題.....	72
2.4.8	市場成長性.....	72
2.5	送電網.....	73
2.5.1	現況.....	73
2.5.2	従来の点検手法.....	74
2.5.3	ドローン活用のメリット・特長.....	74
2.5.4	主なプレイヤー.....	74
2.5.5	ビジネスモデル.....	74
2.5.6	代表的なハードウェア.....	75
2.5.7	課題.....	76
2.5.8	市場成長性.....	76
2.6	基地局鉄塔.....	78
2.6.1	現況.....	78
2.6.2	従来の点検手法.....	78
2.6.3	ドローン活用のメリット・特長.....	79
2.6.4	主なプレイヤー.....	79
2.6.5	ビジネスモデル.....	79
2.6.6	代表的なハードウェア.....	80
2.6.7	課題.....	80
2.6.8	市場成長性.....	81

SAMPLE

目次

2.7	ソーラーパネル	82
2.7.1	現況	82
2.7.2	従来の点検手法	82
2.7.3	ドローン活用のメリット・特長	83
2.7.4	主なプレイヤー	83
2.7.5	ビジネスモデル	83
2.7.6	代表的なハードウェア	84
2.7.7	課題	85
2.7.8	市場成長性	85
2.8	屋根	86
2.8.1	現況	86
2.8.2	従来の点検手法	86
2.8.3	ドローン活用のメリット・特長	86
2.8.4	主なプレイヤー	86
2.8.5	ビジネスモデル	87
2.8.6	代表的なハードウェア	87
2.8.7	課題	88
2.8.8	市場成長性	88
2.9	ビル壁面	89
2.9.1	現況	89
2.9.2	従来の点検手法	89
2.9.3	ドローン活用のメリット・特長	89
2.9.4	主なプレイヤー	90
2.9.5	ビジネスモデル	90
2.9.6	代表的なハードウェア	91
2.9.7	課題	91
2.9.8	市場成長性	92
2.10	下水道	93
2.10.1	現況	93
2.10.2	従来の点検手法	93
2.10.3	ドローン活用のメリット・特長	93
2.10.4	主なプレイヤー	94
2.10.5	ビジネスモデル	94
2.10.6	代表的なハードウェア	94
2.10.7	課題	95
2.10.8	市場成長性	95
2.11	プラント	97
2.11.1	現況	97
2.11.2	従来の点検手法	98
2.11.3	ドローン活用のメリット・特長	98
2.11.4	主なプレイヤー	98
2.11.5	ビジネスモデル	98

SAMPLE

2.11.6 代表的なハードウェア	99
2.11.7 課題	99
2.11.8 市場成長性	100
2.12 風力発電	102
2.12.1 現況	102
2.12.2 従来の点検手法	102
2.12.3 ドローン活用のメリット・特長	103
2.12.4 主なプレイヤー	103
2.12.5 ビジネスモデル	103
2.12.6 代表的なハードウェア	104
2.12.7 課題	104
2.12.8 市場成長性	105
2.13 建築物設備	106
2.13.1 現況	106
2.13.2 従来の点検手法	106
2.13.3 ドローン活用のメリット・特長	107
2.13.4 主なプレイヤー	107
2.13.5 ビジネスモデル	107
2.13.6 代表的なハードウェア	108
2.13.7 課題	108
2.13.8 市場成長性	109
2.14 船舶	110
2.14.1 現況	110
2.14.2 従来の点検手法	110
2.14.3 ドローン活用のメリット・特長	111
2.14.4 主なプレイヤー	111
2.14.5 ビジネスモデル	111
2.14.6 代表的なハードウェア	111
2.14.7 課題	113
2.14.8 市場成長性	113
2.15 その他	114
第3章 各省庁の動向	115
3.1 全体的な動向	116
3.2 国土交通省の動向	118
3.3 経済産業省の動向	121
3.4 内閣府の動向	125
3.5 総務省の動向	127
第4章 海外企業の動向	129

SAMPLE

目次

4.1	インフラ設備点検で活用される機体.....	111
4.2	各企業の動向.....	133
4.2.1	Sitemark	134
4.2.2	Aerodyne	136
4.2.3	RoNik Inspectioneering	138
4.2.4	Flyability.....	140
4.2.5	Sky-Futures	142
4.2.6	Cyberhawk	143
4.2.7	DroneBase.....	144
4.2.8	5x5 Technologies	146
4.2.9	PRENAV.....	147
4.2.10	ARE Corporation.....	149
4.2.11	Honeywell	150
4.2.12	Interactive Aerial	152
4.2.13	SkySpecs	154
4.2.14	Raptor Maps.....	156

SAMPLE

掲載資料一覧

資料 1.2.1	日本国内の社会インフラの数量と建設からの平均経過年齢	19
資料 1.2.2	道路橋（橋長 2 m以上の橋）の建設年度別施設数	20
資料 1.2.3	建設後 50 年以上経過する社会資本の割合	21
資料 1.2.4	各インフラ分野における巡視、点検を行っている割合	22
資料 1.2.5	社会資本の管理体制の現状 各分野の管理者	23
資料 1.2.6	市町村における職員数の推移（市町村全体、土木部門）	24
資料 1.2.7	市町村における維持管理体制 技術系職員がいない市町村の割合	24
資料 1.2.8	各インフラ分野における点検サイクル	25
資料 1.2.9	点検・診断の指針となる点検基準の策定状況	26
資料 1.2.10	ドローン活用の付加価値	28
資料 1.2.11	ドローンの活用で期待される効果	29
資料 1.3.1	点検分野における主なプレイヤー	30
資料 1.3.2	代表的な汎用機の無人航空機メーカーと代表的な機体名称	32
資料 1.3.3	代表的な専用機の無人航空機メーカーと代表的な機体名称	33
資料 1.3.4	鋼鉄製橋桁の点検（エンルート社 PG700）	33
資料 1.3.5	コンクリート製橋脚の点検（大日本コンサルタント マルコ）	34
資料 1.3.6	煙突内部の撮影（リベラウェア IBIS）	34
資料 1.3.7	天井裏・地下ピットの撮影（リベラウェア IBIS）	35
資料 1.3.8	代表的な水中ドローンメーカーと代表的な機体名称	36
資料 1.4.1	点検分野のドローンを活用したビジネスモデル例①	40
資料 1.4.2	点検分野のドローンを活用したビジネスモデル例②	41
資料 2.1.1	点検分野ごとのフェーズ（2019/8 月時点）	47
資料 2.1.2	国内のドローンビジネス市場規模の予測	50
資料 2.1.3	サービス市場の分野別市場規模	52
資料 2.1.4	リベラウェア「IBIS」重量 170g（バッテリー込み）の超小型ドローン	53
資料 2.1.5	本郷飛行機の「P250 Series」重量約 250g の超小型機体	54
資料 2.1.6	マイクロドローンと FPV ゴーグル	55
資料 2.2.1	橋梁点検分野のフェーズ（2019/8 月時点）	59
資料 2.2.2	橋梁点検分野における主な商用サービス（2019/8 月時点）	61
資料 2.2.3	HDC02	61
資料 2.2.4	マルコ（大日本コンサルタント）	62
資料 2.3.1	トンネル・洞道点検分野のフェーズ（2019/8 月時点）	64
資料 2.3.2	トンネル・洞道点検分野における主な商用サービス（2019/8 月時点）	66
資料 2.3.3	IBIS（リベラウェア）重量 170g（バッテリー込み）の超小型ドローン	66
資料 2.4.1	ダム点検分野のフェーズ（2019/8 月時点）	69
資料 2.4.2	ダム点検分野における主な商用サービス（2019/8 月時点）	71

