

2020 年 6 月 2 日

OS0 広視野 ライダーセンサ ー：徹底解説



Tom Grey

広視野ライダーセンサーは、最新かつ最速で成長するライダー市場で注目されています。弊社では、広視野 OS0 に関して 18 か月以上前から取り組みを始めています。一流のグローバル自動車 OEM 企業と提携を持ち、自律走行車両、ロボット工学、地図作成など多くのタイプの顧客の具体的なニーズに応えることのできる製品の開発を目的としてきました。

弊社の提携企業および顧客と仕事を進めていくなかで、我々は、3 つの属性（広視野に加えて）を注目してきました。それらは、我々の顧客の適用先に対して、極めて重要となります。：オブジェクト検出に対する**高分解能**、近接領域での操縦に対する**最小距離（レンジ）0 センチメートル**、3D マッピングでの**高精度**です。

OS0 は、あらゆる特性を実現しました：90° 広角垂直視野、260 万ポイント/sec(MPS)の解像度、0 cm最小距離（レンジ）、ミリメートルレベルの精度です。高性能を求める AV、ロボット工学、マップ作成の顧客にとって、OS0 は目的にかなった選択すべき広視野センサーと言えます。



OS0 90° FoV（視野）の赤外線カメラ写真

広視野に加えて、OS0 は、80%の反射率のターゲットに対して 50m の距離（レンジ）を、10%の反射率のターゲットに対して 15m の距離（レンジ）という特徴を有します。距離（レンジ）は、広視野センサー市場の決定的な特性ではありませんが、OS0 の 50m という距離（レンジ）は、自律走行車両搭載の近距離センサーとして、あるいは、低速ロボットに搭載されるセンサーとして、実際に使用されるうえで決定的な選択肢（特性）と言えます。

本投稿では、我々は、これらのキーとなる重要な機能特性のそれぞれについて深く解説し、知覚、位置推定、マップ作成に携わる顧客にとってこれらが何を意味するかを解き明かして、OS0 が今日利用できる最高性能を有する広視野ライダーセンサーであることを、幾つかの例を挙げて実証していきたいと思います。

