

配筋検査 AR システム BAIAS (バイアス) 技術仕様書

第 1.2 版



改版履歴

日付	版	内容
2022/11/30	1.0	新規作成
2025/1/22	1.1	4.1.3. ダブル配筋間隔・本数の計測原理を追記
		4.1.4. 鉄筋かご主筋間隔・本数の計測原理を追記
		4.1.5. 重ね継手長の計測原理を追記
		4.1.6. かぶり厚寸法の計測原理を追記
		4.1.7. スペースの個数計測原理を追記
2025/3/31	1.2	3.1.使用機器 iPadOS16 サポート終了を反映、M4 モデル追加

目次

1. はじめに.....	1-1
1.1. ご注意.....	1-1
1.2. 商標について.....	1-1
2. 本製品の概要.....	2-1
2.1. 特徴.....	2-1
2.1.1. 主な機能.....	2-1
2.1.2. メリット.....	2-1
3. 使用機器及びソフトウェア仕様.....	3-1
3.1. 使用機器.....	3-1
3.1.1. iPad Pro モデル別対応状況.....	3-1
3.1.2. iPad Pro 11 インチ(第 2/3/4 世代) 推奨仕様.....	3-1
3.1.3. iPad Pro 12.9 インチ(第 4/5/6 世代) 推奨仕様.....	3-2
3.1.4. レンタル端末仕様.....	3-2
3.2. ソフトウェア仕様.....	3-3
3.2.1. クラウド仕様.....	3-3
3.2.2. iPad Pro アプリケーション仕様.....	3-3
3.2.3. 処理プロセス.....	3-4
3.2.4. データ改ざん防止機能.....	3-4
4. 計測性能.....	4-1
4.1. 計測原理.....	4-1
4.1.1. 配筋間隔・本数の計測原理.....	4-1
4.1.2. 鉄筋径の計測原理.....	4-1
4.1.3. ダブル配筋間隔・本数の計測原理.....	4-2
4.1.4. 鉄筋かご主筋間隔・本数の計測原理.....	4-2
4.1.5. 重ね継手長の計測原理.....	4-2
4.1.6. かぶり厚寸法の計測原理.....	4-3
4.1.7. スペースの個数計測原理.....	4-3
4.1.8. 計測精度.....	4-4
4.2. キャリブレーション方法.....	4-4

1. はじめに

本書には、配筋検査 AR システム BAIAS(以下、本製品)の技術仕様を記載しています。

※BAIAS は、Bar Arrangement Inspection AR System の頭文字から命名されました。

1.1. ご注意

1. 本書の内容の一部または全部を無断で転用、転載しないようお願いいたします。
2. 本書の内容および製品仕様、外観は、改良のため予告なく変更することがあります。
3. 本書の作成にあたっては万全を期しておりますが、本書の内容の誤りや省略に対して、また本書の適用の結果生じた間接損害を含め、いかなる損害についても責任を負いかねますのでご了承ください。

1.2. 商標について

1. 「BAIAS」はエコモット株式会社の登録商標です。
2. その他文中の商品名、会社名は、各社の商標または登録商標です。

2. 本製品の概要

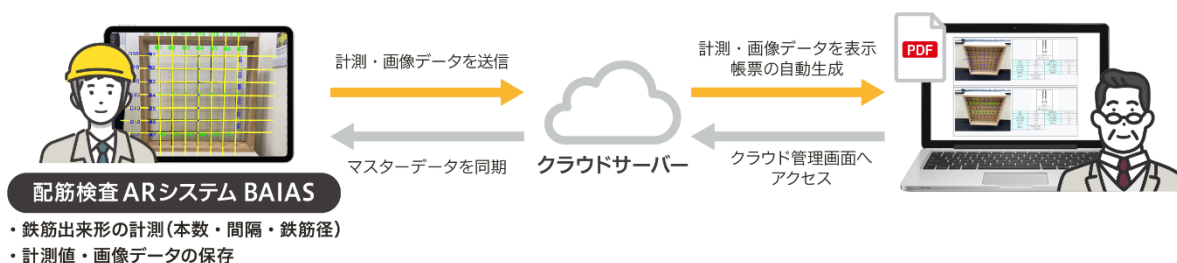
2.1. 特徴

本製品は軽量な iPad Pro のみで鉄筋のピッチや径を計測することが可能です。
これにより、配筋検査の生産性が劇的に向上します。

2.1.1. 主な機能

1. iPad Pro の LiDAR スキャナで収集する点群データから、鉄筋の本数・間隔を自動計測することができます。
2. D10～D51 までの 12 種類の鉄筋径を、カメラを使って簡単に計測することができます。
3. 連携するクラウド管理画面から、設計図と出来形を同時に表示する検査帳票を出力できます。

