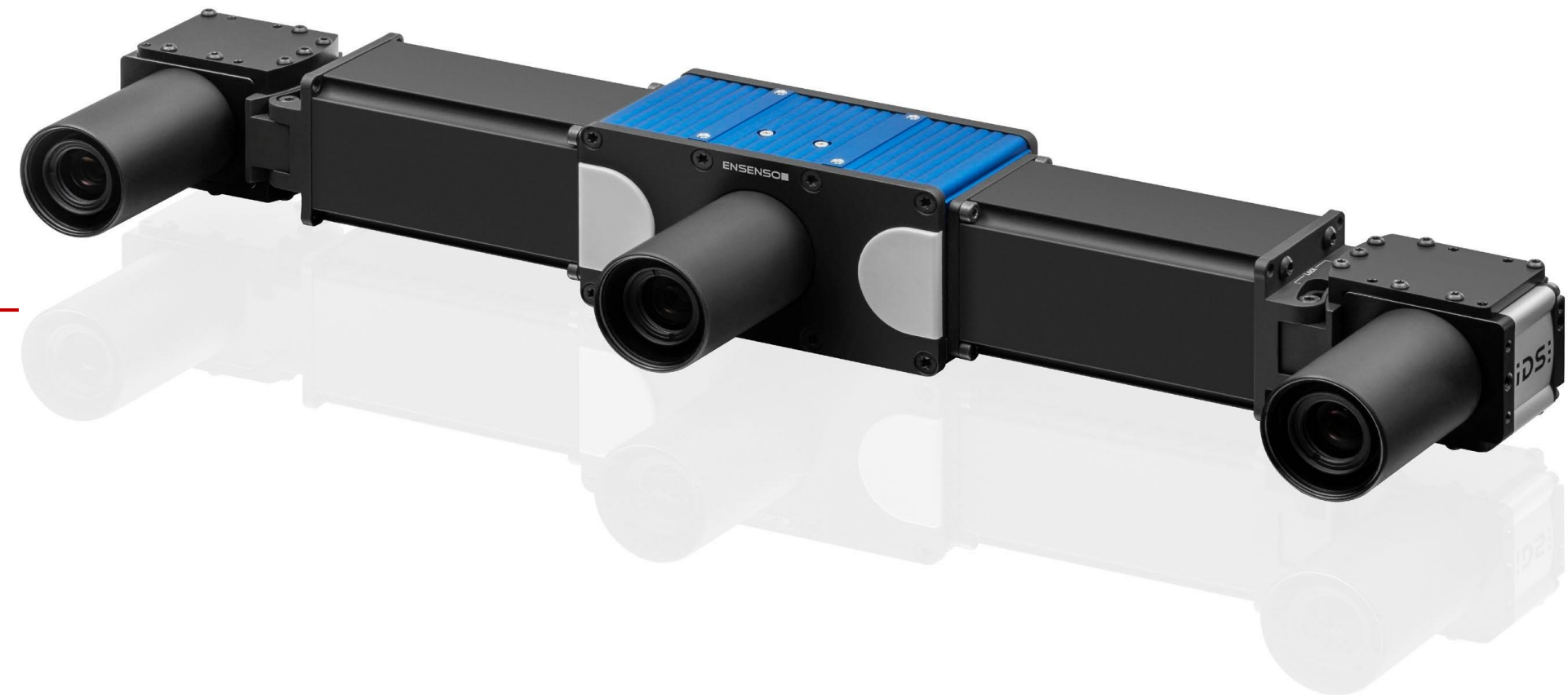


3D VISION WITH ENSENSO

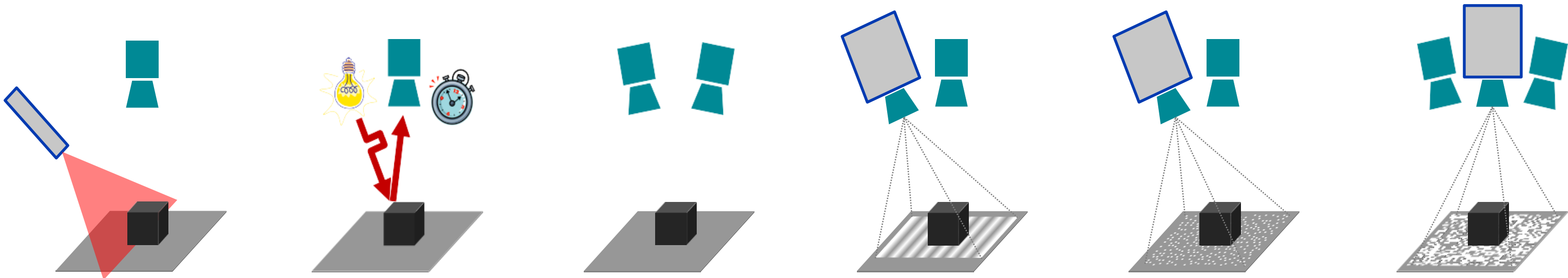
株式会社 ティー・イー・エム

© 2020 T.E.M. Incorporated



目次

- 3Dテクノロジー
- Ensenso各モデルの比較
- ステレオビジョンによる3D計測方法
- FlexView機能
- ステレオ処理
- ソフトウェア・ツール
- セットアップの注意点
- アプリケーション例



	レーザー 三角測量	Time-of-Flight	ステレオビジョン (受動型)	フリンジ投影	Kinect	ステレオビジョン (+プロジェクタ)
移動中の対象物	△	◎	◎	○	◎	◎
マルチビュー	○	○	△	○	○	◎
対象物に対する制限	◎	◎	○	◎	◎	◎

Ensenso各モデルの比較

Nシリーズ



Xシリーズ



XRシリーズ



型番	インターフェース	解像度	最大動作距離	保護構造	Flex View機能	WiFi機能	オンボード処理
N10	USB2.0	752 x 480	2,000mm	IP30	×	×	×
N30	GigE	1280 x 1024	3,000mm	IP65/67	×	×	×
N35	GigE	1280 x 1024	3,000mm	IP65/67	FlexView1	×	×
X30	GigE	1.3MP / 5MP	5,000mm	IP30、 IP65/67	×	×	×
X36	GigE	1.3MP / 5MP	5,000mm	IP30、 IP65/67	FlexView2	×	×
XR30	GigE	1.6MP	5,000mm	IP65/67	×	○	○
XR36	GigE	1.6MP	5,000mm	IP65/67	FlexView2	○	○