OS0：最高性能広視野ライダーセンサー

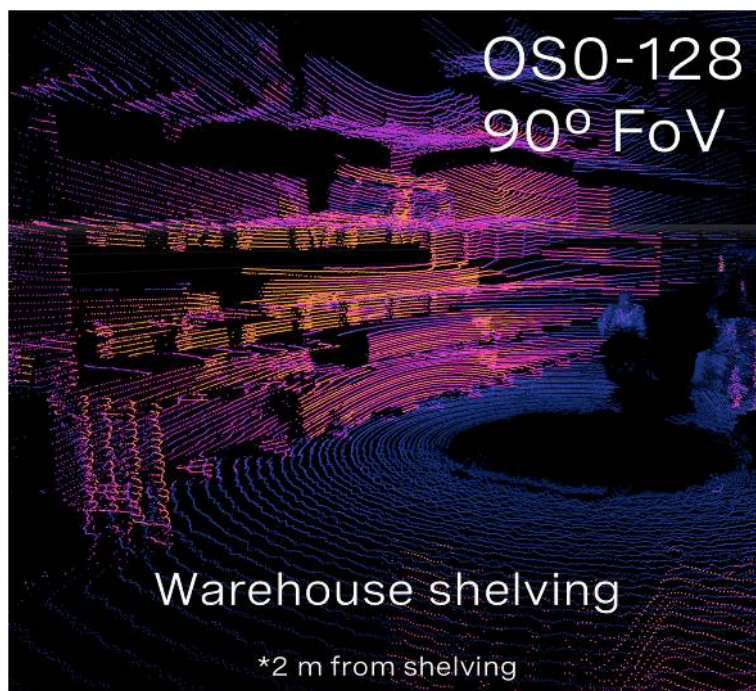
OS0 の4つのキーとなる機能とは：

1. 90° 広角垂直視野
2. 128 チャンネル解像度
3. 0 cm最小距離（レンジ）

4. ミリメートルレベルの精密性

90° 広角垂直視野

OS0 は、近接距離で、オブジェクトを分類する 90° 広角垂直視野を提供し、位置推定アルゴリズムの向上、室内 3D マッピングの高速化を実現します。



スタートラインで、レースの開始を持つ

ロボット工学の用途では、90° の視野は倉庫内の棚全体を視野に入れることが出来、更に、特異な特徴を捕捉して、位置推定の向上を実現することが出来ます。

こちらにある倉庫のフルスクリーンビデオをご覧ください。

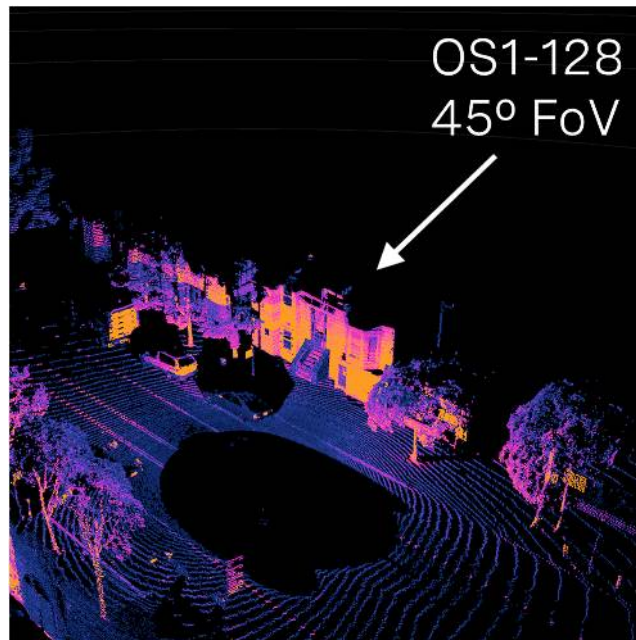


自律走行車両にとって、OS0 の広視野は、車両から 1 m の近接距離において、大人の頭からつま先までの全身をキャプチャすることが出来ます。適切に設置されれば、OS0 のセットは、車両の 4 つの側面の全てを可視性できます。これにより車両が、縁石やコーンと同様に、子供、小さなペットをモニターできるようになります。

このビデオをご覧になって、模擬自律走行タクシーがスーパーマーケットから乗客を歩道でピックアップする様子をご覧ください。



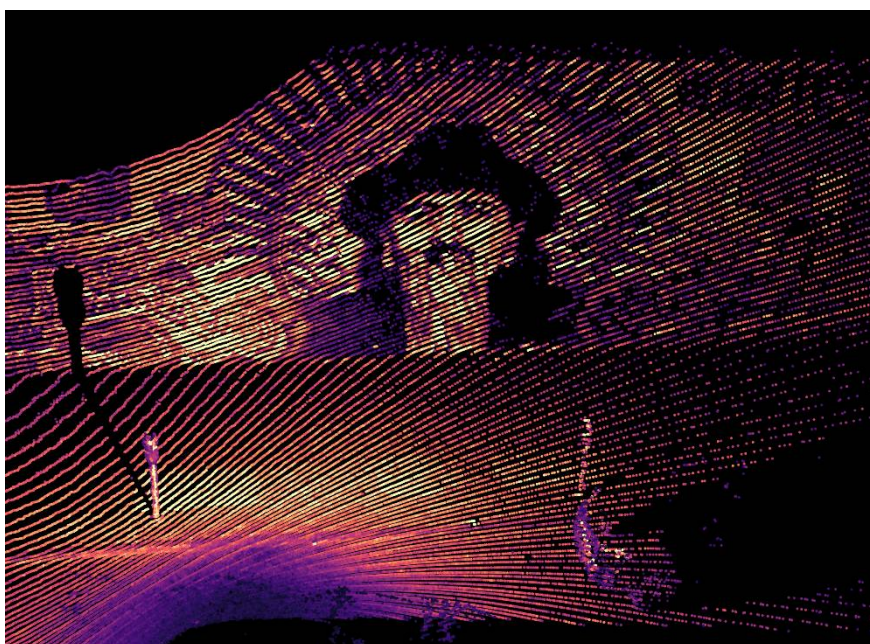
位置推定に関して具体的に言えば、OS0 は、通りに面する建物の 3 階の高さまでキャプチャすることが可能です。この可視性により、より独特な機能を位置推定アルゴリズムに提供し、位置推定の高速化、高精度化を強化します。



室内マッピングにおいては、OS0 の広角視野により、より少ない回転数あるいはスキンのパス数となり、より広い空間のカバーを実現できます。この広角視野カバーの分だけ、マッピングにかかる時間を削減し、同時に、3D マッピングに必要とされる高い正確性と高精度の両立を実現します。

128 チャンネルの解像度

Ouster の[デジタルライダー技術](#)は、フォームファクター、重量、消費電力を変えることなくセンサーの解像度を改善させることができます。弊社の第二世代センサーは、今年1月に発売されましたが、OS0、OS1、OS2 を 128 チャンネルの解像度に向上させ、しかも、第一世代の 64 チャンネルセンサーからフォームファクターを変えていません。