■本製品の利用イメージ



2.1.2. メリット

1. iPad Pro 本体は海外でも Web から簡単に入手可能です。
2. 肩掛けできる iPad Pro の保護ケースは W268mm x H212mm x D21mm と手ごろなサイズで約 1kg と軽量です。
3. iPad Pro のアプリはいつでも最新バージョンに更新可能です。
4. 自社開発しているクラウドサーバーの Web システムも最新機能に随時更新です。
5. iPhone や iPad を利用しているユーザーにとって普段利用している画面のため 1 から専用端末の操作を覚える学習コストが低く、導入しやすい製品です。

3. 使用機器及びソフトウェア仕様

3.1. 使用機器

本製品は iPad Pro にインストールしたアプリケーションにより動作します。
その他の機材は不要です。

3.1.1. iPad Pro モデル別対応状況

モデル別の対応状況は以下の通りです。

モデル	発売日	対応状況
iPad Pro 12.9 インチ	2015 年 11 月 11 日	×
iPad Pro 9.7 インチ	2016 年 3 月 31 日	×
iPad Pro 10.5 インチ	2017 年 6 月 6 日	×
iPad Pro 12.9 インチ(第 2 世代)		×
iPad Pro 11 インチ	2018 年 11 月 7 日	×
iPad Pro 12.9 インチ(第 3 世代)		×
iPad Pro 11 インチ(第 2 世代)	2020 年 3 月 25 日	○
iPad Pro 12.9 インチ(第 4 世代)		○
iPad Pro 11 インチ(第 3 世代)	2021 年 5 月 31 日	○
iPad Pro 12.9 インチ(第 5 世代)		○
iPad Pro 11 インチ(第 4 世代)	2022 年 10 月 26 日	○
iPad Pro 12.9 インチ(第 6 世代)		○
iPad Pro 11 インチ(M4)	2024 年 5 月 15 日	○
iPad Pro 13 インチ(M4)		○

3.1.2. iPad Pro 11 インチ(第 2/3/4 世代) 推奨仕様

本製品を iPad Pro11 インチで使用した場合の最低スペックは以下の通りです。

モデル	iPad Pro 11 インチ			
	第 2 世代	第 3 世代	第 4 世代	M4
OS	iPadOS17 以上			
CPU	A12Z Bionic	Apple M1	Apple M2	Apple M4
容量	128GB 以上			256GB 以上
メモリ	8GB RAM 以上			
サイズ	幅: 178.5 mm、高さ: 247.6 mm、厚さ: 5.9 mm			177.5×249.7×5.3 mm
重量	Wi-Fi モデル: 466 g Wi-Fi + Cellular モデル: 468 g			Wi-Fi: 444 g Wi-Fi + Cellular: 446 g
センサー	Face ID/LiDAR スキャナ/3 軸ジャイロ/加速度センサー/気圧計/環境光センサー			
システム 条件	Apple ID インターネットアクセス(クラウドとの同期時のみ)			
動作環境	動作時環境温度: 0° ~ 35° C 相対湿度: 5% ~ 95%(結露しないこと)			
バッテリー	28.65Wh リチャージャブルリチウムポリマーバッテリー内			31.29Wh