SAMPLE

目次

資料 2.4.3	パナソニック 水中ロボット	71
資料 2.4.4	PG700 (エンルート)	72
資料 2.5.1	送電網点検分野のフェーズ (2019/8 月時点)	73
資料 2.5.2	送電網点検分野における主な商用サービス (2019/8 月時点)	75
資料 2.5.3	KD-I01 (KDDI)	75
資料 2.5.4	架空地線 自動追尾点検システム (アルプスアルパイン)	76
資料 2.6.1	基地局鉄塔点検分野のフェーズ (2019/8 月時点)	78
資料 2.6.2	基地局鉄塔点検分野における主な商用サービス (2019/8 月時点)	79
資料 2.6.3	KD-I01 (KDDI)	80
資料 2.6.4	Waymark T-01 (ジャパン・インフラ・ウェイマーク)	80
資料 2.7.1	ソーラーパネル点検分野のフェーズ (2019/8 月時点)	82
資料 2.7.2	ソーラーパネル点検分野における主な商用サービス (2019/8 月時点)	83
資料 2.7.3	Matrce 200 シリーズ V2 (DJI)	84
資料 2.7.4	FLIR Duo Pro R	84
資料 2.8.1	屋根点検分野のフェーズ (2019/8 月時点)	86
資料 2.8.2	屋根点検分野における主な商用サービス (2019/8 月時点)	87
資料 2.8.3	Mavic 2 シリーズ (DJI)	87
資料 2.9.1	ビル壁面点検分野のフェーズ (2019/8 月時点)	89
資料 2.9.2	ビル壁面点検分野における主な商用サービス (2019/8 月時点)	90
資料 2.9.3	DJI Matrce 200 シリーズ V2 (DJI)	91
資料 2.9.4	FLIR Duo Pro R (FLIR)	91
資料 2.10.1	下水道点検分野のフェーズ (2019/8 月時点)	93
資料 2.10.2	下水道点検分野における主な商用サービス (2019/8 月時点)	94
資料 2.10.3	Air Slider AS400 (NJS)	94
資料 2.10.4	P400 Series (本郷飛行機)	95
資料 2.11.1	プラント点検分野のフェーズ (2019/8 月時点)	97
資料 2.11.2	プラント点検分野における主な商用サービス (2019/8 月時点)	99
資料 2.11.3	リベラウェア「IBIS」重量 170g (バッテリー込み) の超小型ドローン	99
資料 2.12.1	風力発電点検分野のフェーズ (2019/8 月時点)	102
資料 2.12.2	風力発電施設の点検分野における主な商用サービス (2019/8 月時点)	103
資料 2.12.3	KD-W01 (KDDI)	104
資料 2.12.4	Matrice 200 シリーズ V2 (DJI)	104
資料 2.13.1	建築物設備点検分野のフェーズ (2019/8 月時点)	106
資料 2.13.2	建築物設備の点検分野における主な商用サービス (2019/8 月時点)	108
資料 2.13.3	ELIOS (Flyability)	108
資料 2.14.1	船舶点検分野のフェーズ (2019/8 月時点)	110
資料 2.14.2	船舶の点検分野における主な商用サービス (2019/8 月時点)	111
資料 2.14.3	Matrice 200 シリーズ V2 (DJI)	112
資料 2.14.4	Blue ROV2 (Blue Robotics)	112
資料 2.14.5	CCROV (VxFly)	113
資料 3.1.1	国が進めているロボット関連のプロジェクト	116

SAMPLE

掲載資料一覧

資料 3.2.1	国土交通省・経済産業省策定5つの重点分野	117
資料 3.2.2	実施フロー	118
資料 3.3.1	福島ロボットテストフィールドの全体図	121
資料 3.3.2	福島ロボットテストフィールドのインフラ点検災害対応エリア	122
資料 3.3.3	橋梁点検に用いる無人航空機の性能評価基準策定に向けた飛行試験の全体像	123
資料 3.4.1	インフラ維持管理・更新・マネジメント技術の研究開発概念図	125
資料 4.1.1	DJI Matrice 600 Pro	130
資料 4.1.2	Intel Falcon 8+ (価格は非公開)	131
資料 4.1.3	Yuneec Typhoon H Plus With Intel 価格は1900ドル	131
資料 4.1.4	ヤマハ発動機は陸・海・空の自律動作マシンに Jetson AGX Xavier を採用	132
資料 4.1.5	FLIR と DJI が開発するドローン用赤外線カメラ Zenmuse XT Premium Aerial Thermal Imaging	132
資料 4.2.1	Sitemark ウェブサイト	134
資料 4.2.2	Sitemark のパイロット向けアプリ	135
資料 4.2.3	Aerodyne ウェブサイト	136
資料 4.2.4	Aerodyne が提供する「DaaS (ドローン・アズ・ア・サービス)」	137
資料 4.2.5	RoNik Inspectioneering のウェブサイト	138
資料 4.2.6	RoNik Inspectioneering が開発するクラウドポータル	139
資料 4.2.7	Flyability のウェブサイト	140
資料 4.2.8	インドア・インスペクションドローン「ELIOS」	141
資料 4.2.9	Sky-Futures のウェブサイト	142
資料 4.2.10	Cyberhawk ウェブサイト	143
資料 4.2.11	Betterview のウェブサイト	145
資料 4.2.12	5×5 Technologies のウェブサイト	146
資料 4.2.13	PRENAV のウェブサイト	147
資料 4.2.14	PRENAV の取り組み	148
資料 4.2.15	ARE Corporation のウェブサイト	149
資料 4.2.16	Honeywell のウェブサイト	150
資料 4.2.17	Honeywell の提供するサービス	151
資料 4.2.18	Interactive Aerial のウェブサイト	152
資料 4.2.19	暗くて狭い閉鎖空間の検査もできる Legacy One	153
資料 4.2.20	SkySpecs のウェブサイト	154
資料 4.2.21	ソフトウェア「Horizon」	155
資料 4.2.22	SkySpecs が開発している自律飛行型ドローン (写真左)	155
資料 4.2.23	Raptor Maps のウェブサイト	156
資料 4.2.24	ソーラーパネル検査用に開発された「Raptor Solar」	157
資料 4.2.25	SenseFly の固定翼ドローン「senseFLY Solar 360」	157