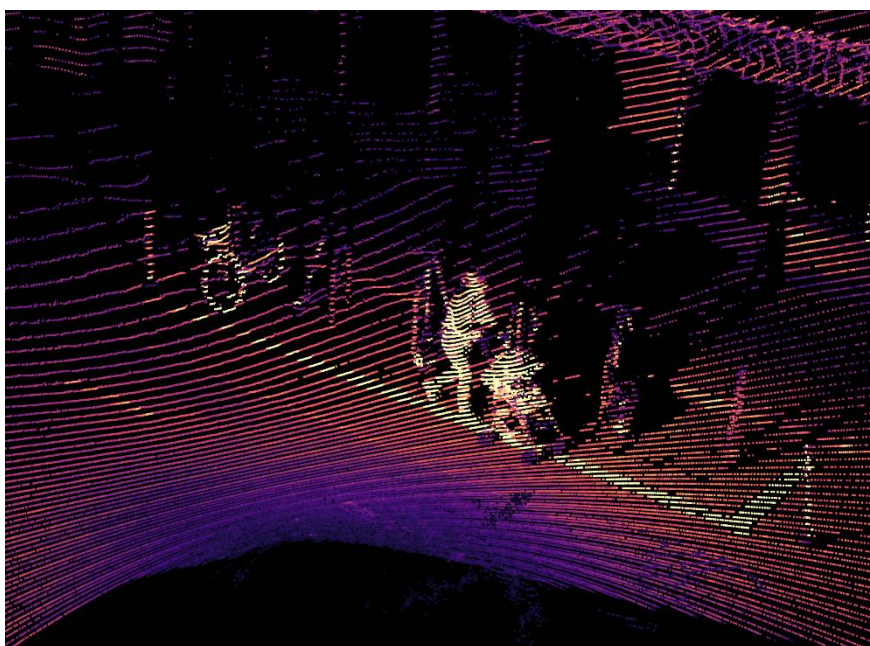
OS0-128 で撮影された Carlos Santana の壁画、サンフランシスコにて

[ここでいかに高い解像度で測定が行われたか、ウェビナーをご覧ください。](#)

より高い分解能は、単純な障害物から回避する技術から、オブジェクトの検出、分割、分類を行うセンサーとして、主流の使用法に移行するライダーにとって、最も意味のある一つの特性になります。デジタルライダーの高解像度という能力は、[Apple が新しい iPad Pro に、このテクノロジーの採用に導いた](#)多くの理由の内の一つです。

“2.6MPS（百万ポイント/秒）で OS0 は、他の入手可能な短距離（レンジ）センサーの5倍以上の解像度を有する”

広視野センサー市場では、現行の最新鋭アナログスピンセンサーが、垂直解像度 64 ビームにまで拡張される反面、新しい OS0 がこの標準を 128 垂直ビームへと倍増しました。垂直解像度を倍増すると同時に、アルゴリズムは、ずっと長い距離（レンジ）で、オブジェクトを分割し、分類する能力を持つようになり、センサー距離（レンジ）の全範囲において、より高い信頼性を獲得しました。2.6MPS（百万ポイント/秒）の OS0 は、他の入手可能な短距離（レンジ）センサーの5倍以上の解像度を有するのです。



OS0-128 で撮影された女性とベビーカー、サンフランシスコにて

このことをよく理解するため、以下の事柄を考えてみましょう。現行の標準検出のアルゴリズムは、人を精度よく分類するのにおよそ水平方向 4 ラインのデータが必要です。我々は、“有効距離（レンジ）”と呼ばれる概念を使用して、人を精度よく分類できる距離を記述します。64 チャンネルと 90° の垂直視野(FoV)では、センサーは 20m の有効距離（レンジ）です。OS0-128 のより高い分解能では、有効距離（レンジ）は、50%長くなり、30m となります。これをイラスト化したものが以下のグラフになります。



