



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

農学分野での画像解析や機械学習の応用に関する事例紹介

2022/2/22 ソフトウェアを活用した
新しい数理科学教育シンポジウム

板倉健太

東京大学大学院農学生命科学研究科 博士課程3年
学術振興会特別研究員(DC1)

背景：樹木のモニタリングについて

- 樹木の位置や構造：森林や都市環境などの評価にて重要
(Morgenroth and Gomez, 2014)
- 海外の例：シンガポール
 - 多くの人手により、樹木がよく管理されている
 - 景観管理や環境保全、将来予測のために、人手により、樹木の位置や寸法、樹種、バイオマスなどを管理



<https://www.channelnewsasia.com/news/singapore/new-technology-driving-traffic-singapore-roads-11688500>

- **高コスト・多大な労力・低い精度などの問題**



層別刈り取り

<http://nonbiryatere.blog73.fc2.com/blog-entry-284.html?sp>



毎木調査

<http://ishi-mori.com/kanbatu/>



衛星リモートセンシング

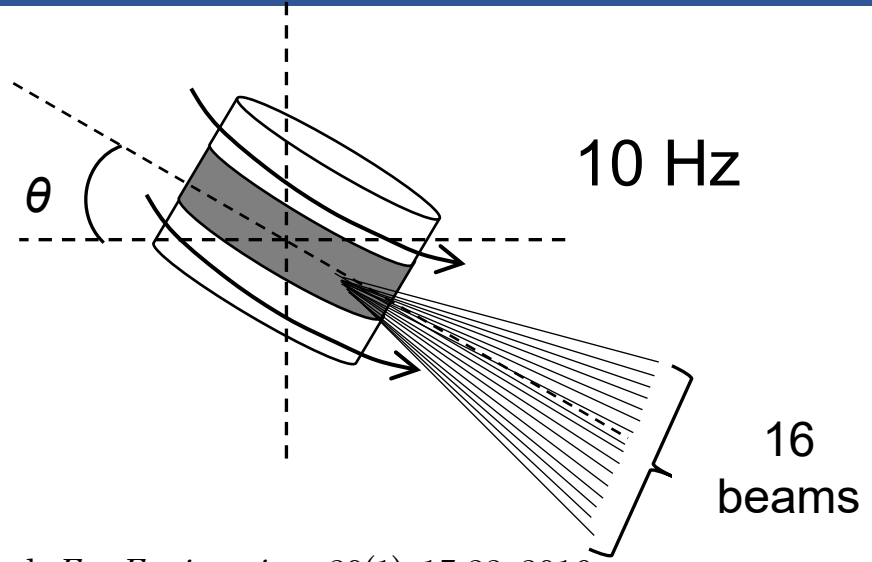
NASDA HPより



3Dスキャナー (LiDAR)

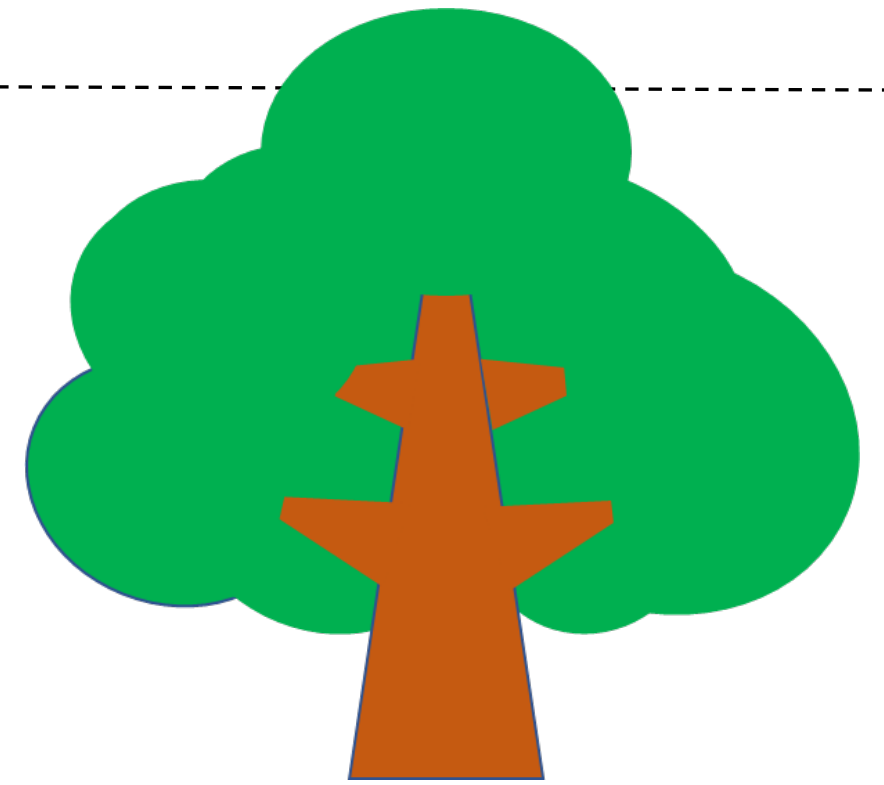
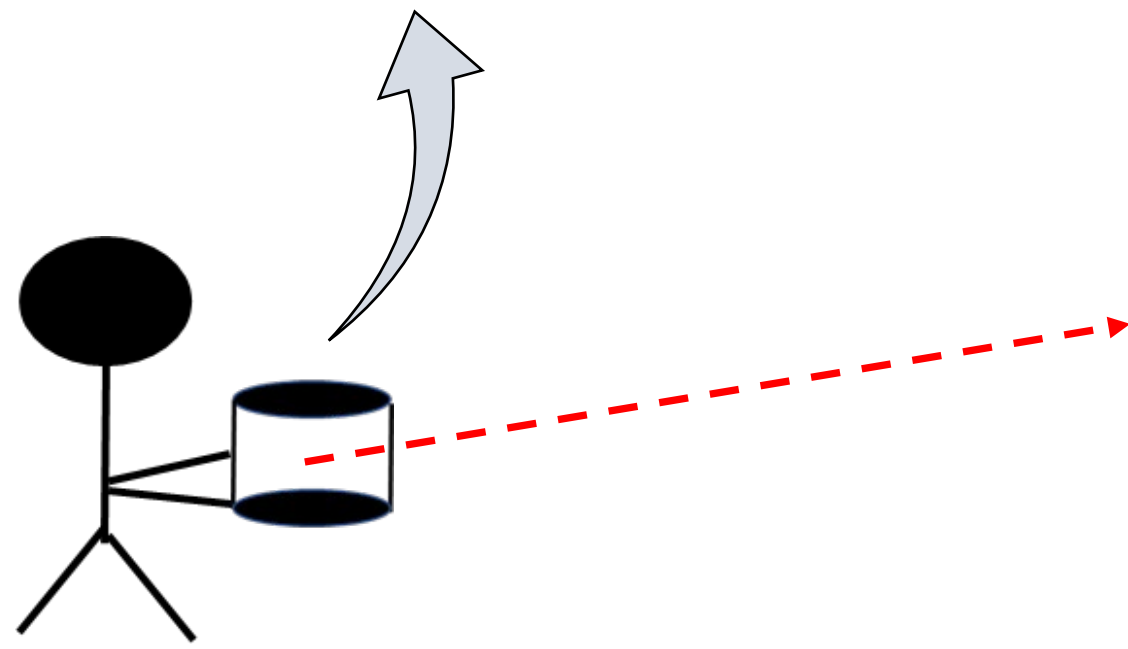
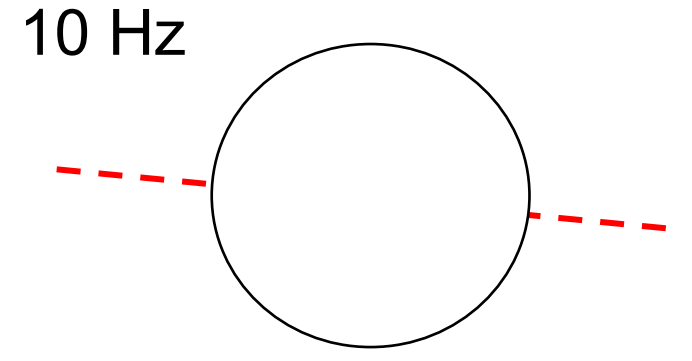
株式会社アルゴ <https://www.argocorp.com/cam/special/Velodyne/principle.html>