	蔵	
--	---	--

3.1.3. iPad Pro 12.9 インチ(第 4/5/6 世代) 推奨仕様

本製品を iPad Pro12.9 インチで使用した場合の最低スペックは以下の通りです。

モデル	iPad Pro 12.9 インチ			iPad Pro 13 インチ
	第 4 世代	第 5 世代	第 6 世代	M4
OS	iPadOS17 以上			
CPU	A12Z Bionic	Apple M1	Apple M2	Apple M4
容量	128GB 以上			256GB 以上
メモリ	8GB RAM 以上			
サイズ	幅: 214.9 mm、高さ: 280.6 mm、厚さ: 6.4 mm			215.5×281.6×5.1 mm
重量	Wi-Fi モデル: 682 g Wi-Fi + Cellular モデル: 684 g			Wi-Fi: 579 g Wi-Fi + Cellular: 582 g
センサー	Face ID/LiDAR スキャナ/3 軸ジャイロ/加速度センサー/気圧計/環境光センサー			
システム 条件	Apple ID インターネットアクセス(クラウドとの同期時のみ)			
動作環境	動作時環境温度: 0° ~ 35° C 相対湿度: 5% ~ 95%(結露しないこと)			
バッテリー	40.88Wh リチャージャブルリチウムポリマーバッテリー内蔵			38.99Wh

3.1.4. レンタル端末仕様

iPad Pro を弊社からレンタル端末で使用した場合、iPad Pro は保護ケースに収納された状態で、肩掛け可能なショルダーストラップ付きとなり、仕様は以下の通りです。

モデル	iPad Pro 11 インチ		
	第 2 世代	第 3 世代	第 4 世代
OS	iPadOS17 以上		
CPU	A12Z Bionic チップ	Apple M1 チップ	Apple M2 チップ
容量	128GB		
メモリ	8GB RAM		
保護ケース サイズ	幅: 212.0 mm、高さ: 268.0 mm、厚さ: 21.0 mm (突起部、ショルダーストラップ除く)		
重量	980 g 前後		
センサー	Face ID/LiDAR スキャナ/3 軸ジャイロ/加速度センサー/気圧計/環境光センサー		
システム 条件	Apple ID インターネットアクセス(クラウドとの同期時のみ)		
動作環境	動作時環境温度: 0° ~ 35° C 相対湿度: 5% ~ 95%(結露しないこと)		
バッテリー	28.65Wh リチャージャブルリチウムポリマーバッテリー内蔵		

※弊社のレンタル在庫の状況により、iPad Pro 11 インチ 第 2~4 世代のどれかとなり、レンタル端末のモデルは変化します。

3.2. ソフトウェア仕様

3.2.1. クラウド仕様

本製品のクラウドの管理画面をブラウザから参照した場合の最低スペックは以下の通りです。

項目	仕様
対応ブラウザ	Microsoft Edge 最新バージョン Chrome 最新バージョン
インターネット接続回線	光回線を推奨
解像度	1366 × 768 以上を推奨