Ensenso各モデルの比較

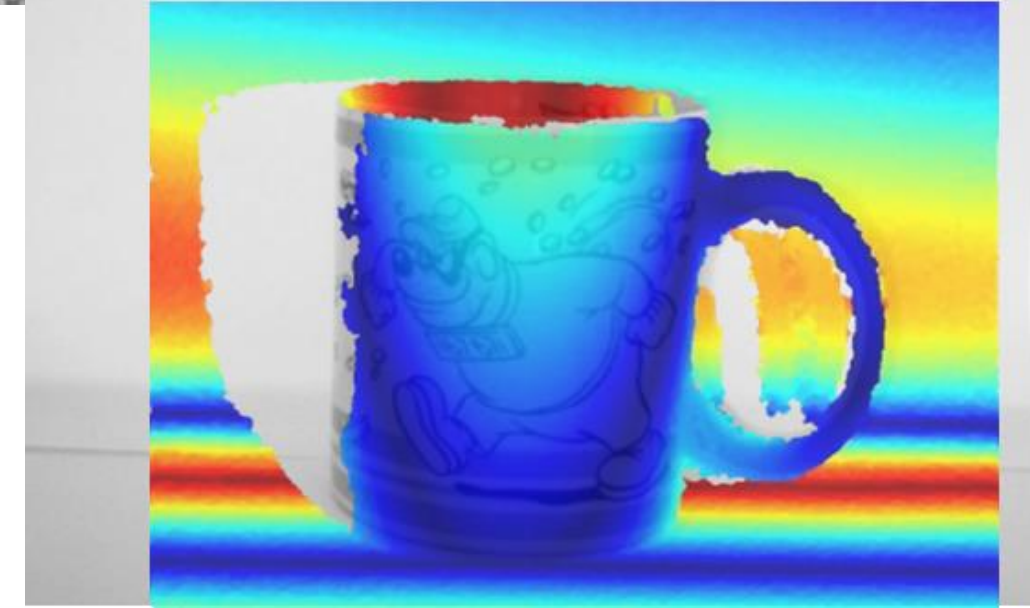
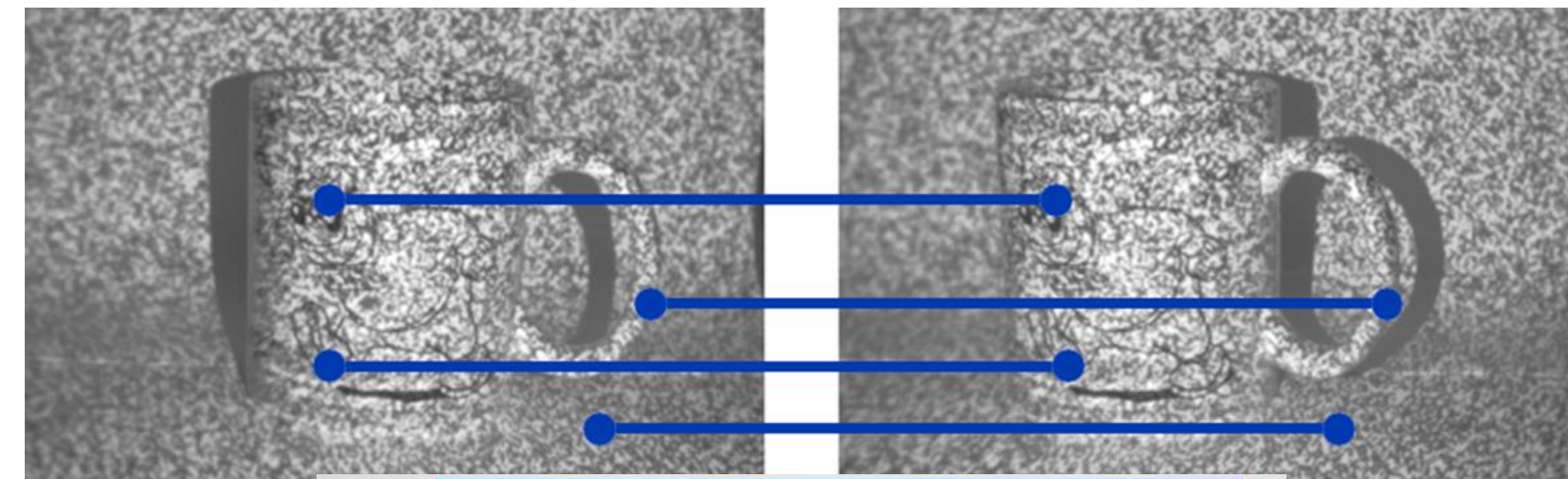
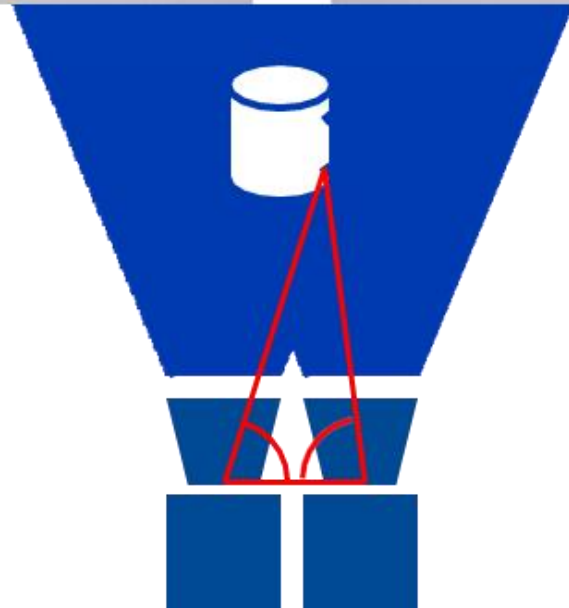
Ensenso	N30	N35 FlexView	X30 1.3MP / 5MP	X36 1.3MP / 5MP FlexView2	XR30 1.6M / 5MP	XR36 1.6MP / 5MP FlexView2
解像度	1.3MP	1.3MP	1.3M / 5MP	1.3MP / 5MP	1.6M / 5MP	1.6MP / 5MP
FOV (WDが1000mmでの 最大幅)	1200mm	1200mm	760mm / 930mm	760mm / 930mm	X30と同等	X36と同等
Z精度 / 解像度 (WDが1000mmでの 最大/ 最小ノイズ)	2.4mm	1.2mm	0.4mm / 0.2mm	0.2mm / 0.1mm	X30と同等	X36と同等
動作距離	3m	3m	5m	5m	5m	5m
パフォーマンス (Hz = 1秒に生成できる 3D点群データの数)	10Hz	1Hz	10Hz / 4Hz	2Hz / 1Hz	X30以上	X36以上
ホストPCの負荷	⊗	⊗⊗	⊗ / ⊗⊗	⊗ / ⊗⊗⊗	⊗ / ⊗	⊗ / ⊗

Ensenso各モデルの比較

型番	USB2.0ケーブル	GigEケーブル	I/Oケーブル	電源	PoEインジェクタ	キャリブレーションプレート	三脚アダプタ
N10	○		○			○	○
N30/35		○	○	○	○	○	○
X30/36		○	○	○		○	
XR30/36		○	○	○		○	