歩行者の有効距離（レンジ）：OS0-32：10m、OS0-64：20m、OS0-128：30m

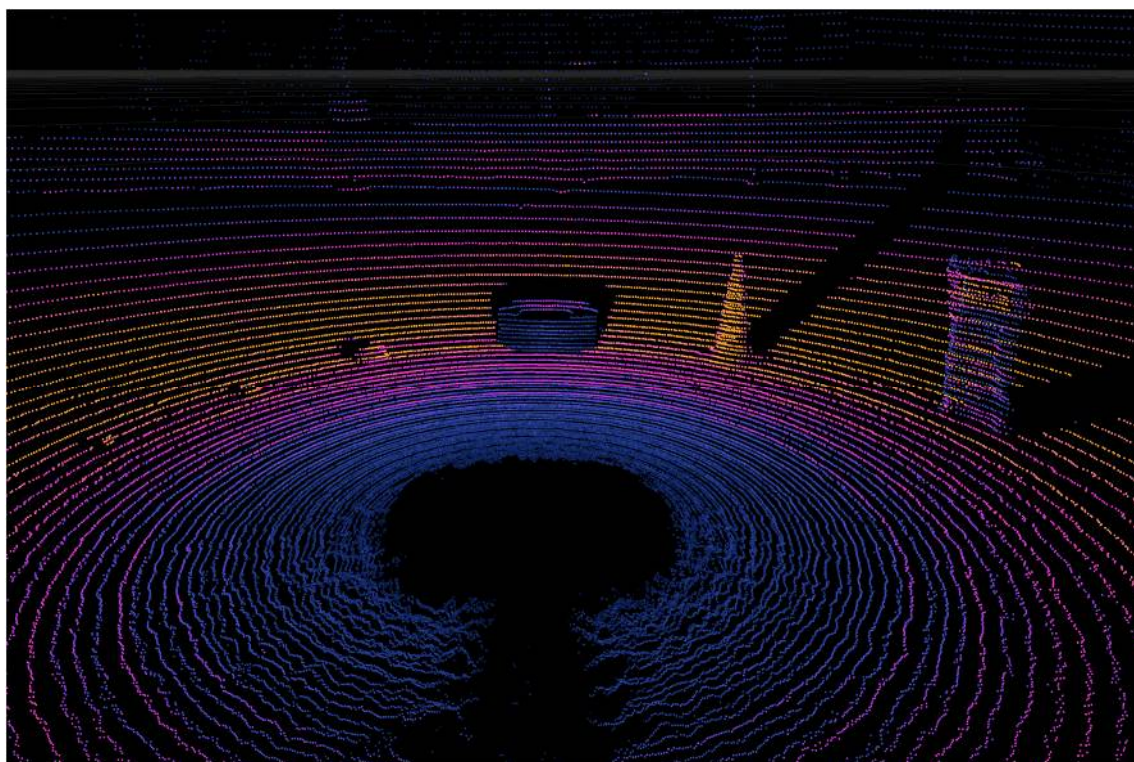
実世界の例としては、時速 40km（～25mph）で走行する自律走行定期往復バスを想像してください。このシャトルは、毎秒約 10m で移動しており、その速度では、制動距離は

約 15m になります。これはどういうことかと申しますと、64 チャンネルセンサーを用いると、自律走行シャトルは、歩行者を特定して、ブレーキをかけ始めるのに、0.5 秒の時間的余裕を持つことになります（20m の有効距離（レンジ）=5m で検出特定、15m でブレーキ）。

最後に、OS0-128 の高解像度によれば、ずっと小さなオブジェクトをセンサーで捕捉することが出来ます。下の画像では、オブジェクトの距離（レンジ）を見ることが出来ます。左から右に、テニスボール、小さなコーン、アメリカンフットボール、タイヤ、コーン、ごみ箱が並んでいます。センサーは、2メートルの距離においても、テニスボールを明確に選択することが出来ます。

0 センチメートル最小距離（レンジ）

OS0 には近接領域検出用に 0 cm の最小距離（レンジ）という特性を持ちます。OS0 は、この機能を以下のように達成しています。：センサーまでの距離が 25 cm のオブジェクト全ての点群データを受け、センサーから 25 cm 以内に関しては、OS0 はオブジェクトが 25 cm より近接していることを示すフラグを返します（フラグは点群中には、視覚的に表示されることはありません）。