SAMPLE

1.2 インフラ点検の現状とドローンを活用した点検手法について

1.2.1 インフラの現状

■非常に多くの社会インフラが整備されてきた日本

インフラストラクチャーとは「社会資本」のことを指し、国土交通省が所管する社会資本は道路や河川、下水道など下記の表の記載も含め全部で14の分野がある。日本では、高度経済成長期に道路、橋、トンネル、河川、ダム、港湾、上下水道といった社会インフラが全国各地で整備されてきた。その結果、現在全国には、道路橋梁が約73万橋、道路トンネルが約1万1000本あり、下水道管渠の総延長は約47万kmと、非常に多くの社会インフラが存在し、経済活動や人々の生活を支えている。

分野	対象施設	数量	上段：数量に対する割合、下段：平均年齢					備考
			国	都道府県	政令市	市町村	その他	
道路	橋梁（橋長2m以上）	約699,000橋	4%	19%※	7%※	68%	2%	※地方道路公社を含む。
			35年	38年		35年	29年	
	トンネル	約10,300本	13%	46%※	3%※	23%	15%	※地方道路公社を含む。
			32年	32年		46年	22年	
	舗装	約3,100㎡	7%	21%※	3%※	66%	3%	※地方道路公社を含む。
			42年	34年		32年	26年	
治水	河川 河川管理施設	29,731施設	35%※	65%		—	—	※国交省所管の水資源機構管理施設も含む。
			30年	27年		—	—	
	砂防 砂防堰堤、床固工	95,675基	—	100%	—	—	—	
			—	22年	—	—	—	
下水道	管渠	約430,000km	—	2%	23%	75%		
			—	20年	28年	18年		
	処理場	約2,100箇所	—	9%	7%	84%	供用開始後、段階的な増設を行っており、供用開始年度のみをもって一概に当該施設の経過年数と言えない。	
			—					
港湾	港湾施設	約44,000施設	9%	91%				
31年	31年							
公営住宅	公営住宅	2,170,649戸	—	43%	18%	39%	—	
			—	31年			—	
公園	都市公園等	101,111施設	0.02%	1%	23%	76%	—	
			19年	32年	27年	24年	—	
海岸	海岸堤防等	7,989km	—	100%				
			—	31年				
空港	空港	98空港	29%	68%		3%		
			41年	32年		20年		
航路標識	航路標識	5,380基	100%	—	—	—	—	
			28年	—	—	—	—	
官庁施設	官庁施設	約48,466千㎡	100%	—	—	—	—	
			25年	—	—	—	—	

資料 1.2.1 日本国内の社会インフラの数量と建設からの平均経過年齢

出所：2015年2月 国土交通省提出資料

『第5回社会資本メンテナンス戦略小委員会 参考1』より作成

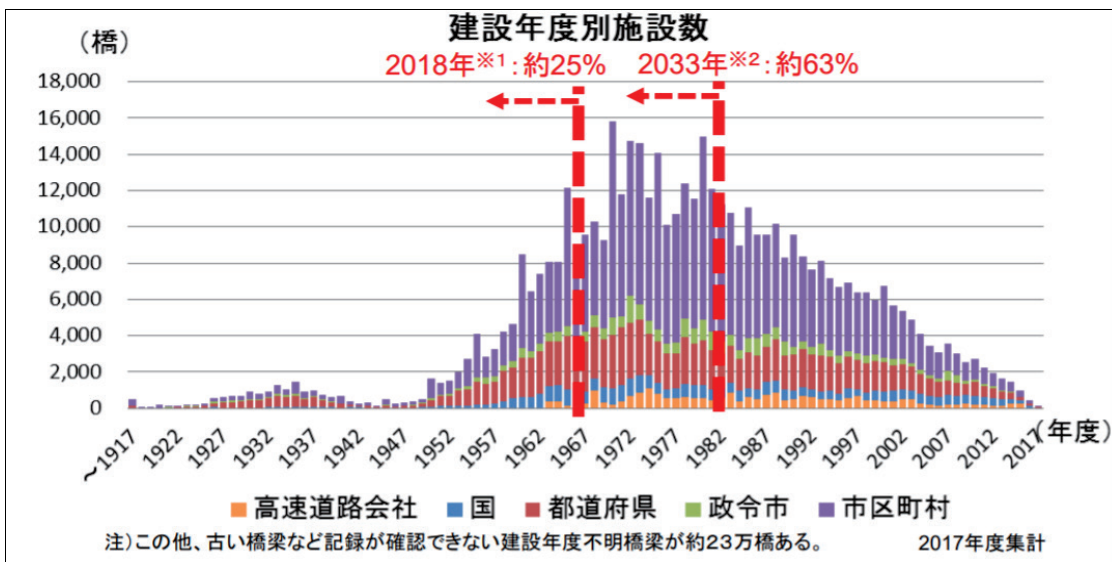
(<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/sankankyougikai/infrastructure/dai1/siryu2.pdf>)

SAMPLE

このうち、航路標識や官庁施設を除けば、その多くを都道府県や市町村といった自治体が管理している。国や都道府県と比較して財政規模の小さい市町村が管理を担っている割合は、道路橋梁で 68%、道路舗装では 66%、下水道管渠では 75%など高い。そしてこうした社会インフラの多くで建設後の平均経過年齢が 30 年を超えている。

■老朽化するインフラ

日本の社会インフラは高度経済成長と共にその数を増やし、1970 年代に建設数がピークを迎えた。その結果、今後 20 年で続々と建設後 50 年を迎えることとなる。例えば道路橋（橋長 2m 以上）は全国に約 73 万橋があるが、1983 年以前に建設された橋梁が 63%を占めており、2033 年にはこれらが築後 50 年以上経過することになる。同様に、約 1 万 1000 本存在するトンネルは、2033 年にはその 4 割強が築後 50 年を迎えることになる。また、全国に約 2700 あるダムのうち、約 1000 のダムが戦前に竣工したもので、水門などの河川管理施設、トンネル、港湾岸壁も同じような傾向にあるといえる。