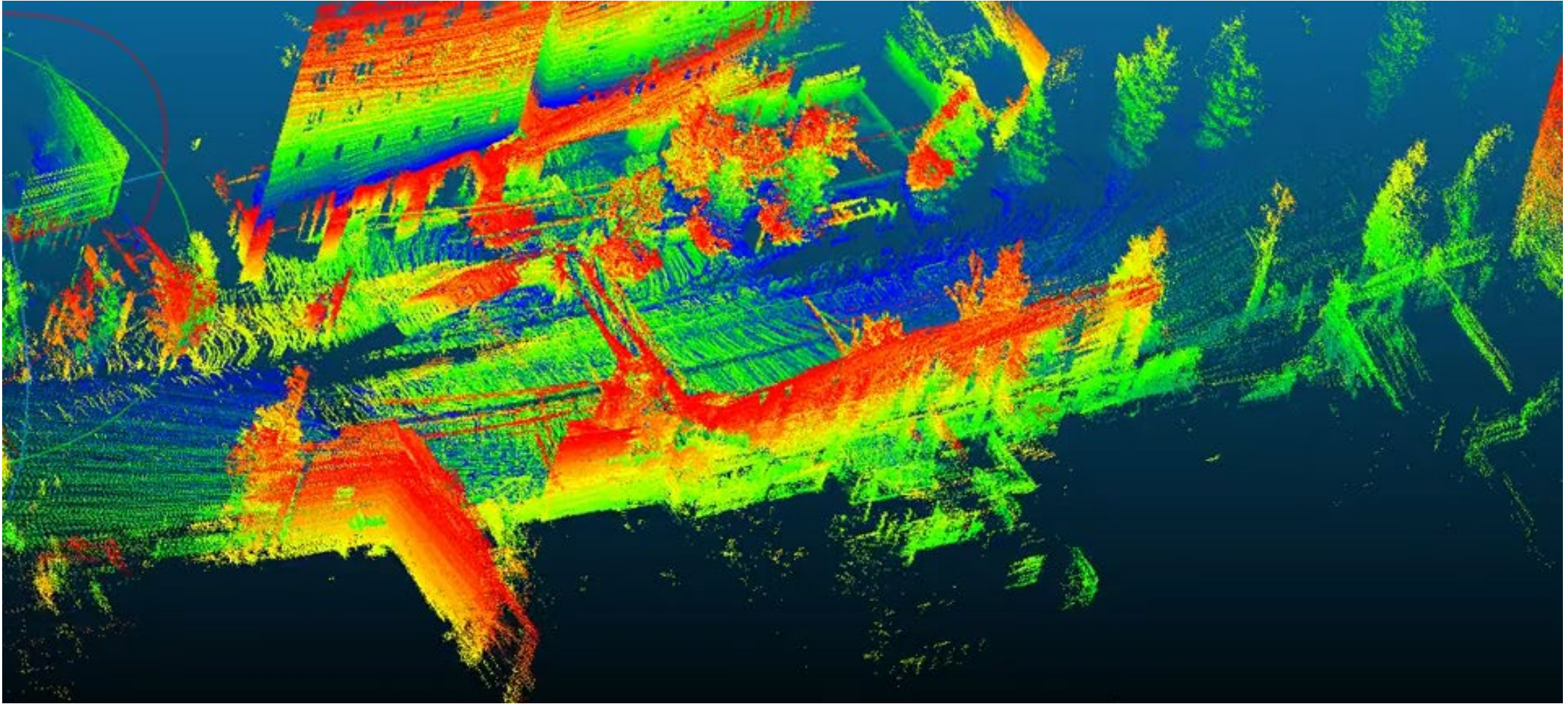
横から見た図



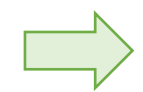
Pan et al, *Eco-Engineering*, 29(1), 17-22, 2016