ステレオビジョンによる3D計測方法



FlexView機能

□ FlexView機能の動作

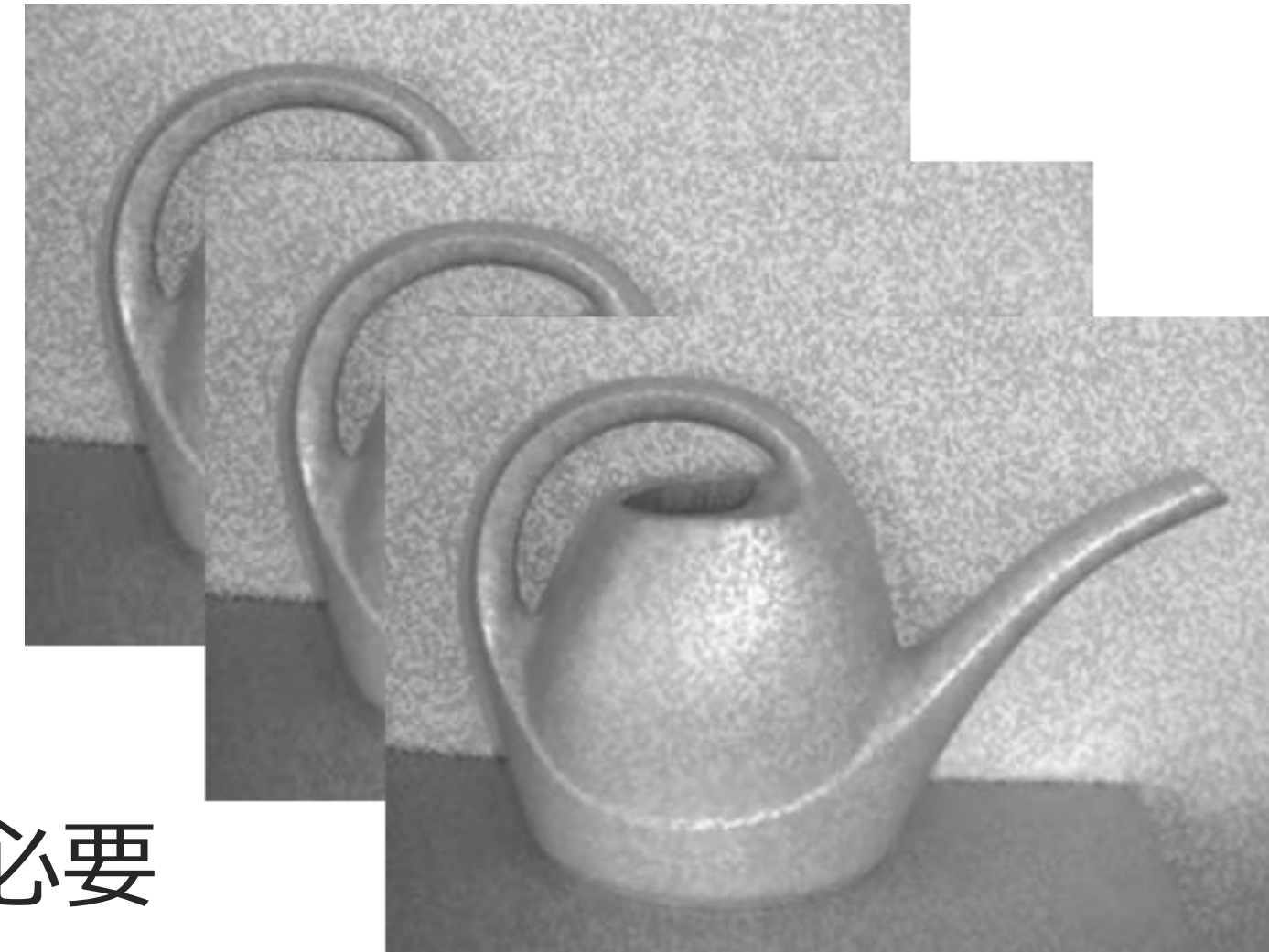
➤ RAW画像ペア（左右カメラ）の複数撮影

1. RAW画像の撮影
2. 照射パターンの解析
3. RAW画像の撮影
4. 照射パターンの解析
5. . . .

□ 撮影シーンやワークは固定されている状況が必要

□ 各RAW画像撮影では照射パターンがそれぞれ異なる

□ すべての画像ペアを使用して1つの3D点群データを生成

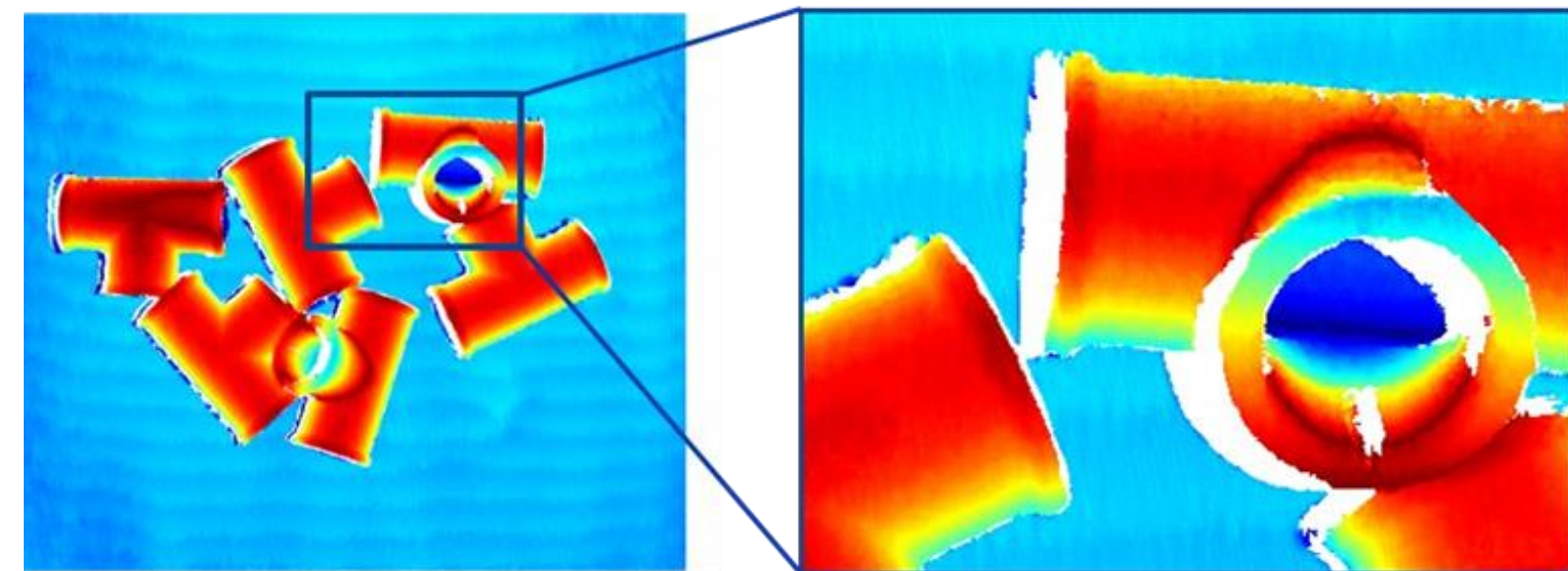
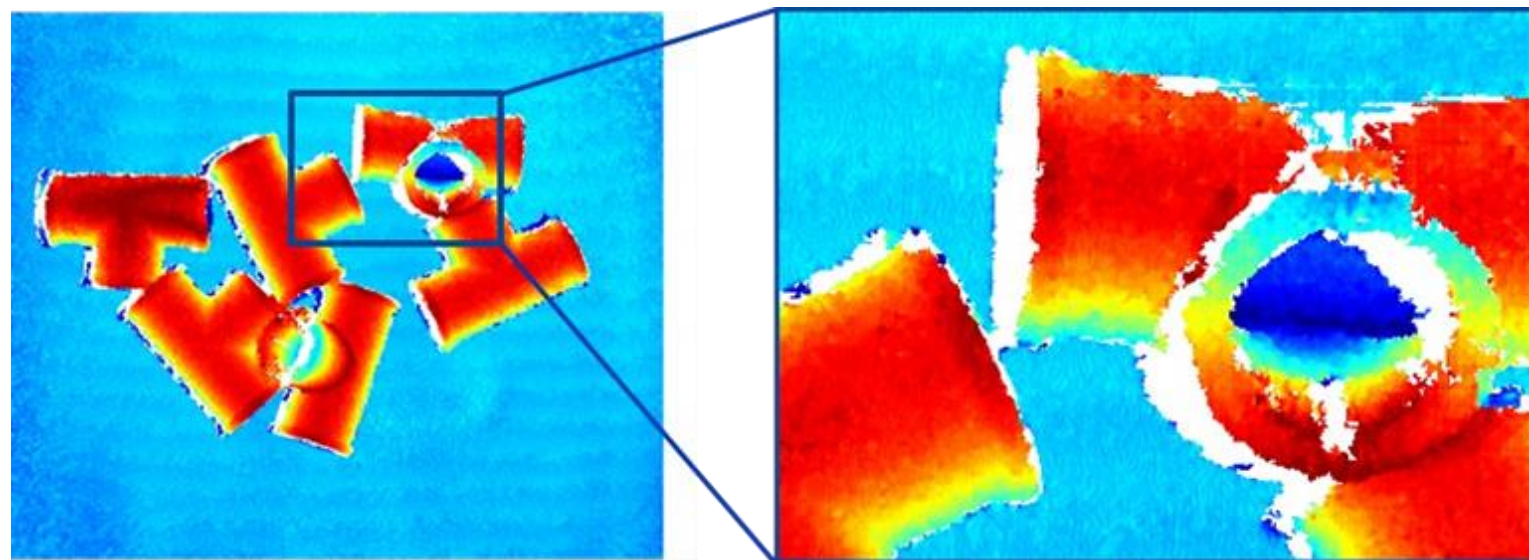


FlexView機能

Single shot

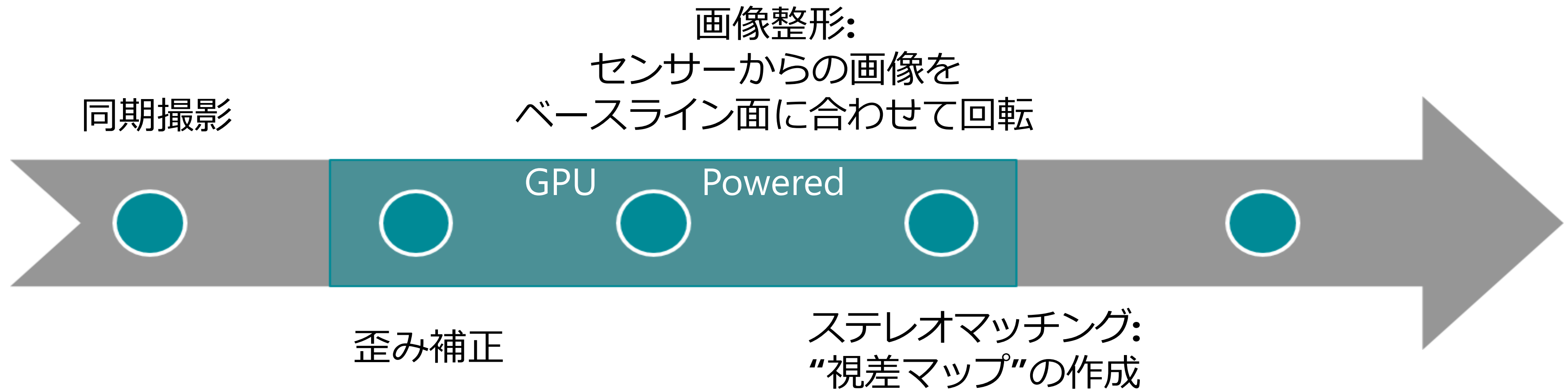


FlexView



- 細部まで3Dデータを生成可能
- 傾斜した部位でもより多くの点群
- オブジェクトの輪郭もより明確
- ノイズが減少

ステレオ処理



ステレオ処理

■5MPの3D処理は1.3MPの4倍相当

➤3Dフレーム時間 x 4 (おおよそ); e.g. Core i7 4x3.6 GHz, デフォルトパラメータ

型番	アルゴリズム	ステレオ処理時間	3Dフレーム時間
Xシリーズ 1.3MP	Single-shot SGM(fast)	230ms	280ms
	SGM 8 image pairs (accurate)	460ms	820ms
	SC 16 image pairs (hi-res)	190ms	750ms
Xシリーズ 5MP	Single-shot SGM (fast)	1.0s	1.1s
	SGM 8 image pairs (accurate)	2.0s	2.9s
	SC 16 image pairs (hi-res)	800ms	2.5s