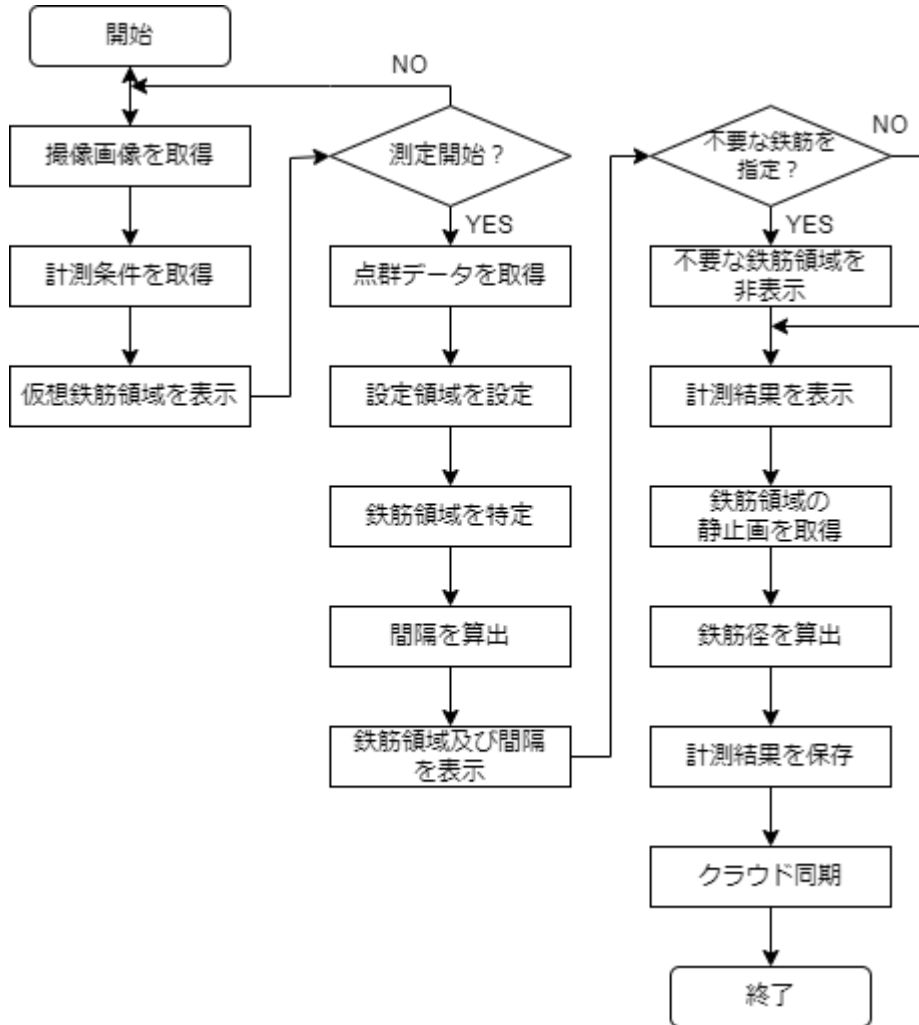
3.2.2. iPad Pro アプリケーション仕様

本製品のアプリケーション仕様は以下の通りです。

項目	仕様
アプリケーション名	BAIAS
最大計測範囲	3m
計測対象	地面から垂直方向に配筋された鉄筋(壁、柱、梁) 地面と水平に配筋された鉄筋(スラブ、梁)
撮影距離	壁・柱方向 15cm～50cm スラブ方向 15cm～120cm
撮影角度	壁・柱方向 ±15° スラブ方向 ±30°
保存画像拡張子	JPG
記録画素数	1280 × 960 ピクセル (120 万画素相当)
帳票データ	PDF/CSV
保存可能計測データ数	20,000 件以上 (1 件約 1.5～2.4MB、iPad Pro の空容量に依存)
標準クラウドストレージ	BAIAS クラウド
外部クラウドストレージ	Box (計測データのバックアップ用)
通信回線	以下操作時のみ Wi-Fi もしくはモバイル回線が必要 ①BAIAS クラウドとの同期 ②Box への計測データバックアップ ※配筋の計測時に通信回線は不要

3.2.3. 処理プロセス

本製品の処理プロセスは以下の通りです。



3.2.4. データ改ざん防止機能

本製品は、一般社団法人 施工管理ソフトウェア産業協会から提供された信憑性確認(改ざん検知)ライブラリを用いて、計測結果保存時の画像の情報から SHA-256 アルゴリズムのハッシュ値を画像ファイルに書き込みます。

計測結果保存時の画像ファイルに対して、以下の操作を行うとハッシュ値が変化するため、計測結果保存時に書き込まれたハッシュ値と比較することにより、データ改ざんを防止することが可能です。

- (ア) 撮影日時の変更
- (イ) 市販の画像ソフトウェアを利用して画像を編集

4. 計測性能

4.1. 計測原理

4.1.1. 配筋間隔・本数の計測原理

配筋間隔計測の基本原理は、iPad Pro に搭載されている LiDAR(Light Detection And Ranging) スキャナ機能により、レーザー光を計測対象の鉄筋に照射して、その反射光の情報から、鉄筋までの距離および 3 次元点群データを取得しています。

iPad Pro の AR(拡張現実)機能を用いることで、本製品のアプリケーションで設定した計測範囲(赤枠)を画面に重畳表示します。この計測範囲内の LiDAR スキャナ機能により収集される 3 次元点群データから垂直・水平方向に配筋されている鉄筋を検知してマーカーおよび検知ラインに変換し、リアルタイムに画面内の鉄筋上に重畳表示します。

3 次元点群データの位置情報からマーカーおよび検知ラインの中央の点の間の距離を算出し、縦筋・横筋の配筋間隔および鉄筋本数を画面内にリアルタイムに AR 表示します。