上から見た図





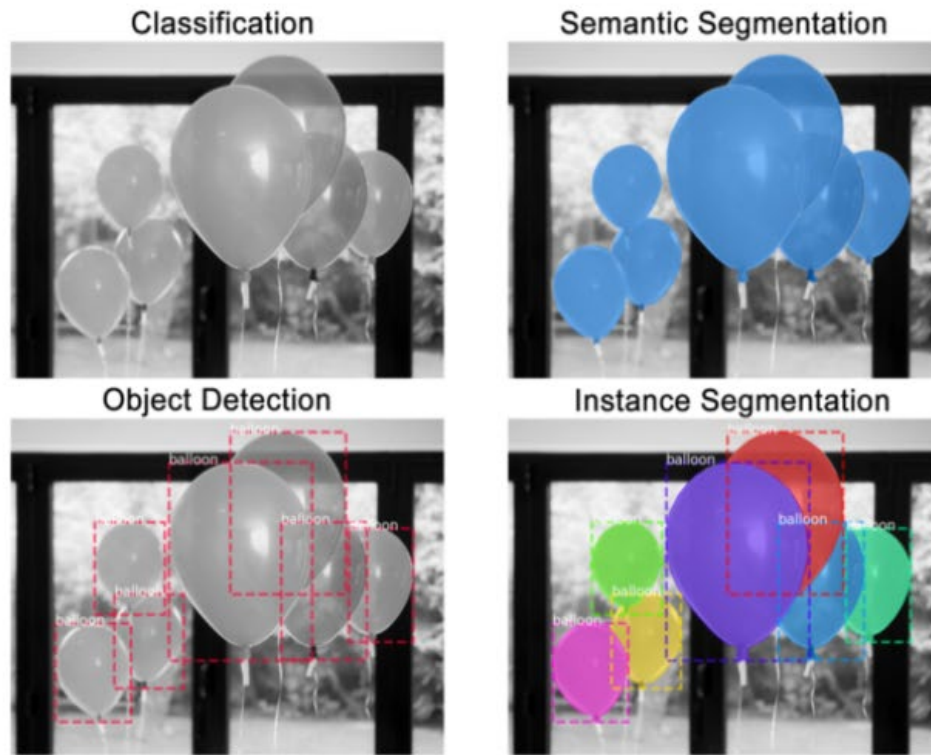
➤ 位置、幹直径、高さ、葉の角度等を精度よく推定可能



課題：樹木を自動認識し、全自動で解析

What is Instance Segmentation?

Instance segmentation is the task of identifying object outlines at the pixel level. Compared to similar computer vision tasks, it's one of the hardest possible vision tasks. Consider the following asks:



- **Classification:** There is a balloon in this image.
- **Semantic Segmentation:** These are all the balloon pixels.
- **Object Detection:** There are 7 balloons in this image at these locations. We're starting to account for objects that overlap.
- **Instance Segmentation:** There are 7 balloons at these locations, and these are the pixels that belong to each one.

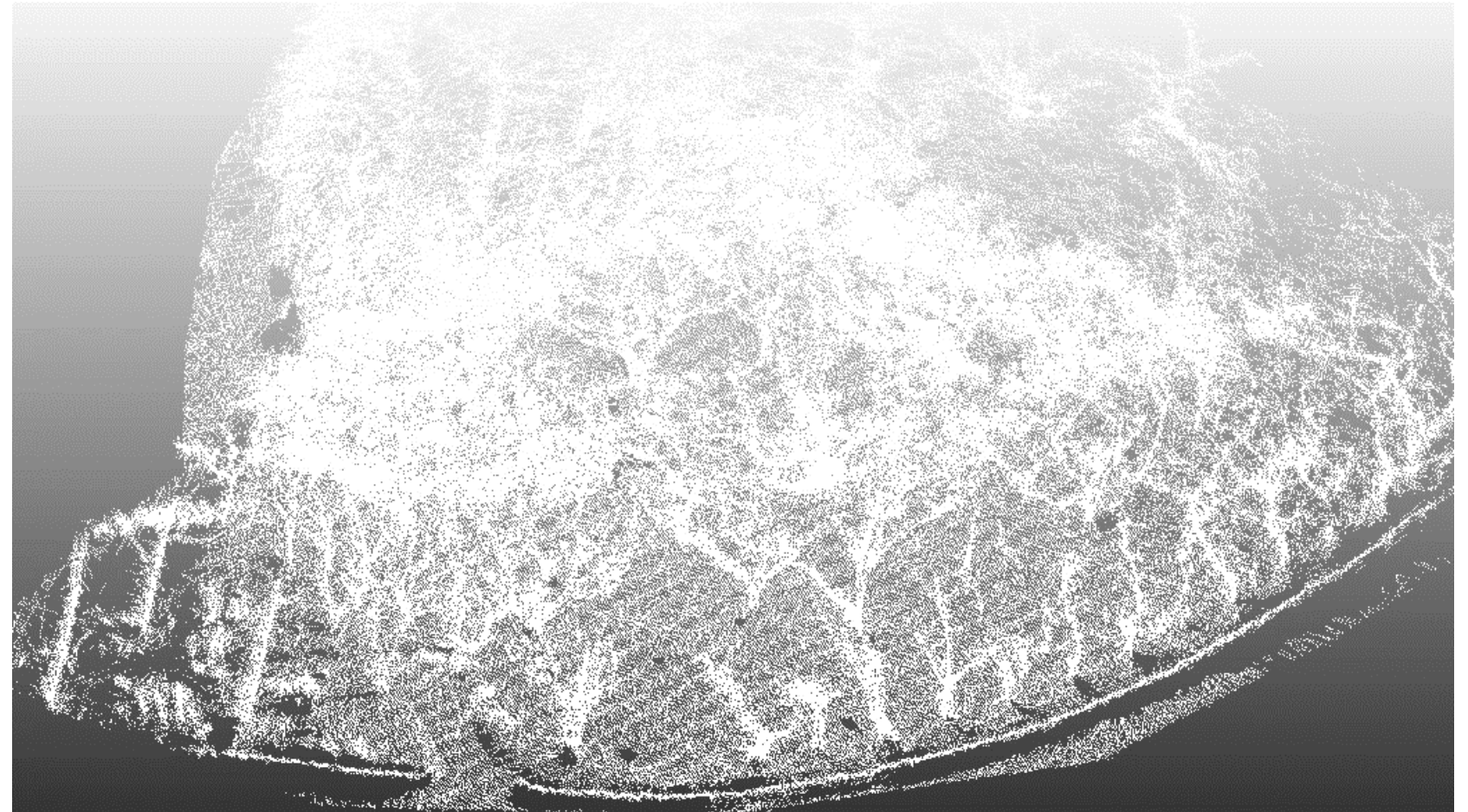
出展: Waleed Abdulla
 Splash of Color: Instance Segmentation with Mask R-CNN and TensorFlow
 URL :
<https://engineering.matterport.com/splash-of-color-instance-segmentation-with-mask-r-cnn-and-tensorflow-7c761e238b46>