ステレオ処理

GPUステレオマッチング機能

➤パラメータの設定によるが、だいたい 1 / 3 ~ 1/5の処理時間

解像度	アルゴリズム	CPU Core i7 4x3.6GHz		GPU Geforce GTX 1080	
		Matching	3D Frame	Matching	3D Frame
1.3MP	Single-shot SGM(fast)	230ms	280ms	40ms	80ms
	SGM 8 image pairs (accurate)	460ms	820ms	70ms	390ms
	SC 16 image pairs (hi-res)	190ms	750ms	30ms	600ms
5MP	Single-shot SGM (fast)	1.0s	1.1s	120ms	230ms
	SGM 8 image pairs (accurate)	2.0s	2.9s	210ms	1.0s
	SC 16 image pairs (hi-res)	800ms	2.5s	120ms	1.7s



ソフトウェア・ツール

□すべてのEnsensoモデルを1つのSDKで使用可能

- Nシリーズ及び X/XR 1.3MPモデルではuEye SDKを別途インストール
- XRシリーズはEnsenso SDK 2.3.xが必要 (2019年10月時点)

□プラットフォーム

- Windows 10 / 8 / 7 / Vista 64bit architecture
- Debian / Ubuntu / Other Linux (experimental)

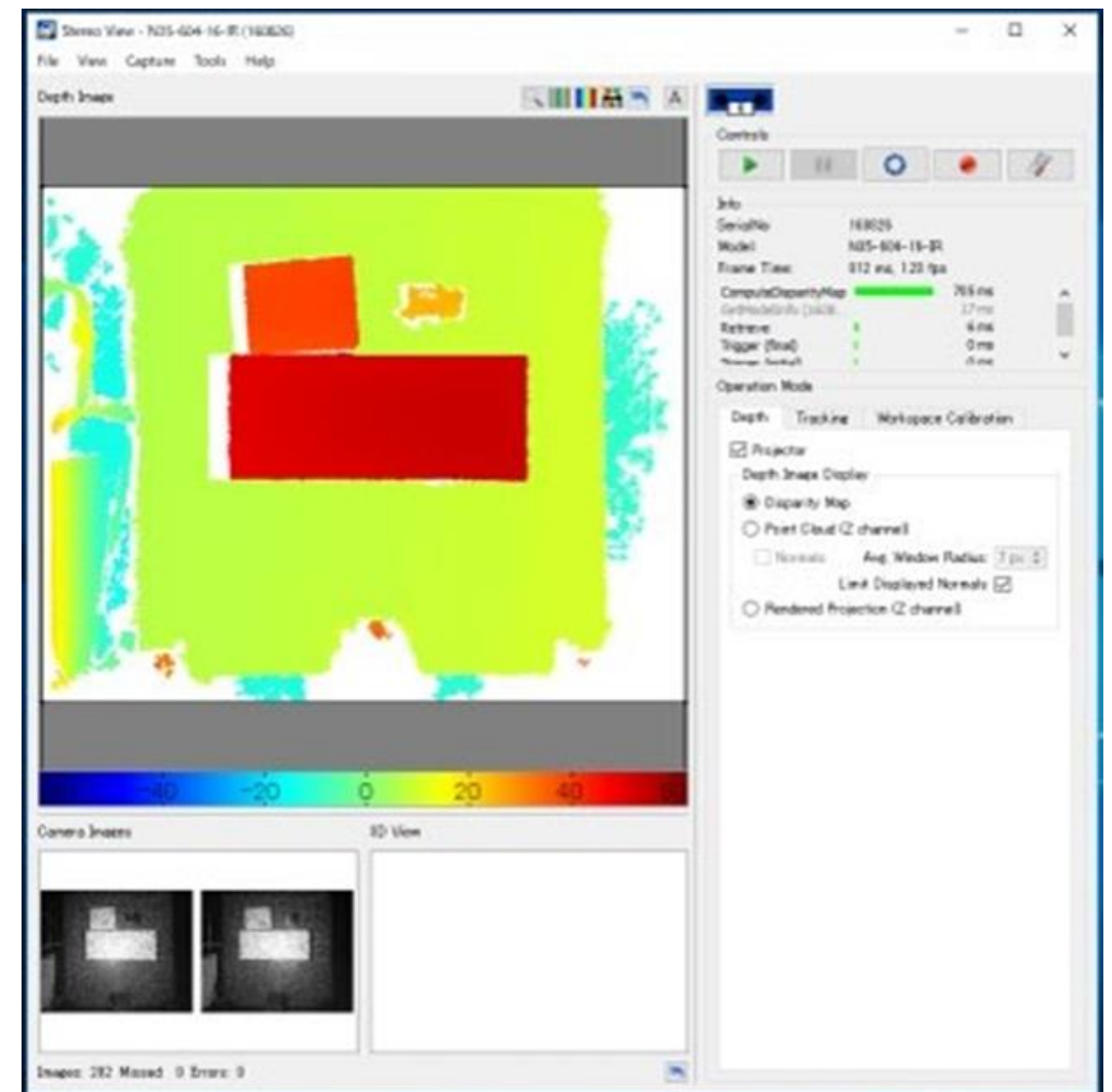
□プログラミング言語

- C, C++ and .NET including C#
- HDevelop for HALCON image acquisition interface

ソフトウェア・ツール

□NxView

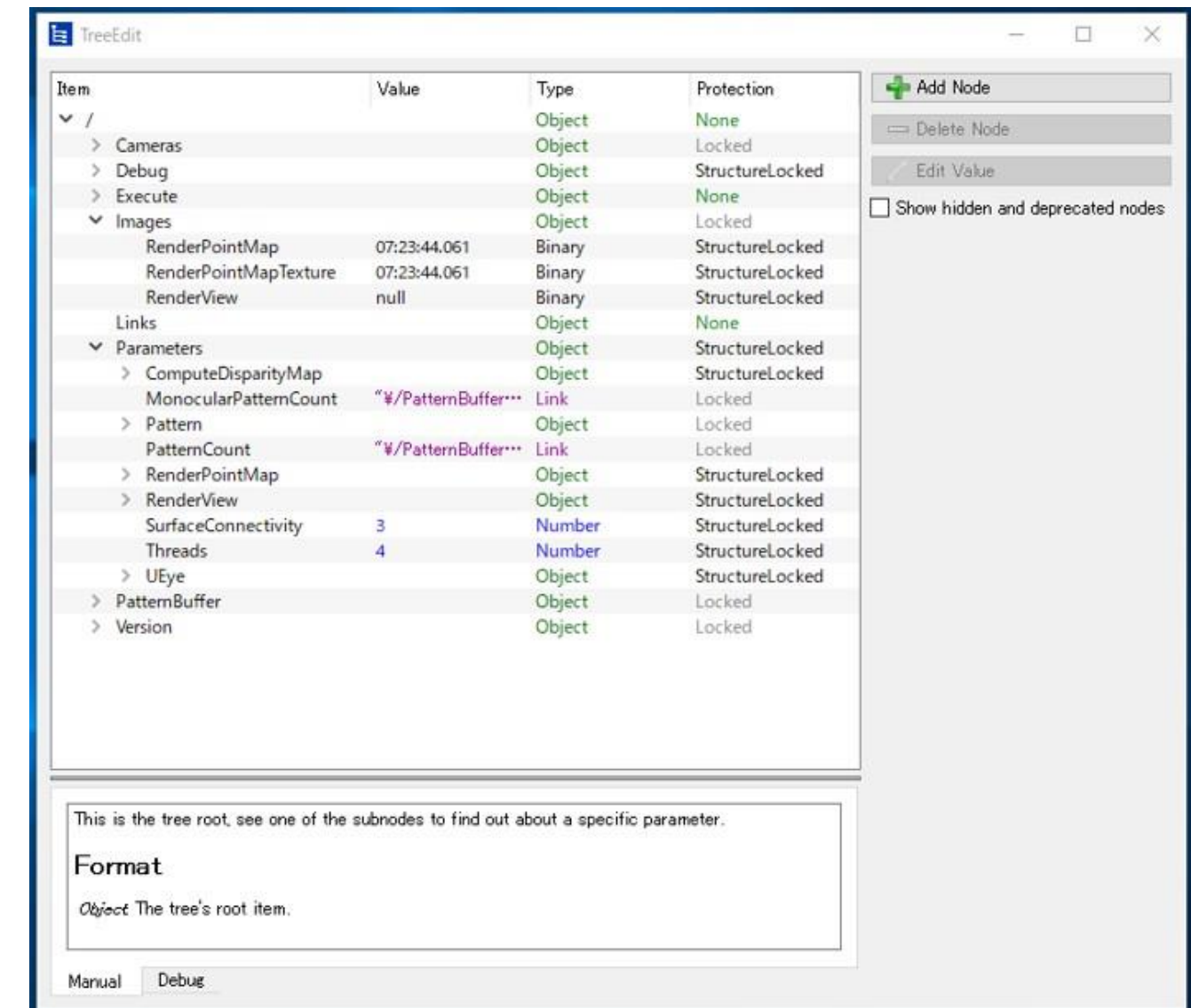
- NxLibライブラリの主要な機能を実行可能
- 複数のカメラをオープンし、深度情報とカラー画像を表示することが可能
- 各種パラメータ調整