資料 1.2.2 道路橋（橋長 2 m以上の橋）の建設年度別施設数

出所：2018 年 11 月発表

国土交通省提出資料『インフラ長寿命化とデータ活用に向けた取組』より作成

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/sankankyougikai/infrastructure/dai1/siryou2.pdf>

SAMPLE

1.2.2 ドローンの有用性

ドローン（UAV）は空中を飛行する移動体であるため、高所での作業に有効であることはいうまでもない。とくにドローンは、ヘリコプターのような有人航空機に比べてはるかに小型で軽量である。そのため、有人航空機ではまったく不可能であった、建造物に接近して画像や映像を撮影するといった点検作業が可能となった。

これまでも産業用途の無人航空機という意味では、農業散布に産業用無人ヘリコプターが使われてきた。ただし、シングルローターの無人ヘリコプターは、ペイロードが農業ということもあってローターのサイズが大きく、安全性の観点からおもに周囲の開けた圃場で使用されてきた。また、この産業用無人ヘリコプターは火山や山崩れといった、人間が接近するには危険な場所の調査にも使われてきた実績があるが、いずれも周囲の開けた場所である。一方、マルチローター式のドローンは、こうした産業用無人ヘリコプターに比べてきわめて小型で、狭所での作業や、対象物に接近しての作業が可能となっている。

また、ドローンは“空飛ぶロボット”という捉え方もある。あらかじめ設定したルートを自律的に飛行したり、そのルートを繰り返し飛行することができる。人がドローンを操縦する場合、同じルートを再現して繰り返し飛行するには高い操縦技術が求められるが、自動航行をさせることで操縦技術がなくてもこうした作業が可能となる。また、広い面積を点検する場合に、効率のいいルートを自動で飛行させてデータを収集できるといったメリットもある。

こうしたドローンの特性を生かすことで、これまでは人手に頼るしかなかった高所でのさまざまな作業をドローンによって代替することができる。このドローンによる作業代替は、安全性やコスト削減、作業効率向上、時間短縮といった効果を生む。例えば、橋梁やトンネル、ビルや工場など高所の点検作業でドローンを使うことにより、点検従事者の転落といった危険性を取り除くことが可能だ。また、こうした高所で点検従事者が作業するための足場を設置したり、高所作業車を用意するといった費用を省くことができるのと同時に、その設置や用意のための時間を短縮することができる。

さらに最近では空中に加えて陸上や水上、水中で作業ができるドローンも登場している。これらは遠隔操縦や自動航行で作業ができるため、空中を飛ぶドローンと同じように作業効率の向上といったメリットをもたらしてくれる。また空中と同じように作業者が容易に行けない水の上や水中といった環境で点検作業ができるという新しい価値も生まれる。

SAMPLE

1.2.3 ドローンを活用した点検の価値と効果

ドローンをインフラ・設備点検分野で活用にするにあたって、どのような効果があるのだろうか。ここでは、それぞれの分野における付加価値と効果を整理する。

■ドローン活用の付加価値

項目	具体例
高所や水中といった、人間が作業することが難しい場所への到達が容易になる	高所や足元の悪い場所、人体に影響を及ぼす可能性のあるガスのある場所など、作業者にとって危険な場所で点検ができる。万が一外的な要因によりドローンが被害を受けることがあっても、離れた場所にいる作業者には被害が及ばない。
人間が行っていた作業を代替できる	従来、作業者が現場で目視によって行ってきたものをカメラで撮影して、より見やすい形で視覚化するなどして調査を行うといった、これまでにない新しい形での点検作業が実現。画像や映像は持ち帰って確認するほか、その場で、さらにはテレビ会議システム等を用いて、遠方でも同時に確認するといったこともできる。
全く同じ作業を繰り返し実行することができる	GPSをはじめ各種センサーによって、ドローンの位置を制御しながら飛行することができるため、点検において同じ場所、ルートを繰り返し作業することができる。ドローンで得た画像や映像から、点検個所の経時的変化を比較するといった作業に効果を発揮する。
点検結果をデータ化して有効活用できる	画像や映像データをソフトウェアで点群処理することにより、3Dやオルソ画像といった形での活用が可能になる。

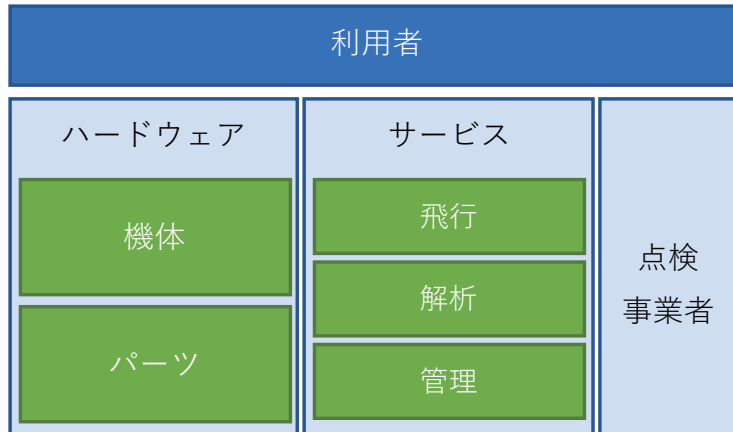
資料 1.2.10 ドローン活用の付加価値

出所：筆者作成

SAMPLE

1.3 点検分野におけるプレイヤー

ここでは点検分野におけるドローンビジネスの主なプレイヤーを整理する。



資料 1.3.1 点検分野における主なプレイヤー

点検分野におけるドローンのプレイヤーは、「ハードウェア」「サービス提供事業者」「点検事業者」と「利用者」の4つの立場がある。

まずハードウェアには、ドローンの機体そのものや画像や映像といった情報を取得するためのカメラやセンサーなどのメーカーがある。次にサービス提供事業者にはいくつかの立場があり、ドローンを自動飛行させたり取得したデータを解析・管理するソリューションを提供する企業や、こうしたソリューションとドローンを点検用途に向けたパッケージにして販売する企業、そしてドローンの飛行を担う企業など、広い意味でドローンによるサービスを提供する立場だ。

そして3つめの点検事業者は、実際に現場でドローンを使って点検作業を行ったり、取得したデータを解析したり、それを整理して依頼者に報告する立場である。この点検事業者は従来の方法と組み合わせて総合的な点検を行う企業もあれば、ドローンの点検だけを行う企業もある。そして4つめの利用者は、点検の結果をその後の維持管理に生かすインフラ・設備の所有者・管理者である。