→ 3D(点群)を対象にしたInstance Segmentationは、より難しい

- 植生を対象として、手持ちのLiDARにより点群を取得した例
- 一点に設置するタイプや、自動車に搭載するタイプなどLiDARの種類もさまざま存在
- 特に植生の点群は目で見ても物体を認識しづらい



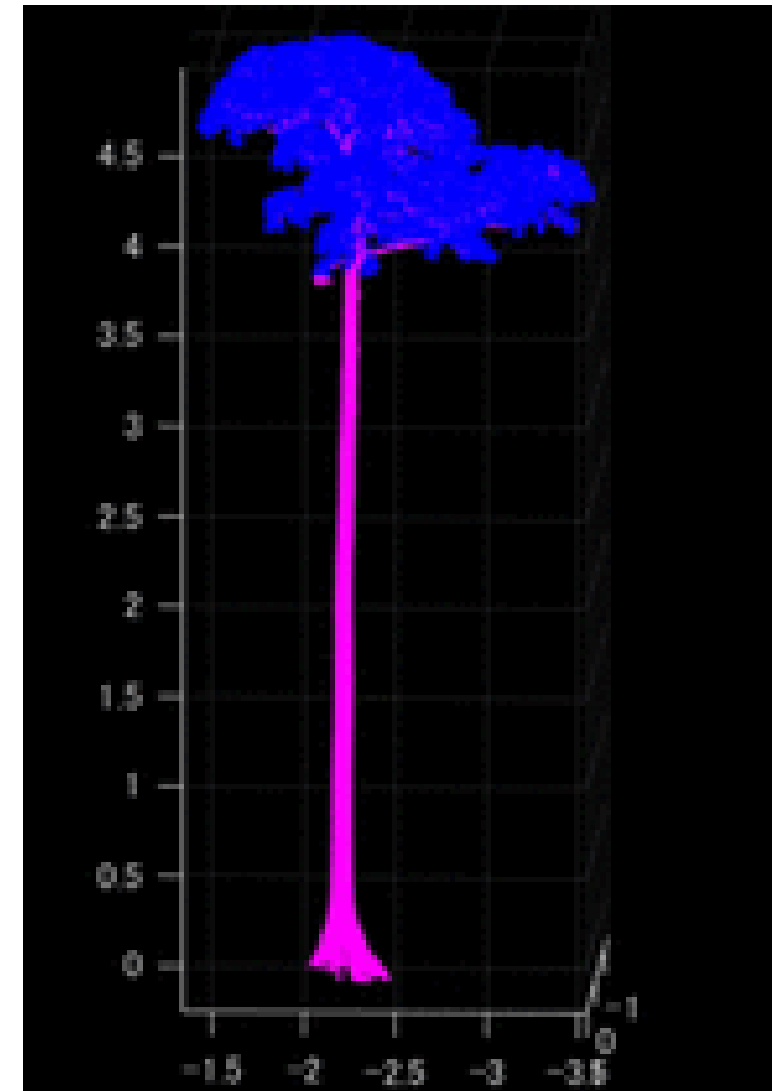
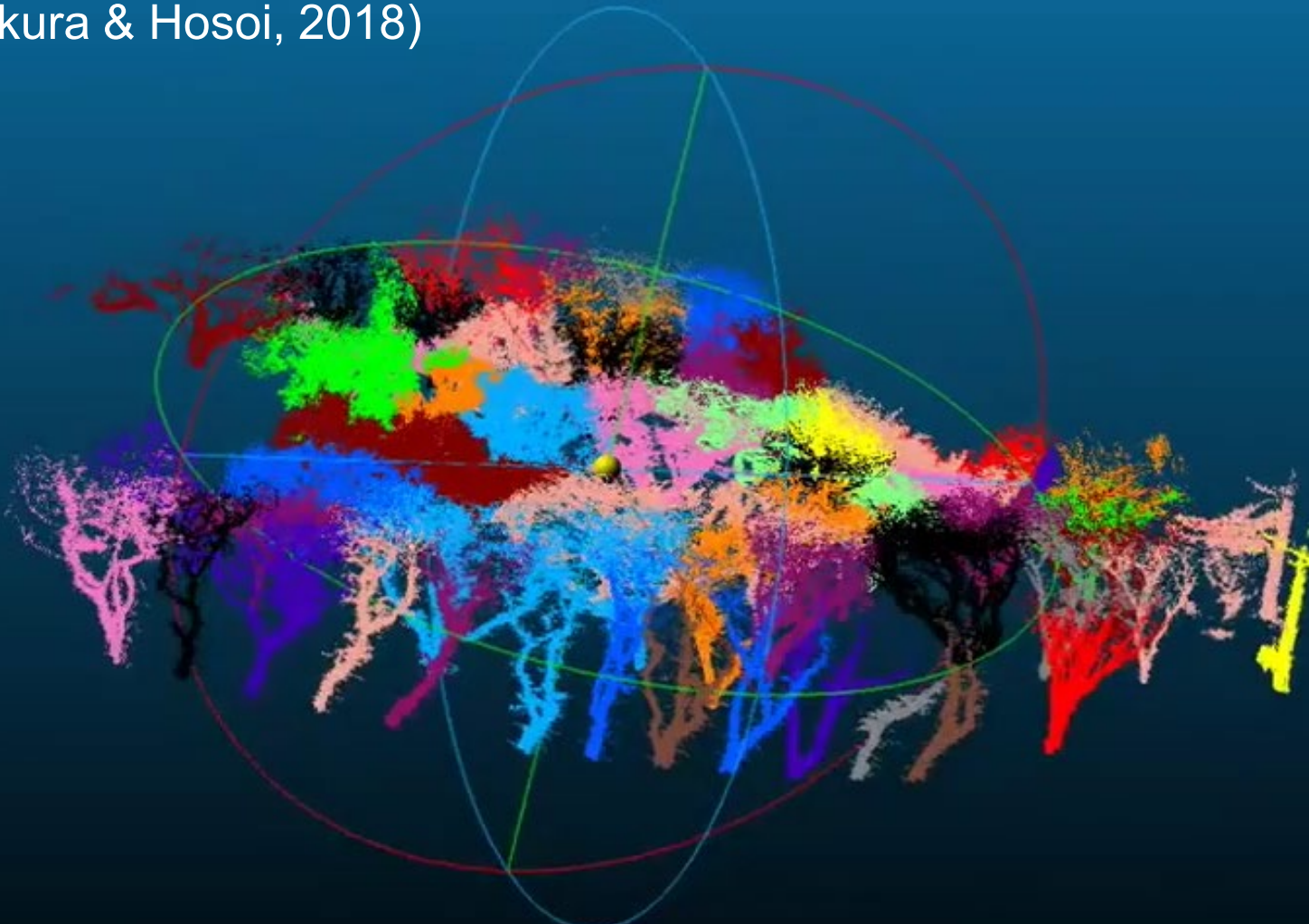
Velodyne VLP-16