ソフトウェア・ツール

□NxTreeEdit

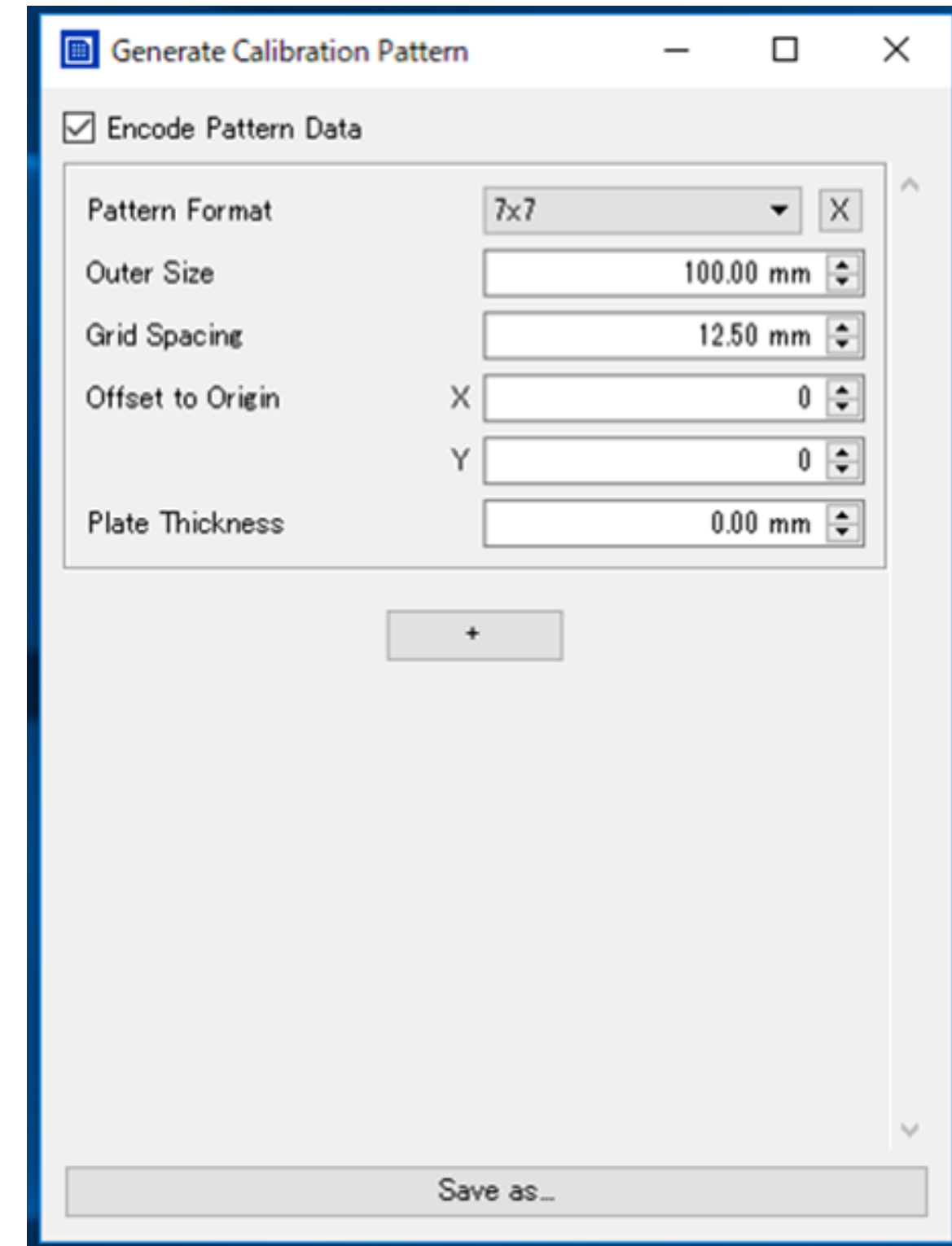
- 実行中のAPIの状態を確認可能
- NxViewがTCPポートをオープンしNxTreeEditがカメラへ接続
- NxViewでカメラをオープンしNxTreeEditでパラメータの調整やAPIを実行



ソフトウェア・ツール

□NxCalTab

- キャリブレーションパターンを出力可能
- パターンの微調整



ソフトウェア・ツール

□NxLibログ機能 & NxProfiler

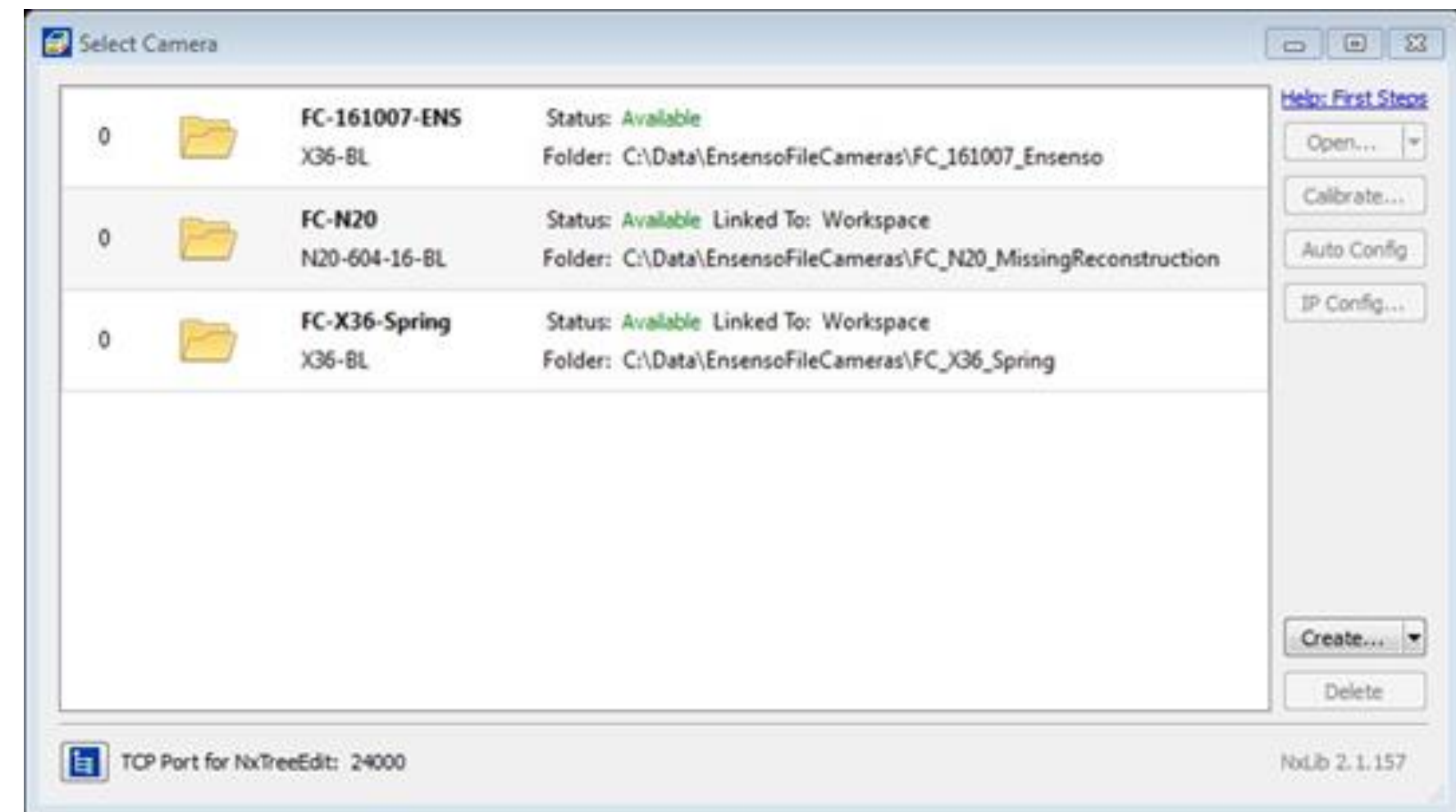
- NxLibでデバックメッセージを保存：“INFO”, “DEBUG” or “TRACE”レベル
- NxProfilerのGUIでタイムラインとメッセージを表示