SAMPLE

1.3.1 ハードウェア（機体）

ドローンのハードウェアのうち機体を開発する企業は、主に2つの形態に大別される。DJIに代表される汎用機を製造販売するメーカーと、顧客のニーズに合わせてプラットフォームとなる機体にセンサーやカメラなどを搭載するといったカスタマイズを施したり、顧客のためだけの専用機体を開発するメーカーだ。前者はDJIやParrotで、後者はACSL（自律制御システム研究所）やエンルート、プロドローン、エアロセンス、イームズロボティクス、NJS、本郷飛行機といったメーカーが挙げられる。また、テラドローンやスカイマティクス、デンソー、リベラウェアはハードウェアを開発し、その機体を使ったサービスも提供している。

■無人航空機

点検分野においては橋梁や鉄塔、太陽光発電所のパネル点検、住宅の屋根といった分野では商用段階に入っているが、残りの多くの分野ではまだ実証実験のレベルにあるのが現状である。こうした実証実験では試行錯誤の中で機体の改良が必要で、点検というソリューションを開発する企業や団体のニーズに応えやすいという面で、日本のドローンメーカーの製品の採用が多い。

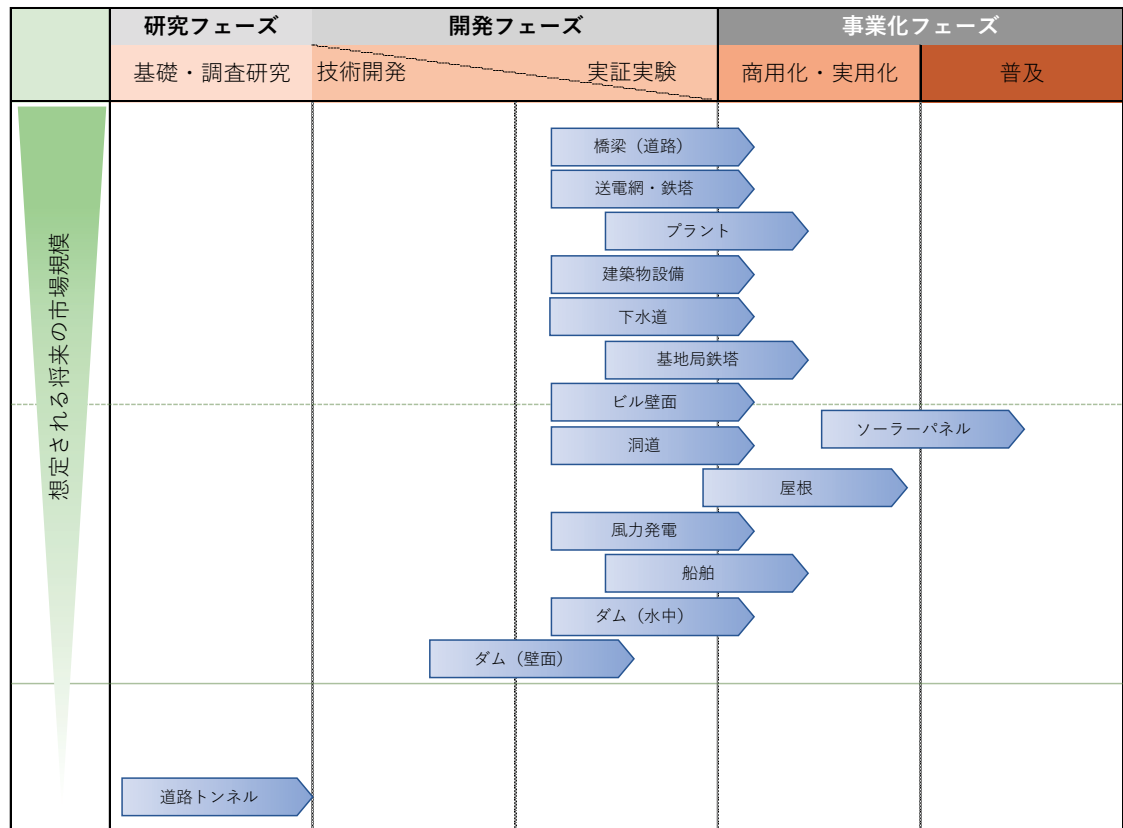
特にいち早くドローンの開発に取り組んでいる、ACSL（自律制御システム研究所）やエンルート、プロドローン、イームズロボティクスといったメーカーのドローンは、こうした点検分野の実証実験機のプラットフォームとして数多く採用されている。また、こうしたメーカー以外には、非GPS下での飛行を可能としたり、より緻密な機体の姿勢制御が可能な可変ピッチローターといった特徴を持った製品で新たに参入してくるメーカーも少なくない。

その一方で、世界で8割のシェアを持つといわれているDJIは、特にどの分野向けとは定めずに汎用の業務用ドローンをリリースしている。防水性やシステム化された機体のパッケージなど、製品としての完成度の高さで、点検用ドローンとして広く普及している。

2.1 インフラ点検分野におけるトレンドと今後の展望

2.1.1 全体動向

ドローンを使った点検は、橋梁やトンネル、ダムといった老朽化の進んでいる公共インフラの分野から導入の動きが始まった。2013年には内閣府の「SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）」¹の「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」のひとつとして、ドローンをはじめとするロボット技術の研究がスタートしている。こうした公共インフラへのドローンの活用は、財源や人材に限られた中でいかに効率よく、より多くの公共インフラの点検を消化することが主な目的である。また、公共インフラと同時に民間でも建築物や生産設備などの点検に、ドローンを活用する動きが活発になっている。公共インフラでは、もはや従来の方法ではすべてに手が回らなくなった点検を、ドローンやロボットを使うことでいかに効率よく数をこなしていくかということへの期待が大きい。民間ではおもにコストの削減という面で、ドローン点検への取り組みが進んでいる。

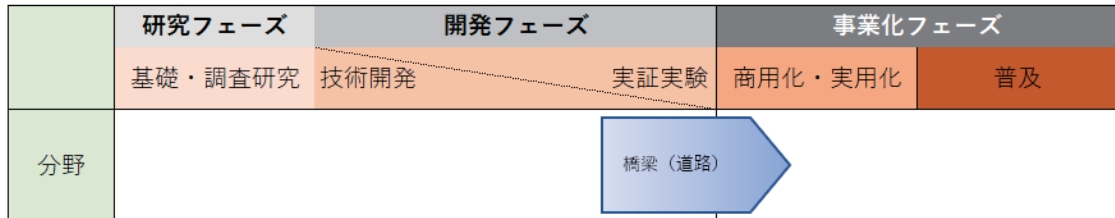


資料 2.1.1 点検分野ごとのフェーズ（2019/8月時点）

¹内閣府
戦略的イノベーション創造プログラム（SIP：エスアイピー）
<https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/index.html>