研究内容の例：樹木のLiDARデータの解析

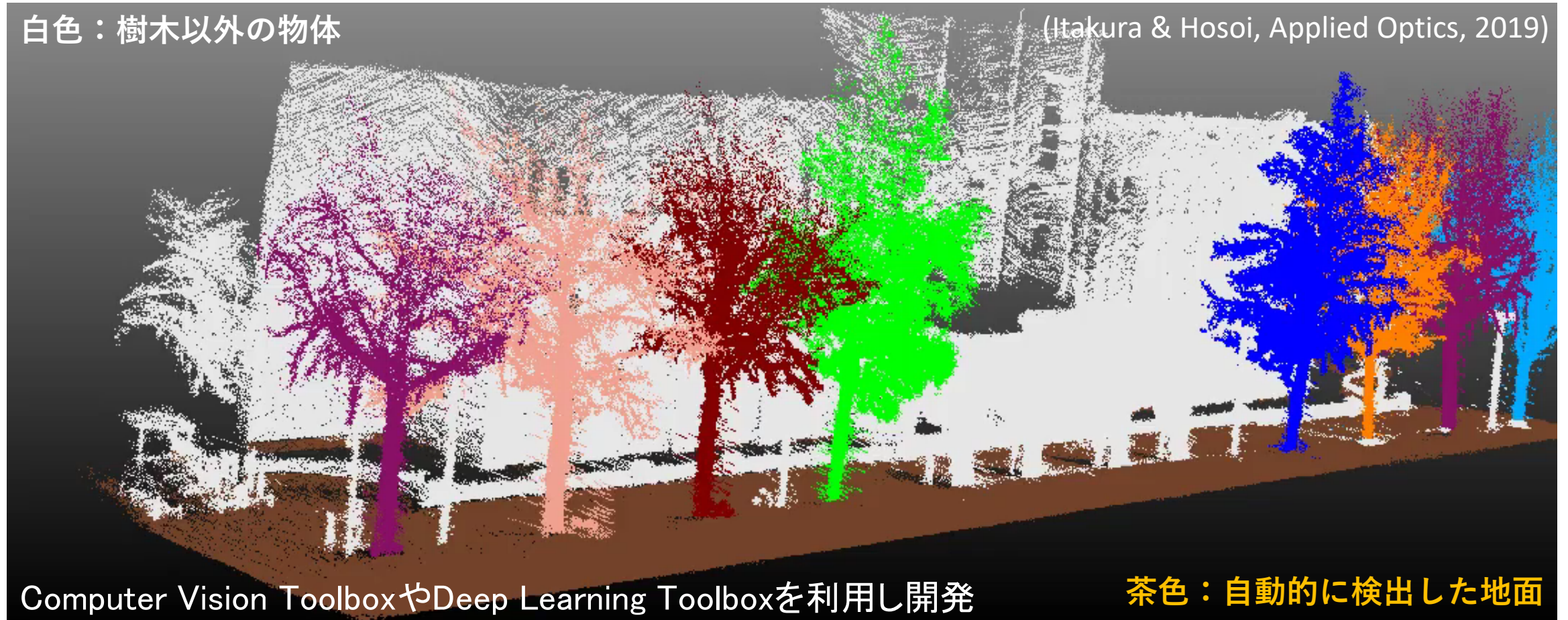
- 森林の樹木のカウント & 幹直径や樹高の算出
- **枝と葉の自動分離**により材木としての価値評価にもつなげる