ソフトウェア・ツール

□FileCamera

- 保存したパラメータと画像から作るソフトウェアカメラ
- オフラインで画像から点群データを作成
- パラメータ調整
- カメラを使わずにアプリケーションを作成
- NxLib zipファイルをドラッグ&ドロップ



ソフトウェア・ツール

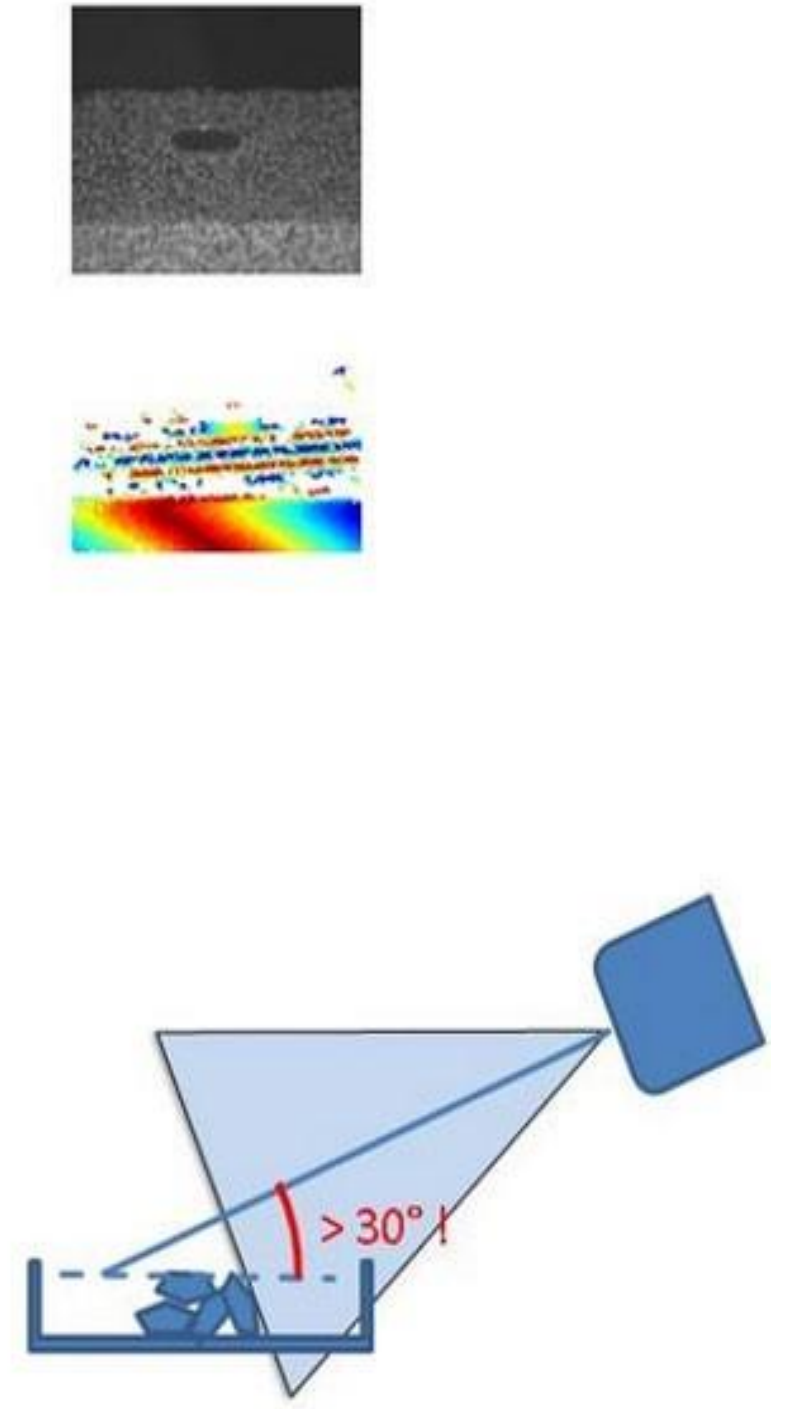
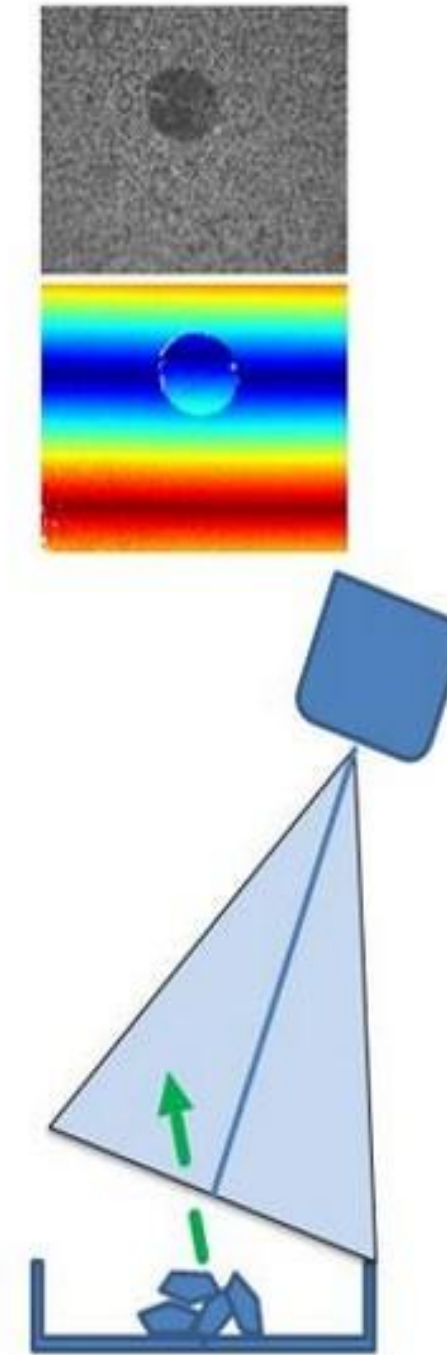
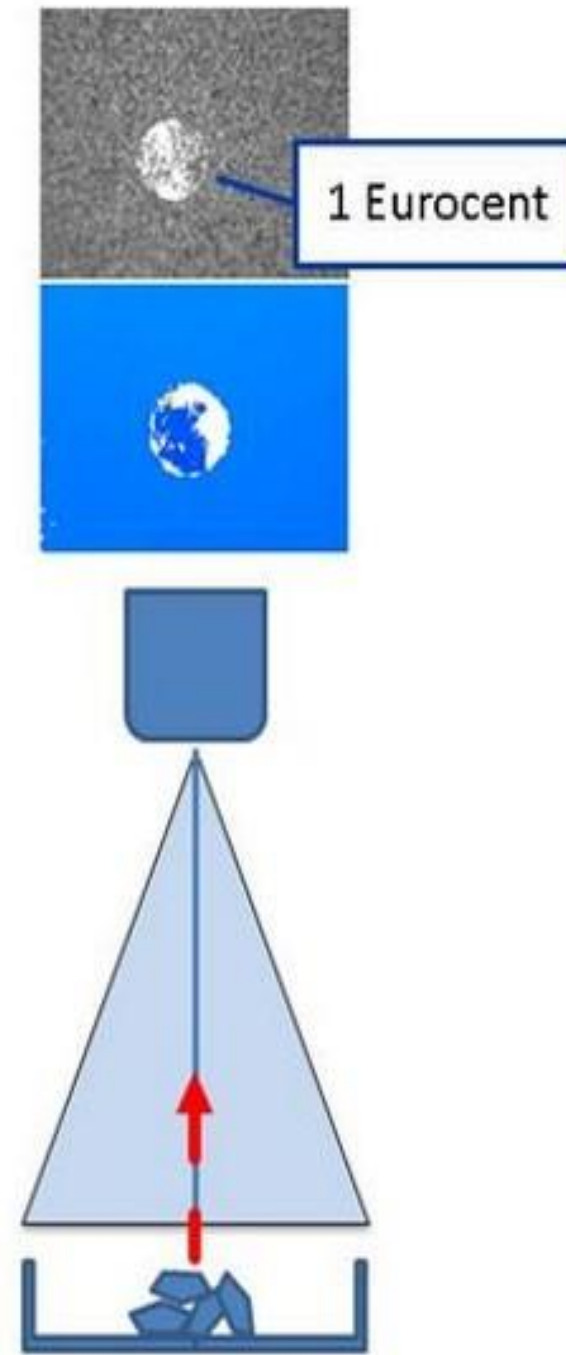
□VirtualCamera