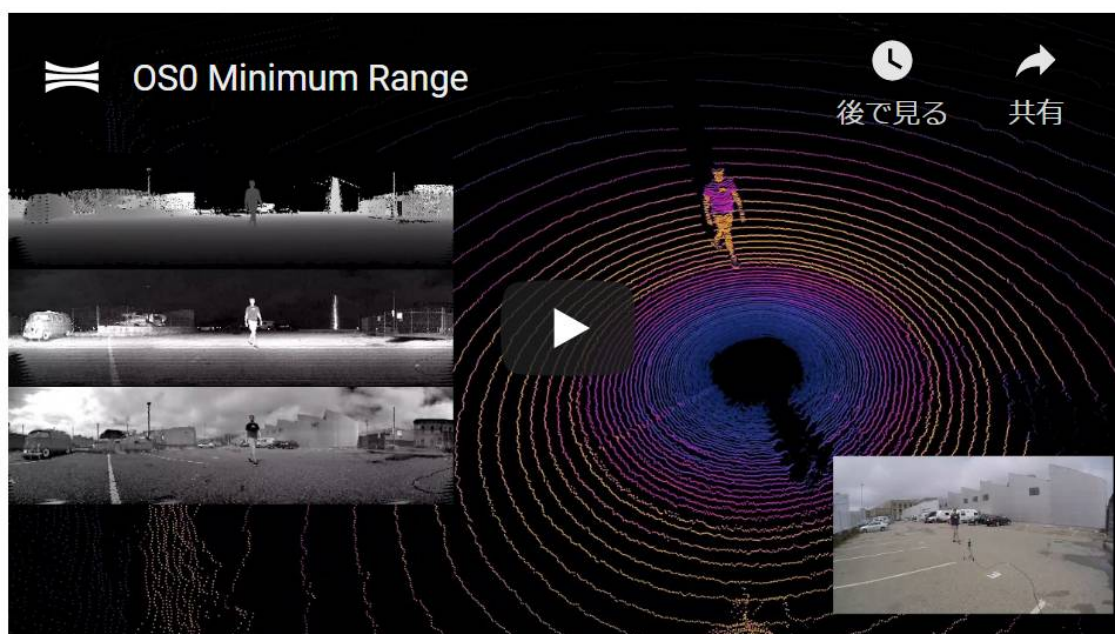
OS0-128 により撮影された 2m の距離にあるオブジェクト、左から右に：テニスボール、小さなコーン、アメリカンフットボール、タイヤ、大きなコーン、ごみ箱

我々は、OS0 を空の駐車場の駐車区画内に持ち込み、これが何を意味するかの視覚的な実

証を行いました。以下のビデオでは、OS0 は 25 cmの最小距離まで、そして、40 cmの距離でさえも、センサーは明確に、開いた掌の指の間隙間をとらえることが出来ました。この近接距離での高分解能で、OS0 は倉庫内、あるいは、路上の小さなオブジェクトを特定することが可能になります。

なお、センサーから 25m 以内のオブジェクトに対するピクセルごとのフラグは、以下の点群の可視化ビデオには表示されませんが、センサーデータストリーミングで送信されます。

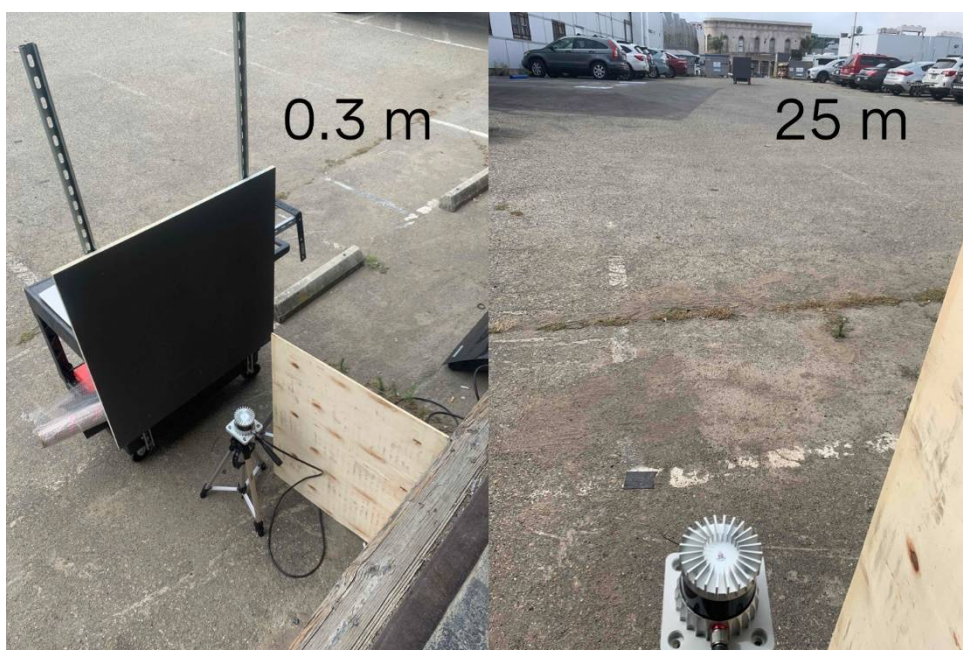
ここでビデオをご覧ください。:



ミリメートルレベルの精密性

弊社の全センサーは、[バッテリー試験を通過](#)しております。距離（レンジ）および精密性試験も同時に実施し、全てのセンサーが公表されている使用を満たすことを確保しております。ライダーセンサーの精密性は、センサーの距離（レンジ）により変わり、[このことについて近日中にウェビナーにて詳細をご説明しようと考えております](#)。

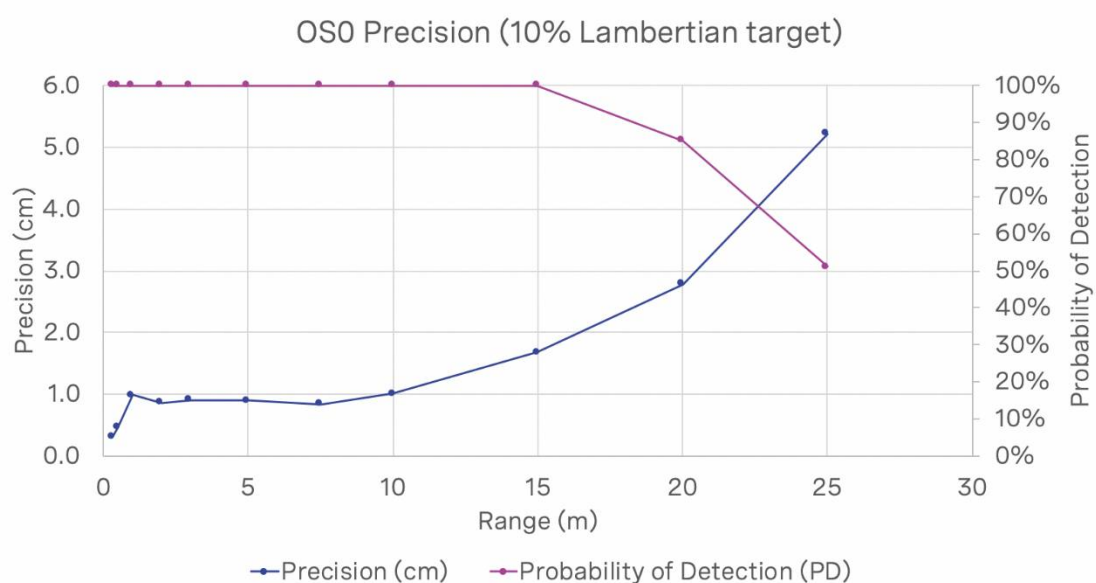
端的に言えば、センサーは、ナイキのスワッシュのような特性曲線に従うのです。センサーの最小距離近傍の精密性は、若干悪化しますが、これは、自分の鼻先のオブジェクトを自分の顔から離すまでぼやけて見えることと同様の効果によるものです。ターゲットが最小距離（レンジ）から遠ざかるにつれて、精密性はある程度まで改善され、そして、再度、センサーの最大距離（レンジ）まで、徐々に、減少していきます。



OSO の距離（レンジ）および精密性試験

我々は、ここで、OSO の精密性を、25m の距離（レンジ）における 10% のターゲットに関して実証しました。以下の表に示すように、センサーは、 < 1 m の距離（レンジ）において、 ± 0.5 cm の精度を達成し、そして、1 m の距離（レンジ）では、 ± 1.0 cm まで精度の低下が認められました。ターゲットがセンサーから 1 m 以上離れると、精密性は、1–10 m の距離（レンジ）範囲では、 ± 0.9 cm まで改善し、10 m を超えると、精密性は幾何学的に悪化し、25 m の距離（レンジ）範囲で最大 5 cm となります。