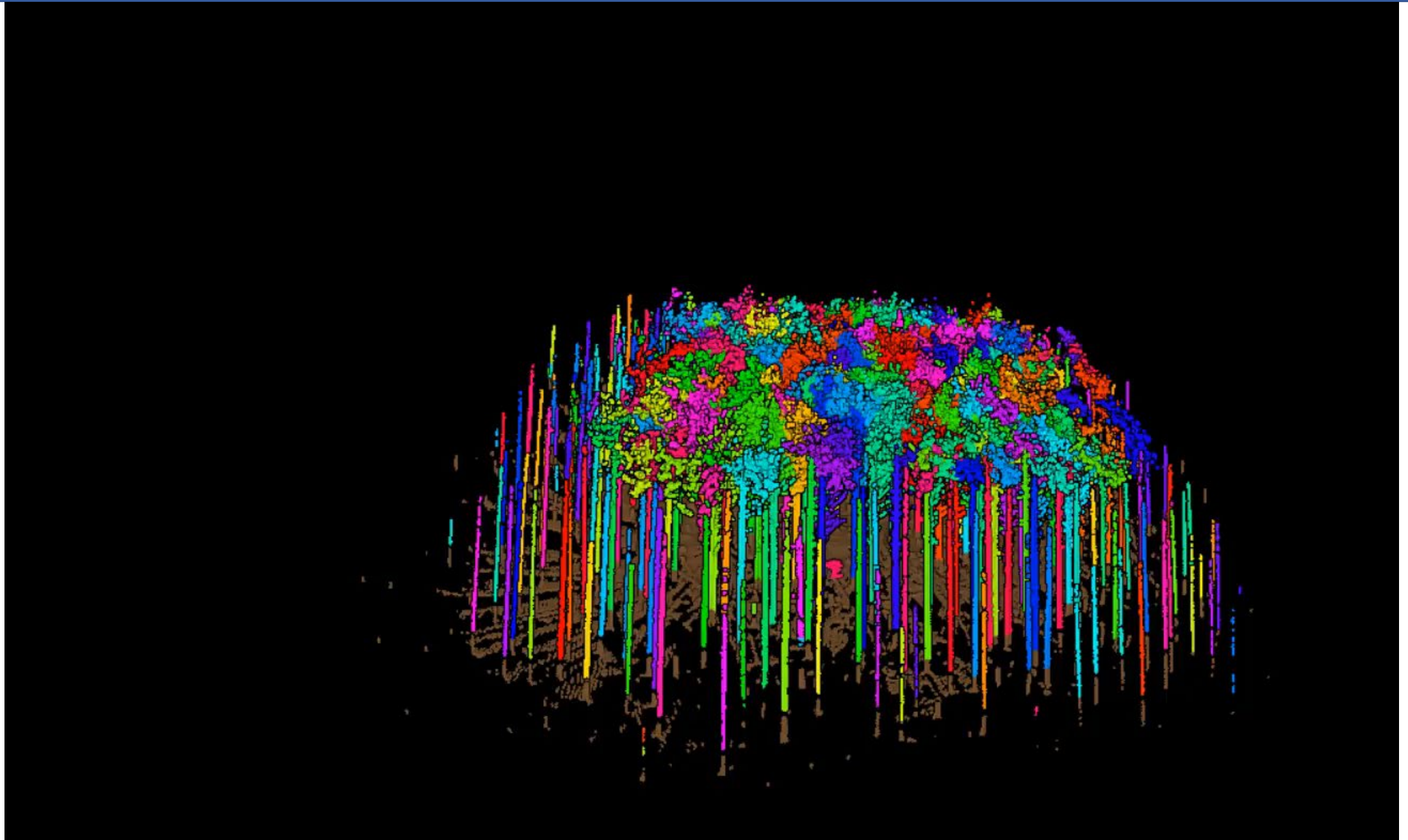
(Itakura & Hosoi, 2018)