- パラメータファイル (JSON) またはモデル名から作成
- カバレッジやデータ品質の確認
- カメラを使わずにアプリケーションを作成

セットアップの注意点

□カメラの位置と方向

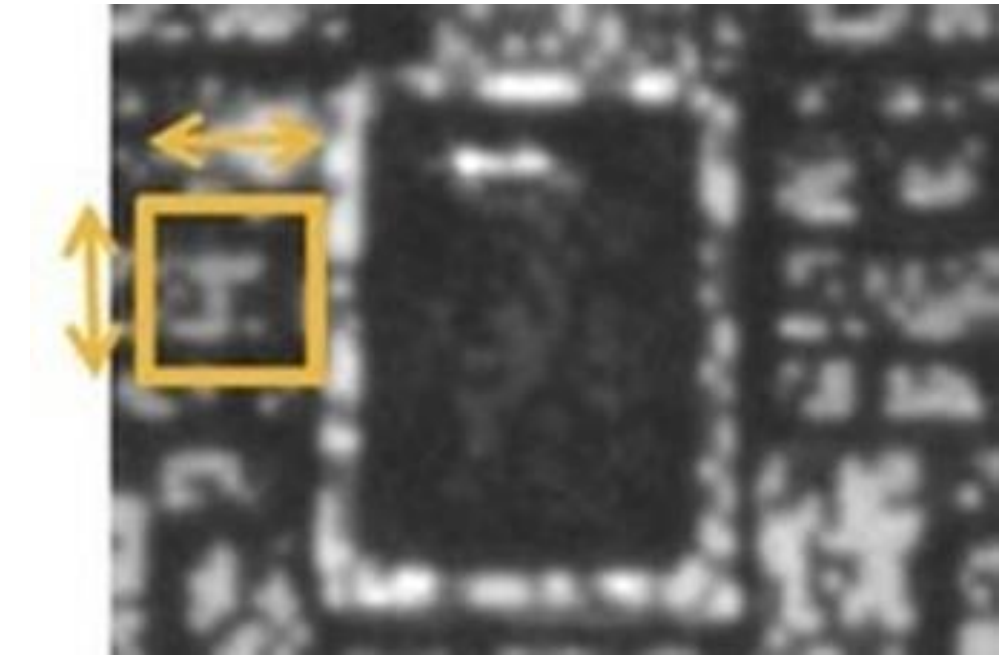
- 直接の鏡面反射を避ける
- 角度のつけすぎに注意



セットアップの注意点

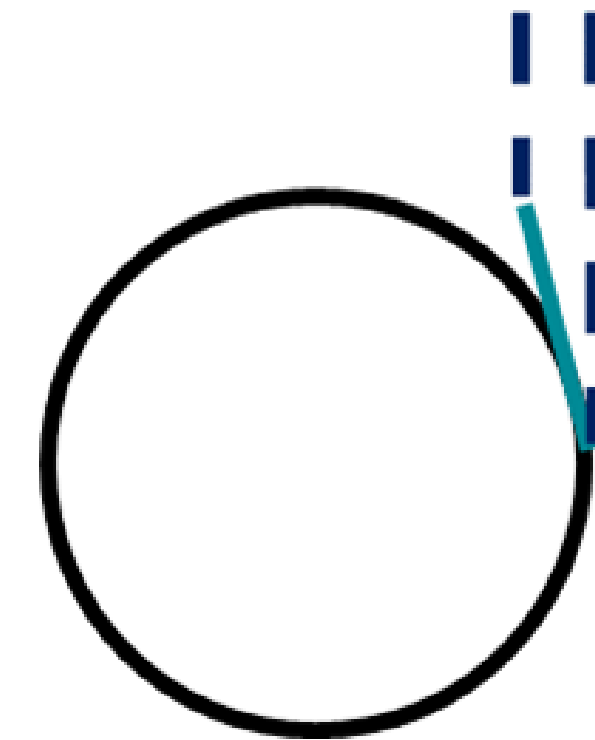
□対象物表面の有効解像度

- 検出できる最小の特徴部位サイズは 8x8 ピクセル
- FlexViewの場合 4x4 ピクセル



□曲面及び傾斜面

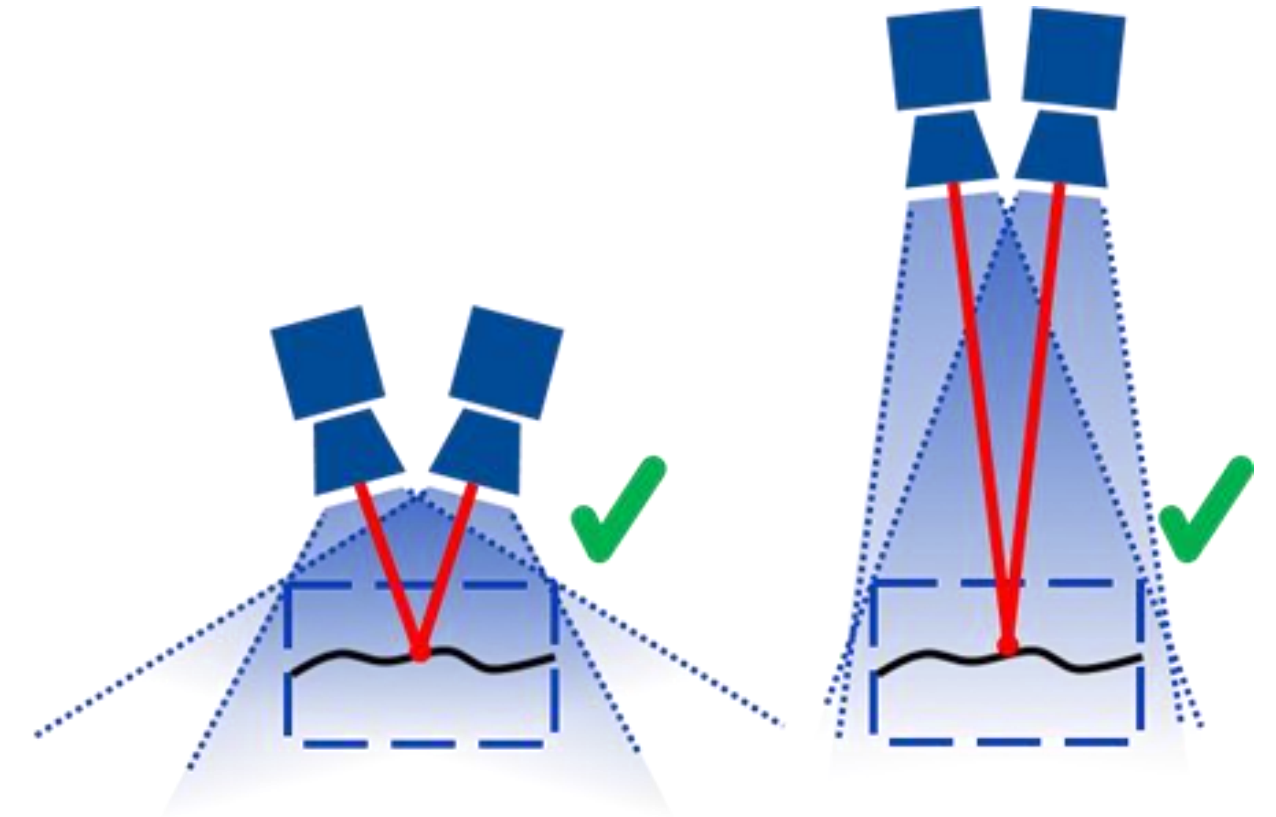
- 3Dデータの取得には約30度以上の観察角度が必要
- 全周をカバーするには最低3台必要