2.2 橋梁

2.2.1 現況



資料 2.2.1 橋梁点検分野のフェーズ（2019/8月時点）

現在、日本に約 73 万橋ある橋長 2m 以上の橋梁のうち、2023 年には約 39%が、そして 2033 年には約 63%が築 50 年を迎える。さらに、建設年度不明の橋梁が 23 万橋もあるとされており、こうした橋梁の老朽化に対応した保全が急務だ。また、2014 年には、5 年に 1 回の頻度で点検を実施することを基本とする定期点検要領が定められ、このルールを厳格に適用する一方で点検従事者や財源が減少することに対応した作業の効率化が求められている。

そこで国土交通省では、2013 年から橋梁点検用ロボットの開発プロジェクトを推進。特に桁高のある橋梁については、飛行体であるドローンの活用を模索してきた。ただし、桁下では上空からの GPS の電波が遮られて安定した飛行ができない。そのため、GPS に頼らずに微細な劣化を検出することができる精密な飛行制御技術の開発が行われてきた。

また、こうした国主導のプロジェクトと並行して、民間でも橋梁点検向けのドローンが開発されている。例えばデンソーや三信建材工業は非 GPS 環境下でも安定した飛行が行える機体やソリューションを開発しているほか、長大では斜張橋のケーブルを点検する専用のドローン（ロボット）を開発している。

こうした状況を受け、国土交通省は 2019 年 3 月に道路橋定期点検要領³を改定。点検者が「自らの近接目視によるときと同等の健全性の診断を行うことができる情報が得られると判断した方法により把握」という内容が加えられた。同時に点検支援技術のカタログ化が行われ、その中にドローンによる点検技術も複数挙げられている。

2.2.2 従来の点検手法

橋梁の点検はコンクリートのひびや割れ、剥離のほか、鋼材のさびや亀裂、ボルト類のゆるみ、脱落、防食機能の劣化などを、主に目視と打診で検査する。これらの点検は作業者が高所作業車や橋

³ 道路橋定期点検要領,2019年2月, https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/tenken/yobo4_1.pdf

SAMPLE

桁上部から下面に向かってアームを伸ばすことができる橋梁点検車を利用するほか、足場を組み立てたり橋脚に対しては、ロープアクセスといった方法が採られる。ただし、それぞれの作業方法には課題があり、足場を組む場合は費用と時間がかかり、ロープアクセスは危険性を伴う作業である。また、橋桁上から作業を行う橋梁点検車を使う場合は、橋桁上の道路に通行規制をかける必要があり、費用や時間がかさむ。

2.2.3 ドローン活用のメリット・特長

- ・土木・点検技術者の代替としての利用
- ・作業のコスト削減や効率化
- ・既存工法では見られなかった箇所の可視化
- ・データ化による解析の効率化
- ・高所作業における危険性の排除
- ・通行規制による利用者への影響を低減

2.2.4 主なプレイヤー

- ① ハードウェア
デンソー、川田テクノロジーズ、ルーチェサーチ、自律制御システム研究所、エンルート、プロドローン、リベラウェア、DJI ほか
- ② サービス事業者
デンソー、大日本コンサルタント、三信建材工業、夢想科学、日立システムズ、岩崎、長大、ジャパン・インフラ・ウェイマークほか
- ③ 点検事業者
橋梁点検を請け負う点検事業者、土木・建築関連企業、橋梁を所有・管理する国と自治体、高速道路会社とその関連企業・団体
- ④ 対象者
全国の橋梁を所有・管理する国と自治体、高速道路会社など

2.2.5 ビジネスモデル

「ドローンによるデータ収集」と「取得データの解析と管理」という2つのパートに分かれる。データ収集を行う場合は、橋梁点検に特化した機体を用い、橋梁管理者もしくはその点検を請け負う企業が作業を行う。取得データの解析と管理は、橋梁管理者と点検を請け負う事業者が行うケースがある。また、これら一連の業務全体（機材運用、データ取得から解析、レポートニング）をワンストップでサービスする事業者もある。

SAMPLE

企業名	サービス
デンソー	橋梁点検ソリューション ⁴
大日本コンサルタント	マルチコプタを利用した橋梁点検システム ⁵
ジャパン・インフラ・ウェイマーク	橋梁点検サービス「ウェイマーク BRIDGE」 ⁶

資料 2.2.2 橋梁点検分野における主な商用サービス（2019/8月時点）

2.2.6 代表的なハードウェア

HDC02（デンソー）、マルコ（大日本コンサルタント）、SPIDER（ルーチェサーチ）、PF1-Inspection/Vision（自律制御システム研究所）、Waymark B-01（ジャパン・インフラ・ウェイマーク）など



資料 2.2.3 HDC02

出所：デンソーHP より

⁴ <https://www.denso.com/jp/ja/about-us/business-fields/newbusiness/surveying/>

⁵ <https://www.ne-con.co.jp/field/technologydevelopment/>

⁶ <https://www.jiw.co.jp/service/>



資料 2.2.4 マルコ (大日本コンサルタント)

出所：大日本コンサルタント HP より
<https://www.ne-con.co.jp/>

2.2.7 課題

① 分野特有の課題

- ・非 GPS 環境下での飛行

橋桁の下といった GPS の電波が受信しづらい環境においては、位置制御を GPS に頼る一般的なドローンでは安定した自律飛行が難しい。

- ・橋梁周辺の複雑な気流

河川上空は風が強いうえに、橋梁周辺は橋梁によって風が渦を巻き、複雑な気流を生み、ドローンの安定した飛行が難しくなる。

- ・撮影データと位置情報の紐づけ

GPS の位置情報が利用できない場合、劣化箇所が写った画像が、橋梁のどの場所なのかを特定するのが難しい。

② 技術課題

- ・自動航行技術の確立

効率のいい作業のためには自動航行が欠かせないが、GPS の位置情報が利用できないため安定した自律航行が難しい。

- ・突風に対応できる機体

橋梁周辺は風の流れて乱れているため、突風に強い機体が必要。可変ピッチを採用することでこの課題を解決するものもある。

- ・解析技術

点検者による目視に代替しうる画像解析・判定技術の向上が求められる。AI を利用する場合は、その教師データの収集が急務である。

SAMPLE

2.2.8 市場成長性

今後、建設後 50 年を経過する橋梁が急増する一方で、点検作業に従事する人員の確保が難しくなるという現状の中で、5 年に 1 回の頻度で実施する定期点検が 2019 年度から 2 巡目に入る。同時に 5 年に一度の頻度で義務付けられている定期点検要領が改定され、ドローンによる目視点検の代替が認められたことにより、2019 年度を契機にドローンによる橋梁点検の社会実装が加速することが見込まれる。