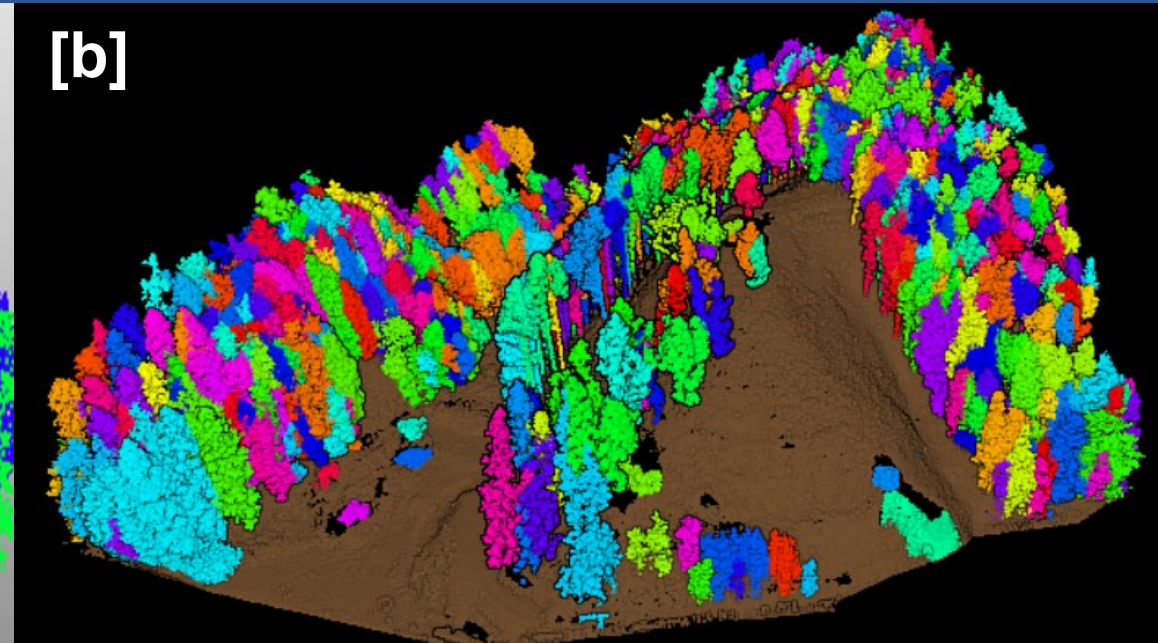
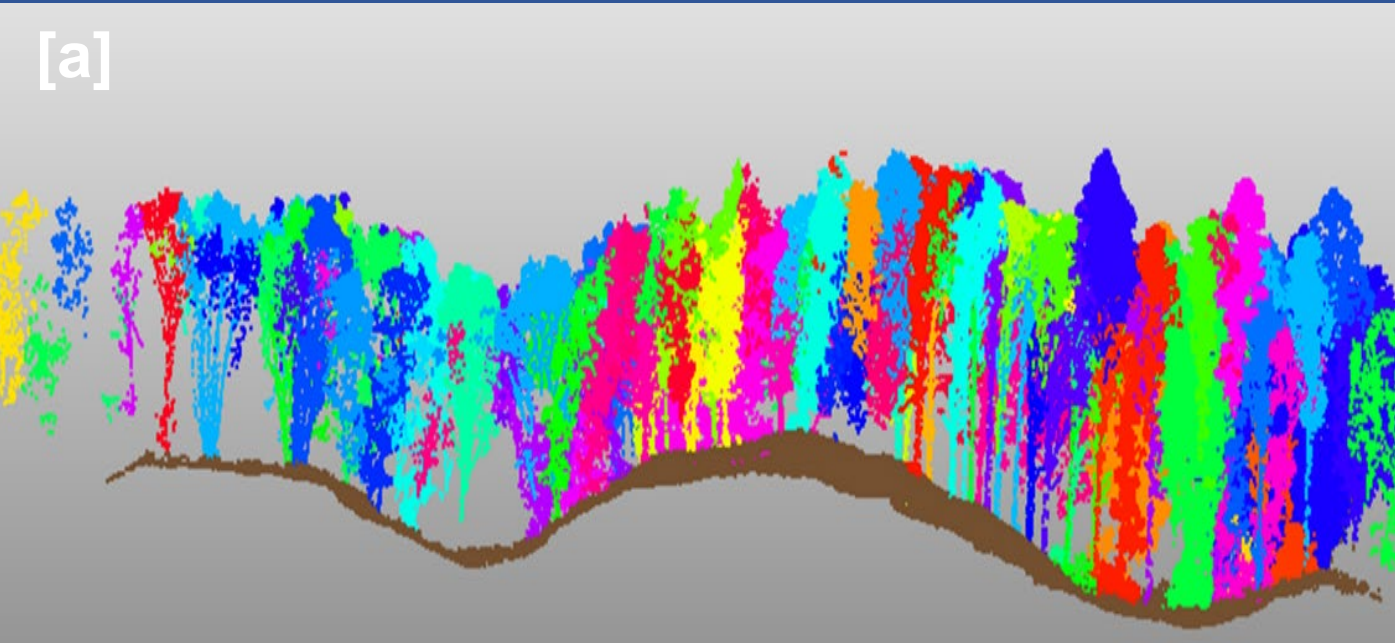


▶ 樹木のLiDARデータからの樹木の自動検出

- 都市部：スマートシティの実現に向け、**景観や成長モデリングのために活用**（シンガポール）
- ポールなどの樹木と似た構造をもつ物体も正しく「樹木でない」と自動認識



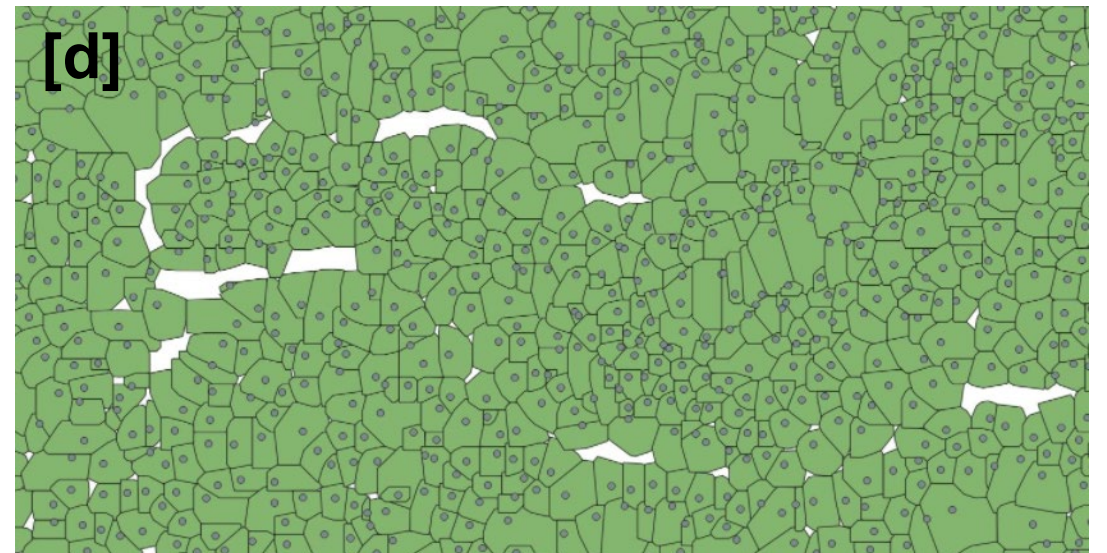




[c]