セットアップの注意点

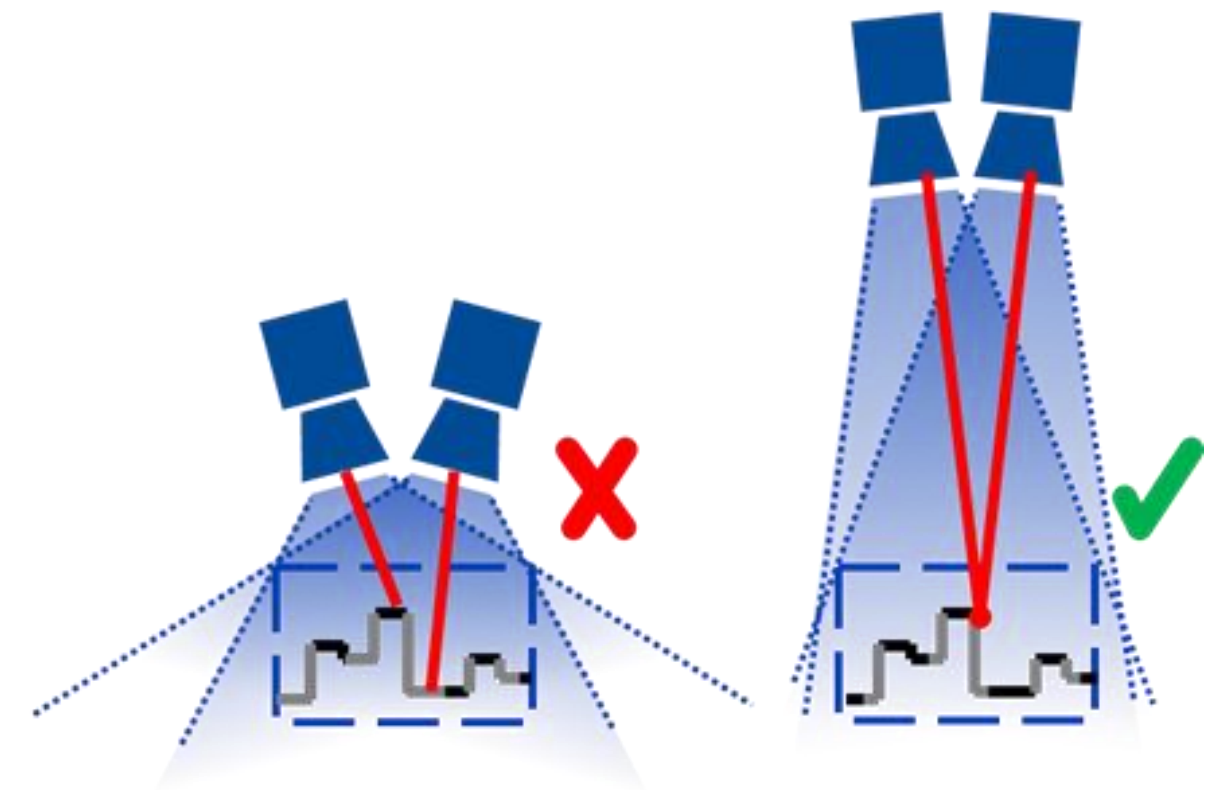
□滑らかな表面

- 表面自体の影はほとんどできない
- 短い動作距離
 - ワークが近ければ深度方向の解像度が良い
- 長い動作距離
 - 深度方向の解像度がより一定



□凹凸のある表面

- 表面自体が影を作る
- 穴、空洞部分の3Dデータ欠損
- 可能であればより長い動作距離のモデルを使用する



セットアップの注意点

□撮影しづらいもの

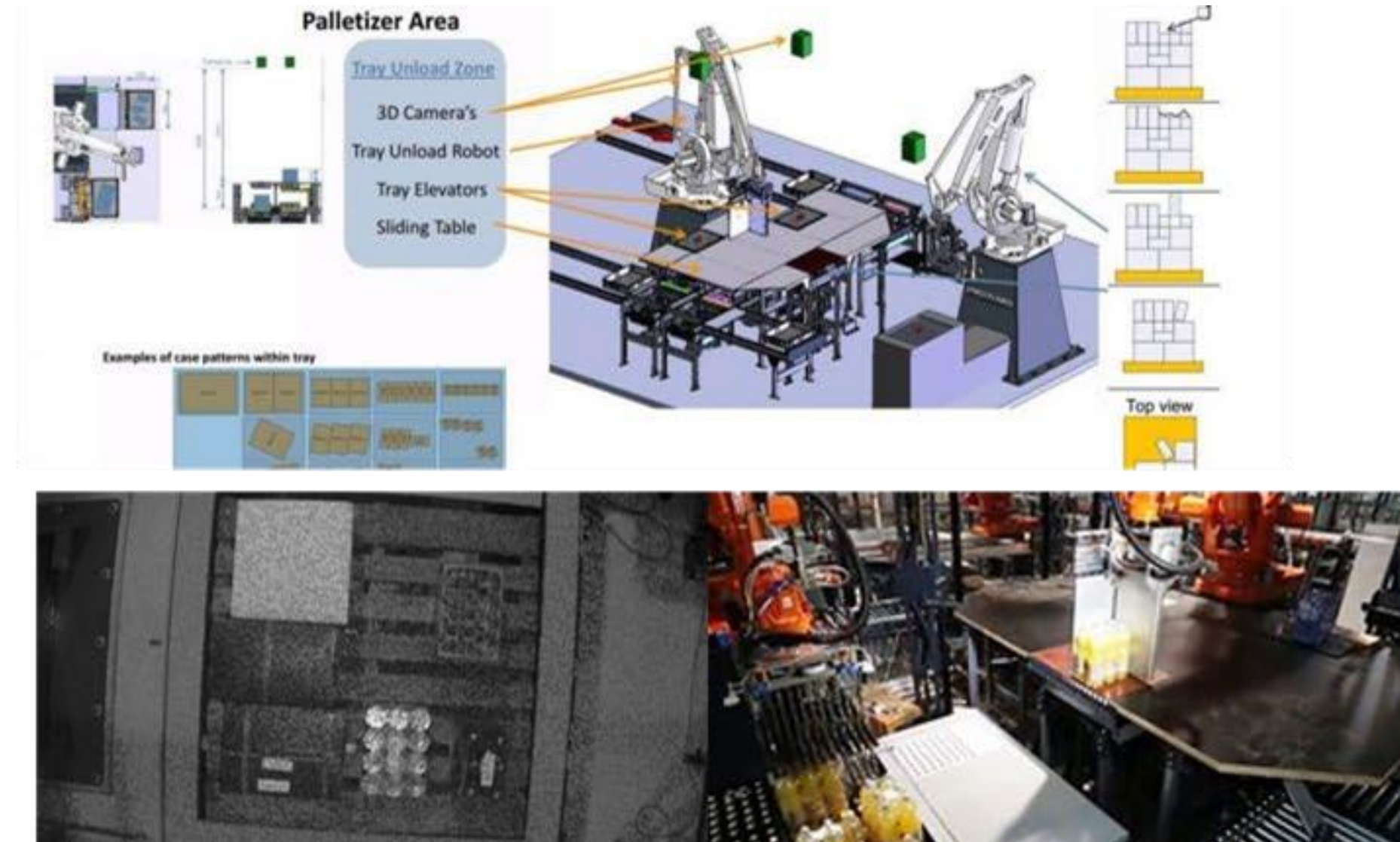
- 光を反射する素材
- 光を吸収する色
- 細かい凹凸
- 小さい穴や傷
- 透明



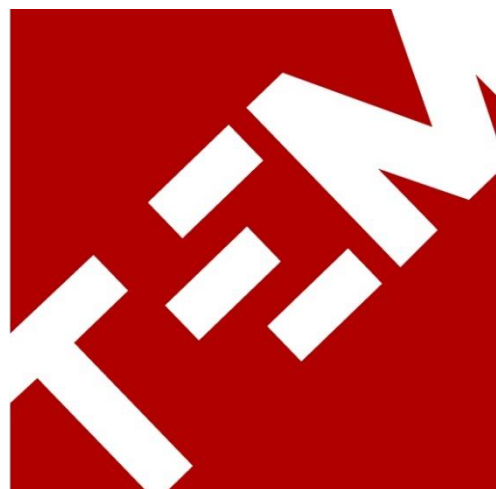
アプリケーション例



アプリケーション例



お問い合わせ先



会社概要

商号

株式会社ティー・イー・エム

所在地

〒101-0035
東京都千代田区神田紺屋町17番地
ONEST神田スクエア3F

TEL

03-5256-2054（直通）

FAX

03-5256-2272

URL

(コーポレートサイト) <https://www.tem-inc.co.jp>
(プロリンクス特設サイト) <https://www.prolinx.co.jp>

創立

1986年10月6日

役員

代表取締役 畠山 洋

製品問合せ

ids@tem-inc.co.jp

プロリンクス製品部 取り扱い製品