例えば点検支援技術カタログに掲載された大日本コンサルタントの「マルコ」は、2019 年度に国土交通省における新技術を活用したフィールド施行業務に取り組み、2019 年度末には実用化するとしている。また、デンソーはこれまでに開発してきた UAV を活用した橋梁点検サービスを、2019 年秋から本格的に事業化するとするなど、定期点検要領の改定を受けて橋梁点検の市場は、大きく動き出している。

さらに NTT 西日本が出資して 2019 年 4 月に創業したジャパン・インフラ・ウェイマークは、これまで橋桁に設けられていた通信管路を点検してきた NTT 西日本グループが持つノウハウを生かし、ドローンを用いて通信管路だけでなく電気、ガス、水道といった管路と橋梁そのものを点検するサービスを開始するなど、新しい動きも現れている。

3.1 全体的な動向

2019 年度に入って、さまざまな分野でドローンを使った点検ソリューションは実用化を加速し、社会に実装されつつある。それは、ここまで行ってきた官民を挙げてドローン点検ソリューションの研究開発が実を結んだものであることにほかならない。ここでは、そんな国をはじめとした行政側の取り組みを振り返る。

内容	プロジェクト	期間
研究開発	革新的研究開発推進プログラム ImPACT 第 1 期	2013～2018 年度（終了）
研究開発	NEDO インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト	2014～2017 年度（終了）
研究開発	戦略イノベーション創造プログラム（SIP）	2014～2018 年度（終了）
研究開発	NEDO ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト	2017～2021 年度
人材育成	インフラ点検・災害対応ロボットの普及拡大を目指した人材育成事業	2018～2021 年度
環境整備	福島県ロボットテストフィールド	2020 年度内整備完了

資料 3.1.1 国が進めているロボット関連のプロジェクト

出所：2018 年 5 月 インフラメンテナンス国民会議資料

近年の我が国におけるインフラの点検に対する取り組みは、2012 年 12 年の中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故がすべての始まりだといっても過言ではない。この事故を契機に国土交通省では全国の橋梁やトンネルの緊急点検を指示。2013 年を「社会資本メンテナンス元年」と位置づけ、7 月には「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入検討会」を発足している。そして、この検討会の検討結果を踏まえ、開発・導入を促進するロボットの現場検証及び評価を行うことを目的に「次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会」を設置し（2014 年 2 月）、2014 年 4 月 2 日に「次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会」を開催した。

この検証委員会は、増大するインフラ点検を効果的・効率的に行う実用性の高いロボットの開発から導入まで一貫した取り組みを支援するというものだ。委員には学識経験者に加え、国土交通省、経済産業省、土木研究所、産業技術総合研究所、新エネルギー・産業技術総合開発機構、消防庁、文部科学省の代表が名を連ねる。この検討会の下で、内閣府が所管する SIP（戦略イノベーション創造プログラム）と経済産業省が所管する ImPACT（革新的研究開発推進プログラム）がおもにドローンやソリューションなどの機器の開発を担い、国土交通省がインフラの現場における実証など、現場のニーズの伝達や試験機器について現場での実証・評価を行ってきた。

SAMPLE

また、インフラ点検のためのドローンの開発の促進として、経済産業省・福島県が整備を進めてきた「福島ロボットテストフィールド (RTF)」である。ここはドローンの長距離飛行・運航管理の試験ができる世界初の拠点であり、ほかにも各種ドローンの試験や、橋梁やトンネルでの現場作業の検証といったテストが可能で、2020年3月にはすべての施設の整備が完了する。経済産業省はこの施設のほか、JAEA（日本原子力研究開発機構）のモックアップ試験施設などと合わせて、インフラ点検用のドローンの開発を支援していく。

また、経済産業省が所管する NEDO（国立研究法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）では、2018年5月に、インフラ点検に活用する「ロボット性能評価手順書」を公表。経済産業省と NEDO はこの手順書を普及させ、インフラ点検用ドローンの性能を測る指針としている。同時に、この性能評価手順を用いた試験を行う場となる RTF の社会的認知の向上や、社会受容性の醸成を目指す目的で、「人材育成講座」「人的交流」「周辺研究」を一体的に行う人材育成事業に、2018年から3年間の計画で取り組むとしている。

4.2 各企業の動向

点検ドローンの活用は人の目に代わって現場を撮影するというところからスタートしており、プロのパイロットが映像撮影用ドローンで対象物を撮影し、撮影計画からデータの収集までトータルに行うという形でビジネス化が進んでいった。市場を開拓してきた SkyFutures (4.2.5 参照)、Aerodyne (4.2.2 参照)や Sitemark (4.2.1 参照)といった老舗企業は現在も業界のトップを占めているが、パイロットの派遣や点検データの解析などを個別に手掛ける企業も登場しており、ソフトウェア企業の新規参入もこの数年で目に付くようになってきた。

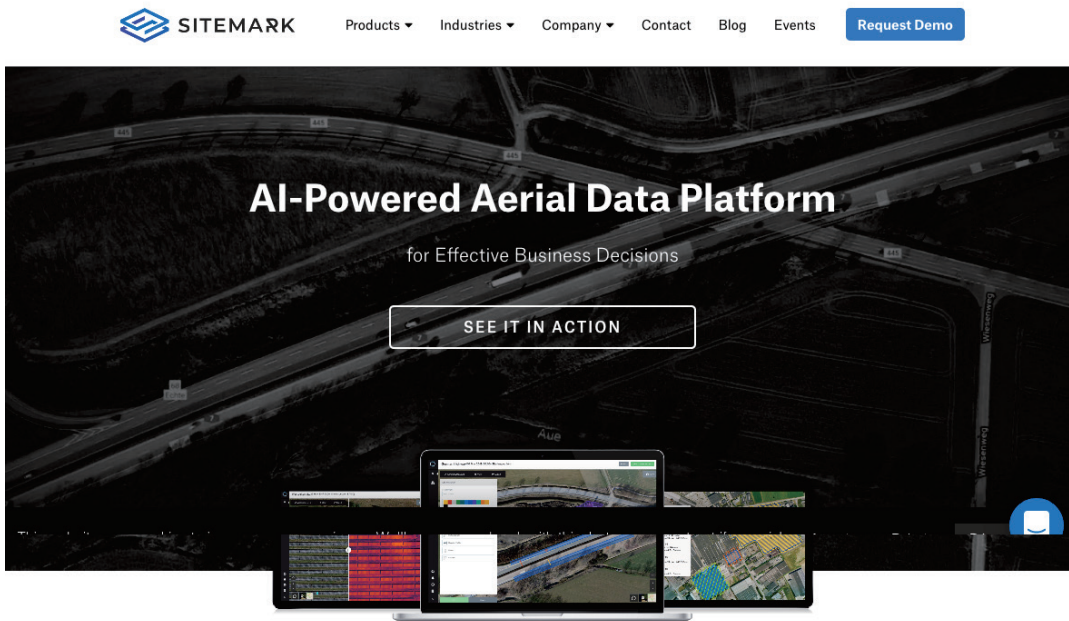
たとえば飛行システムに関しては、点検ドローンは同じ場所を繰り返し定期的に飛ぶ必要があることから、決まったルートを正確に自律飛行できるソフトウェアの開発が進んでいる。また、すでに購入した業務用ドローンに点検に利用できる様にするシステムも登場している。点検データの扱いについては、利用者が個別にカスタマイズしたり、既存のシステムと統合できるといった汎用性の高いサービスも登場しており、クラウドでどこからでも利用できるのも当たり前になっている。撮影データを自動で解析、管理、保存できるのはもちろん、必要な書類を自動で作成する総合運用システムを開発する Kespry のようなメーカーも登場している。映像から 3D モデルを自動でレンダリングしたり、赤外線やレーザーで破損箇所を自動で判別する高度な画像解析技術を開発するメーカーも登場しているが、背景には機械学習を使った画像解析が安く簡単に使えるようになったことがあり、今後も参入が増えると考えられる。