	A	B	C	D	E	F
1	Tree ID	X	Y	Z	TreeHeight	CanopyArea
2	1	61170.27	83692.27	472.133	4	50.1
3	2	61171.6	83684.98	474.352	3.3	19.2
4	3	61168.14	83682.68	474.892	1.8	0.4
5	4	61173.05	83688.09	473.575	3.6	15.2
6	5	61172.12	83698.47	471.068	4	26.5
7	6	61172.11	83654.89	469.721	5.2	8.5
8	7	61175.06	83705.49	467.59	2.7	15
9	8	61178.09	83676.71	471.965	6.2	65.1
10	9	61174.35	83651.09	469.468	4.5	10.7
11	10	61176.89	83694.65	471.893	4.8	53.6
12	11	61180.62	83684.08	471.085	7.8	160.2
13	12	61177.27	83708.28	467.906	2.5	3.6
14	13	61182.28	83663.53	472.1	6.9	8.2
15	14	61179.69	83660.04	469.213	5.6	0.1

自動認識した樹木の情報(高さ、幹直径など)を含む台帳を生成



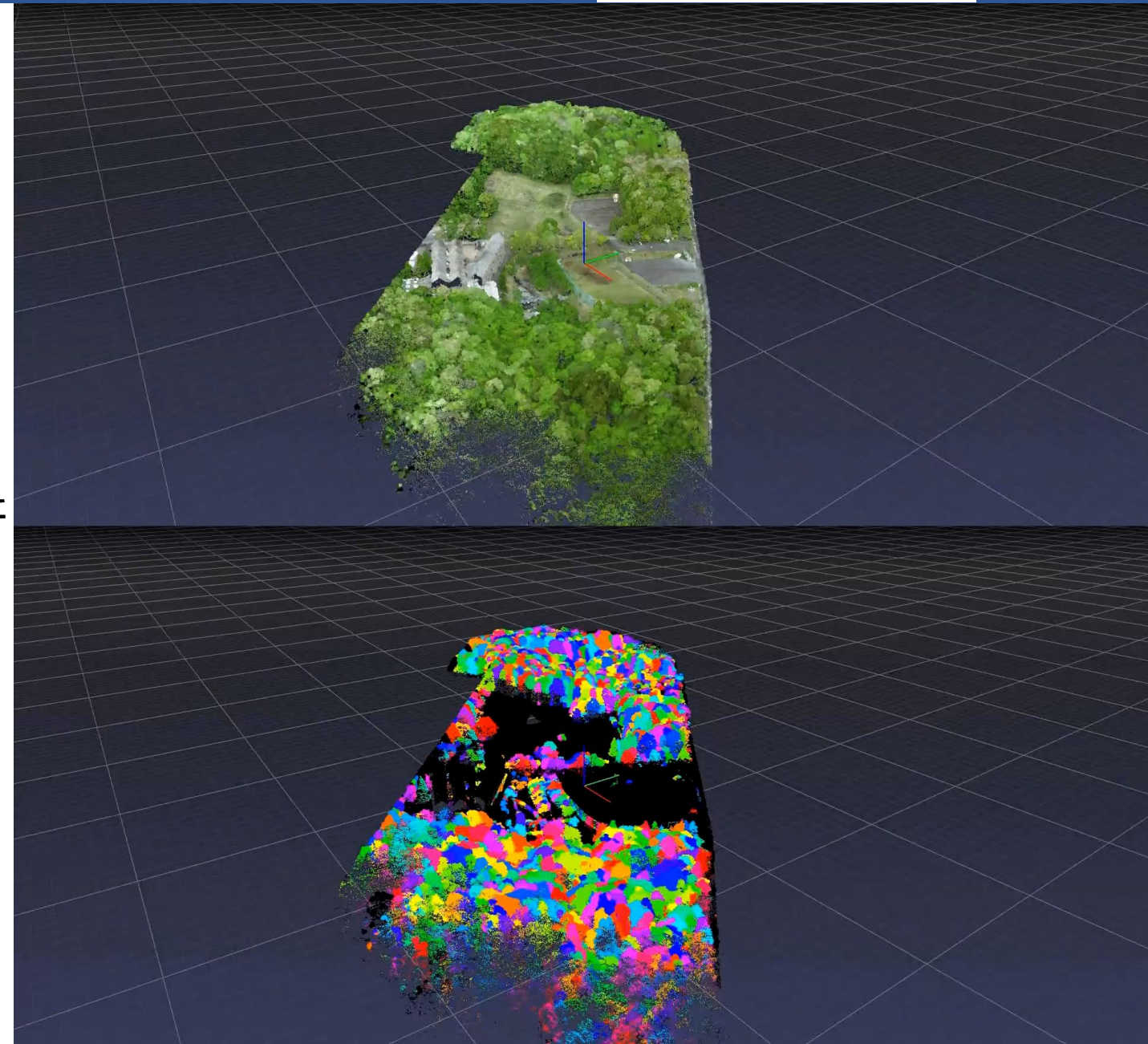
認識した樹木の地理情報をGISソフトにエクスポート (Mapping Toolboxを利用)

- 地上からの計測に加え、
ドローン搭載型のLiDARから計測可能
- 右図:DJI ZENMUSE L1を用いて計測
- より**広域な範囲**を精度よく、
短時間に計測・解析可能

謝辞: 株式会社セキド様よりデータを取得いただきました



図出展: セキド HPより



■ カルマンフィルタを用いた物体追跡によりカウントを実現

- 不安定な光条件下でも適用可能

(Itakura et al., OSA Continuum, 2021)



- MATLABを用いることで画像 (2D) や点群 (3D)の情報を効果的に解析できた
- MATLABのセットアップ(環境構築)は非常に簡単で、コードも簡潔に記述可能
- ➡ **自分のメインの開発に集中**できる
(オリジナルの手法の開発、精度・計算速度アップのための細かなカスタマイズ)
- 大学院入学時の、プログラミング初心者の私でも入門しやすく、教育にも適した言語である
- 画像/点群(3D)のセグメンテーション・検出・深層学習に関することについて、興味のある方はぜひご連絡ください

メールアドレス: kentai@scanx.jp

- 本研究成果の社会実装に向け産学連携を進めています
 - LiDARの点群処理や樹木解析について: スキャンエックス株式会社