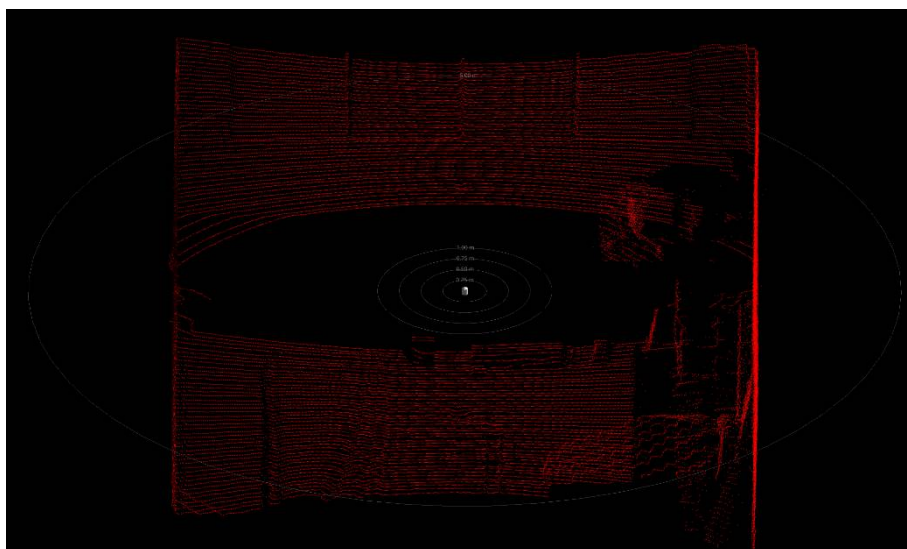
10% 反射率のターゲットの OSO の精密性は、：



OSO		
Range (m)	Precision (cm)	Probability of Detection (PD)
0.3	0.3	100%
0.5	0.5	100%
1	1.0	100%
2	0.9	100%
3	0.9	100%
5	0.9	100%
7.5	0.8	100%
10	1.0	100%
15	1.7	100%
20	2.8	85%
25	5.2	51%

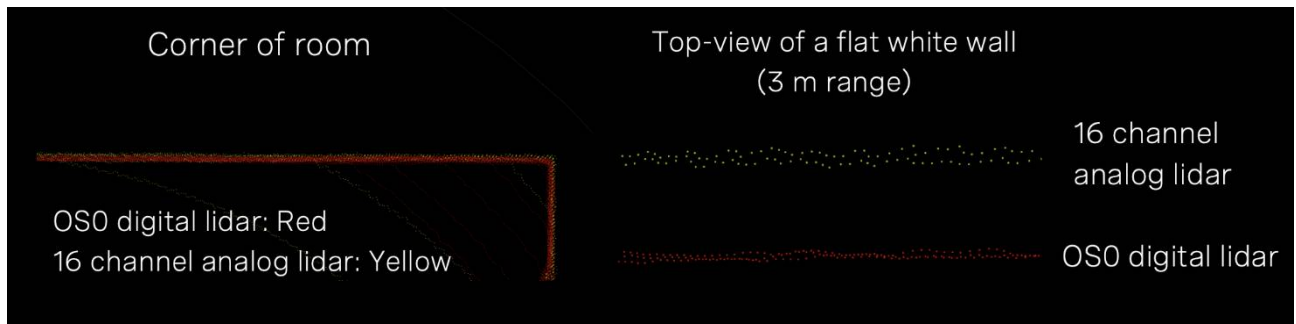
このミリメートルレベルの精密性は、今日の市場では得られる最高レベルのもので、OSOをインドアマッピングに最適なセンサーと位置づけるものです。

より実際的な実証試験として、弊社センサーを“Four Walls Test（4つの壁の試験）”と呼ばれる試験を実施しています。この試験では、センサーを部屋の中央に置き、他のセンサーとの間の壁の厚さを定量的に比較しました。センサーが精密になるほど、壁は、薄く見えることとなります。



上図は OSO で撮影された部屋で、天井や床の線は取り除かれて壁はより分かりやすくなっています

また、線形性やあらゆる歪み、壁の“曲がり”も試験されました。下図では、市場で有数の中距離 16 チャンネルアナログセンサーに較べても、OS0 により撮影された壁がより薄いプロファイル（面）を有することが確認できると思います。



是非 OS0 をご自身の目でご覧ください

広い垂直視野、128 チャンネルの解像度、0 cm 最小距離（レンジ）、ミリメートルレベルの精密性を持って、OS0 は、市販の最も高機能な近距離（レンジ）センサーといっても間違いのないと思います。その高性能に加えて、このセンサーの小さなフォームファクターと 445g の軽量性は、シームレスに自律走行車両、倉庫用ロボット、室内マッピング用リグに統合することが容易です。OS0 について、入手可能なほとんど全ての設定をより深く掘り下げるには、以下のサンプルデータと一連のビデオをご覧ください。