4.1.2. 鉄筋径の計測原理

鉄筋径計測の基本原理は、計測対象の鉄筋の静止画の撮影時に取得した画面中央の 3 次元点群データから距離を算出し、その距離から画面内のピクセル単位の実サイズを算出します。

画面中央に表示される黄色枠内のピクセル数から黄色枠の実サイズを算出し、鉄筋径のサイズに変換して、画面内上部に D10~D51 の文字を重畳表示します。

本製品のアプリケーションの操作者が、画面のピンチイン・ピンチアウト操作により、計測対象の鉄筋の静止画が拡大および縮小され、同時に黄色枠内の画像のピクセル数が変化します。

この変化した黄色枠内のピクセル数をカウントして、リアルタイムに黄色枠の実サイズから鉄筋径のサイズに変換して、画面内上部に D10~D51 を重畳表示します。

画面中央の黄色枠を計測対象の鉄筋の幅に合わせた段階で計測は終了し、画面内上部に表示された D10~D51 の鉄筋径のサイズが計測値となります。

4.1.3. ダブル配筋間隔・本数の計測原理

ダブル配筋間隔計測の基本原理は、実際の鉄筋に仮想の鉄筋を AR(拡張現実)上で重なるように設置することで配筋間隔・本数を取得しています。

iPad Pro の AR(拡張現実)機能を用いることで、本製品のアプリケーションで設定した、実際の鉄筋と同じ径のマーカート、マーカートを設置できる範囲を表す直線の計測範囲を表示します。計測範囲を配筋面に合わせて調整し、マーカートを実際の鉄筋と重なるように設置します。

AR 上の各マーカートの 3 次元位置情報からマーカートの中央の点の間の距離を算出し、縦筋・横筋の配筋間隔および鉄筋本数を画面内にリアルタイムに AR 表示します。

4.1.4. 鉄筋かご主筋間隔・本数の計測原理

鉄筋かご主筋間隔・本数の計測原理は、実際の鉄筋に仮想の鉄筋を AR(拡張現実)上で重なるように設置することで配筋間隔・本数を取得しています。

iPad Pro の AR(拡張現実)機能を用いることで、本製品のアプリケーションで設定した、実際の鉄筋と同じ径のマーカート、それに直交するマーカートを設置できる範囲を表すドーナツ型の計測範囲を表示します。計測範囲を鉄筋かごの断面に合わせて調整し、マーカートを実際の鉄筋と重なるように設置します。

AR 上の各マーカートの 3 次元位置情報からマーカートの中央の点の間の距離を算出し、鉄筋かご主筋間隔・本数を画面内にリアルタイムに AR 表示します。

4.1.5. 重ね継手長の計測原理

重ね継手長の計測原理は、実際の重ね継手の両端に仮想のスケールを AR(拡張現実)上で合わせるように設置することで重ね継手長を取得しています。

iPad Pro の AR(拡張現実)機能を用いることで、本製品のアプリケーションで設定した、直線のマーカートと、それに直交するスケールを設置できる仮想面を表示します。計測対象の鉄筋と直線のマーカートが重なるように仮想面を調整し、スケールを実際の重ね継手長を測るように設置します。

AR 上のスケールの端端の距離を算出し、重ね継手長を画面内にリアルタイムに AR 表示します。

4.1.6. かぶり厚寸法の計測原理

かぶり厚寸法の計測原理は、iPad Pro に搭載されている LiDAR(Light Detection And Ranging) スキャナ機能により、レーザー光を計測対象の鉄筋に照射して、その反射光の情報から、かぶり厚をなす型枠の平面座標を取得し、実際の鉄筋に仮想の鉄筋を AR(拡張現実)上で重なるように設置することでかぶり厚寸法を取得しています。

iPad Pro に搭載されている LiDAR(Light Detection And Ranging) スキャナ機能と iPad Pro の AR(拡張現実)機能を用いることで、鉄筋の裏にある型枠平面の座標を取得します。

iPad Pro の AR 機能を用いることで、型枠平面から垂直に伸びたスケールと、実際の鉄筋と同じ径のマーカを画面に重畳表示します。計測対象の鉄筋とマーカが重なるように調整します。