点検ドローンを利用するバリエーションも広がっている。これまでは、巨大なインフラや再生可能エネルギー施設、橋梁やトンネル、高層建築物などが主流だったが、農業や漁業、船舶、森林や自然公園、一般家屋の屋根や公共施設のような人口が集中しているエリアでも利用が進んでいる。他にも広大な農地で作物の状態や地質を点検する農業分野や、大型客船、特殊な建造物の点検での利用もすでに始まっている。水中の点検に利用するドローンもそう遠くないうちに活用が始まるだろう。

点検ドローン市場の拡大にあわせたパイロットの育成ビジネスも増え、国内でもスクールが開設されている。ニーズにあわせたスキルを持つパイロットを派遣するプラットフォームサービスもあり、これから新しい職業の一つとして定着するかもしれない。

いずれにしても点検ドローンは、人手不足や危険な作業を避けるため、今後もしばらく市場は成長を続けるだろう。ドローンの利用を許可する自治体や国も増え、新たに国際ルールを設けるなど法整備も進むと見られていることから、そうした動きにも注目しておく必要があるようだ。

4.2.1 Sitemark



Industry leading software thoughtfully designed
for enterprises to connect people, data and
insights.

資料 4.2.1 Sitemark ウェブサイト

ソーラー発電所のパネル検査や定期点検を得意とするベルギーの Sitemark は、2016 年に「DroneGrid」という名前で 3 人のチームにより創設された。その後、20 か国以上に顧客を持つエンタープライズ航空データプラットフォームへと進化し、2018 年 5 月に企業名を Sitemark に変更。ソーラー発電所以外のエネルギー施設や採掘現場、工場、建築現場といった分野にも対応を拡げている。

ドローンベースの検査で信頼性を高めるため、航空データの収集、分析と再利用に関するソリューションを総合的に開発し、各種デジタルデバイスや衛星からのデータを組み合わせた最先端の分析技術を提供している。ソーラー発電所の上空にドローンを飛ばして撮影した画像データから、不具合のあるパネルを判別して色で示したり、問題の原因を機械学習で分析する AI で点検作業を自動化する技術やパイロット向けアプリも開発しており、プロパイロットのネットワークも運営している。

SAMPLE

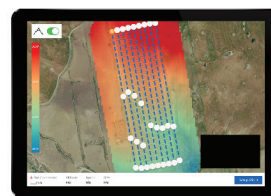


Automated Flights

Both beginners and professionals benefit from using the Sitemark Pilot App. The Pilot App is designed to plan automatic flights, where, after an automated take-off, the drone flies the mission plan, captures the images and returns to the take-off area for landing. Via a camera live stream the pilot is able to follow-up closely the mission plan.

Data reliability

Because of the automated terrain adjustment feature in the Sitemark Pilot App, the drone will automatically adapt to the different heights of the terrain if you are flying on an inconsistent terrain. Using this feature lets you guarantee a consistent resolution and quality of the data.



出所：Sitemark ウェブサイトより

資料 4.2.2 Sitemark のパイロット向けアプリ

CEO の Vishal Punamiya 氏は、同社の使命としてドローンベースの検査を信頼性の高い一貫した方法で大規模に展開できるよう簡素化することを目指していると話す。そのために、フライトオートメーション、画像処理、データ分析に関するソリューションを開発し、データを最大限に活用する革新的な方法を研究するとしている。

ブランディングが成功し、成長企業として注目されていることは、企業名を変更した同年 6 月に、再生可能エネルギーに関する企業投資を行う Chroma Impact Investment から 100 万ユーロの資金調達¹。さらに 7 月には EU が有望な企業に向けて研究開発を支援する Horizon 2020 プログラムから 180 万ユーロの資金を追加調達²していることから伺える。資本金は 280 万ユーロ（約 3.3 億円）、サイトで公開されている従業員数は 30 名（8 月時点）。

技術的な信頼性の高さにより、アフリカ最大の風力発電所の建設現場、ヨーロッパ最大の露天掘

¹ <https://www.sitemark.com/blog/sitemark-raises-1mio-eur-investment/>

² <https://www.sitemark.com/blog/new-18-million-euro-funding-fuels-technology-innovation-at-sitemark/>

SAMPLE

- 本書の内容についてのお問い合わせ先
株式会社インプレス メール窓口
report-info@impress.co.jp

件名に「ドローンビジネス調査報告書 2020【インフラ・設備点検編】」問い合わせ係」と明記してお送りください。

電話やFAX、郵便でのご質問にはお答えできません。返信までには、しばらくお時間をいただく場合があります。なお、本書の範囲を超える質問にはお答えしかねますので、あらかじめご了承ください。

- 商品のご購入についてのお問い合わせ先
株式会社インプレス
〒101-0051 東京都千代田区神田神保町1丁目105番地
TEL 03-6837-4635
FAX 03-6837-4649
houjin-sales@impress.co.jp

造本には万全を期しておりますが、万一、落丁・乱丁およびCD-ROMの不良がございましたら、送料小社負担にてお取り替えいたします。「株式会社インプレス」までご返送ください。

ドローンビジネス調査報告書 2020 【インフラ・設備点検編】

2019年9月21日 初版発行

著・編 インプレス総合研究所
発行人 小川 亨
編集人 中村 照明
発行所 株式会社インプレス
〒101-0051 東京都千代田区神田神保町1丁目105番地
<https://www.impress.co.jp/>

本書は著作権法上の保護を受けています。本書の一部あるいは全部について株式会社インプレスから文書による許諾を得ずに、いかなる方法においても無断で複写、複製することは禁じられています。