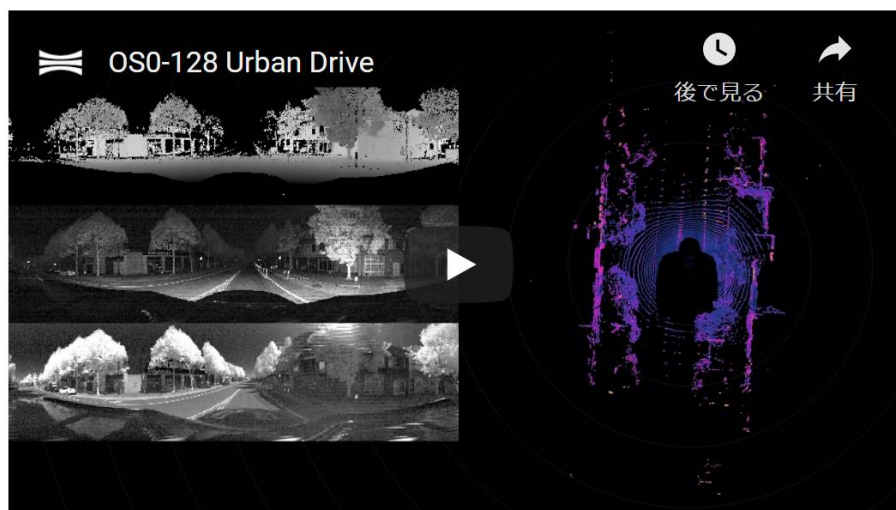
[OS0 サンプルデータのインストールはこちらをクリックしてください。](#)

設定：OS0-128、OS0-64 Uniform、OS0-64 Gradient、OS0-32 Uniform、OS0-32 Gradient

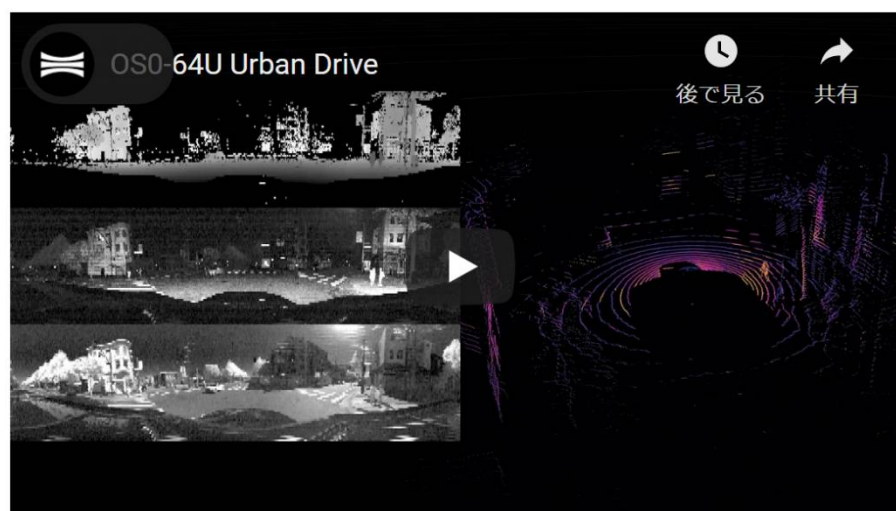
[弊社チームのエキスパートにご連絡いただければ、詳細情報および OS0 を手に取ることができます！](#)

これらの設定のビデオはこちらです。：

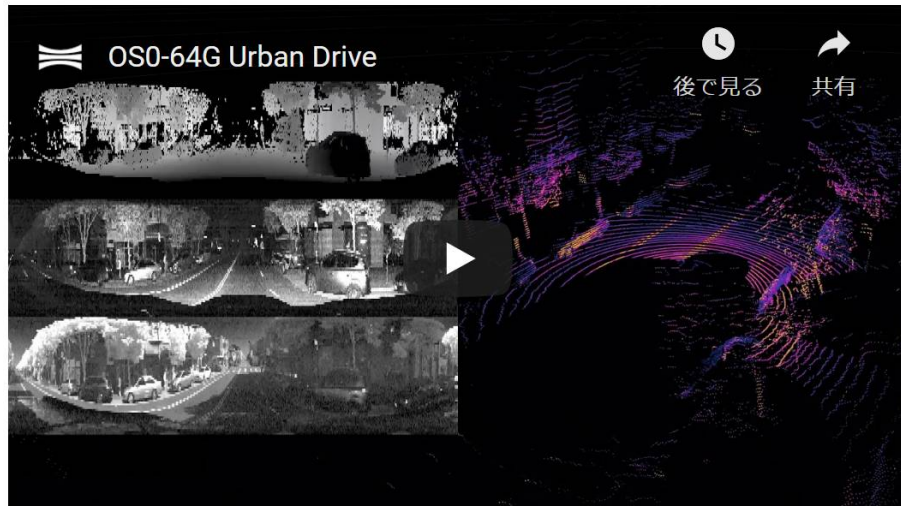
OS0-128



OS0-64 Uniform



OS0-64 Gradient



OS0-32 Uniform



OS0-32 Gradient