AR 上のスケールの端端の距離を算出し、かぶり厚寸法を画面内にリアルタイムに AR 表示します。

4.1.7. スペーサーの個数計測原理

スペーサーの個数の計測原理は、実際の計測範囲に仮想の計測範囲を AR(拡張現実)上で重なるように設置したのち、画面上で目視しスペーサーにマークをすることでスペーサーの個数を取得しています。

iPad Pro の AR(拡張現実)機能を用いることで、十字マークと、それに直交するスペーサー計測範囲を表示します。実際の鉄筋と十字マークが重なるように仮想面を調整し、計測範囲を配筋面に合うように調整します。画面上でスペーサーを目視し、マークを設置します。

設置されたマークの個数を数え上げ、スペーサーの個数として画面に表示します。

4.1.8. 計測精度

本製品の計測精度は以下の通りです。

以下の図の通り、各鉄筋径(D10~D41)における平均間隔の誤差は+3.3mm~-4.8mm の間で推移しています。

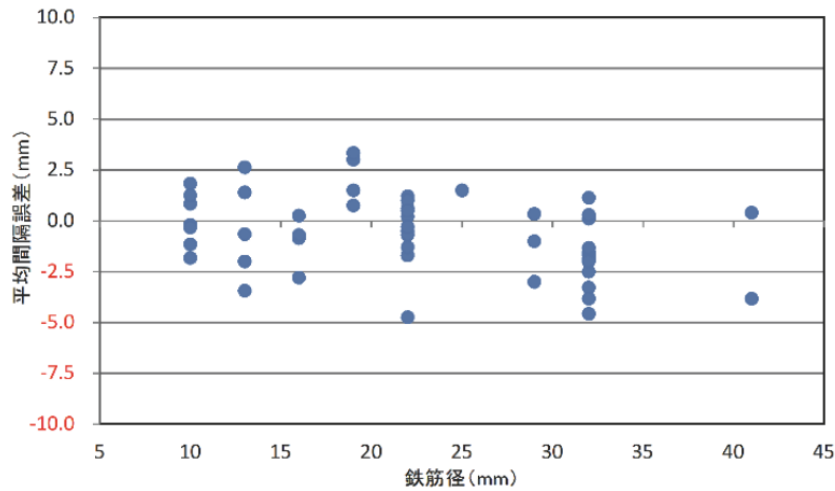


図1 鉄筋径別の計測精度

以下の図は実測値と計測値の差分を鉄筋径で除した無次元量を示しており、+20.2%~-26.5%の値を示しています。

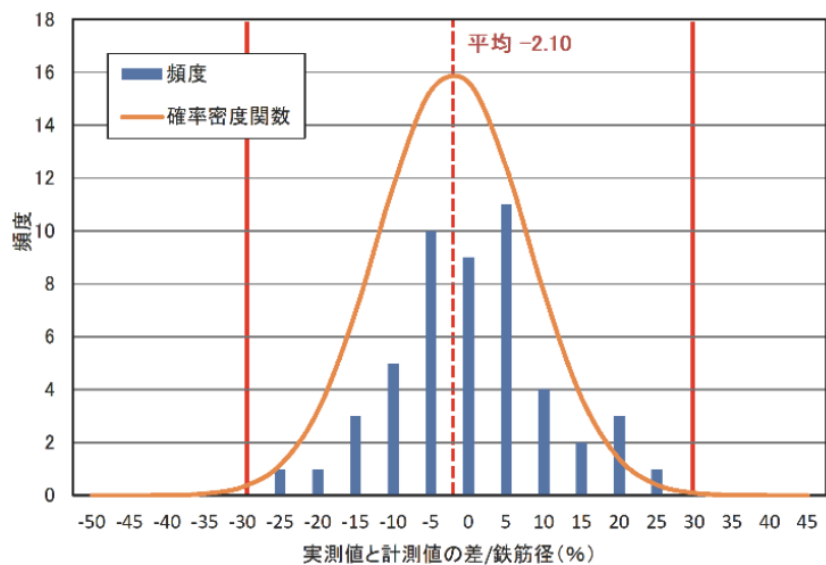


図2 平均間隔誤差のヒストグラム

4.2. キャリブレーション方法

本製品のキャリブレーションは不要です。