



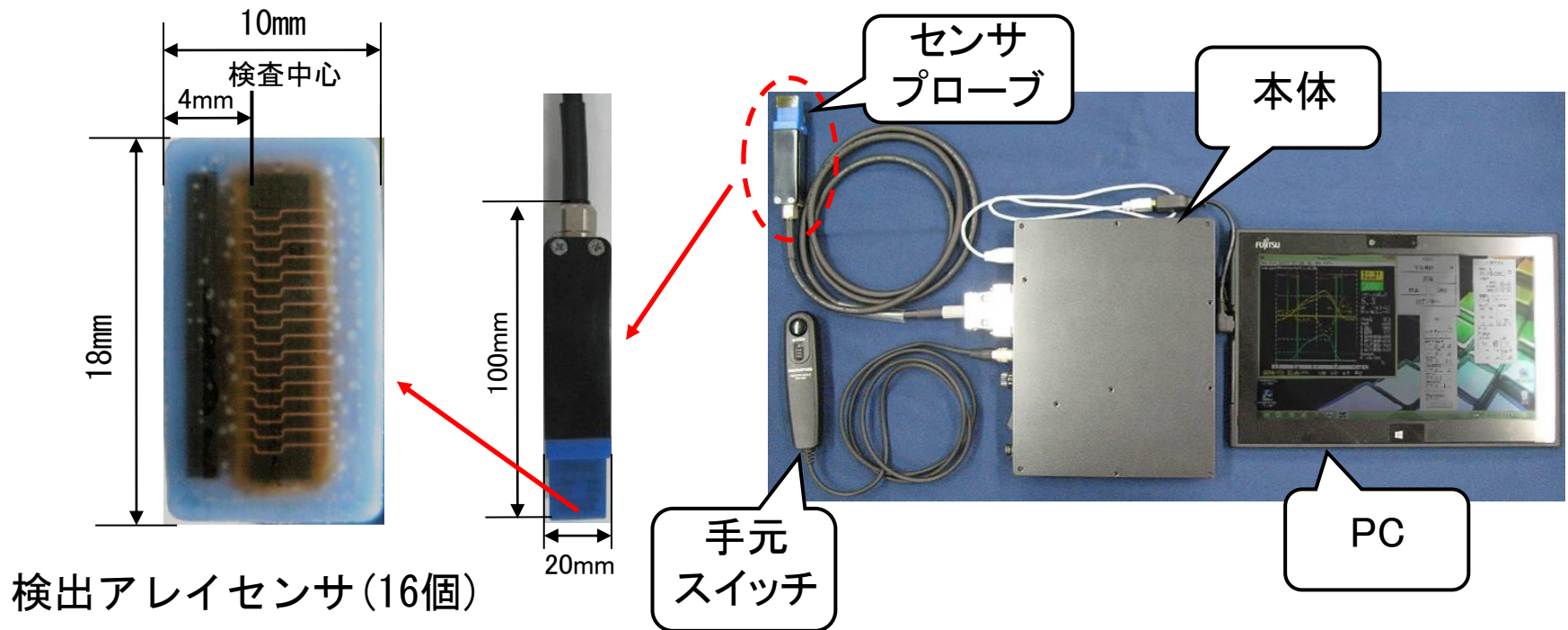
# ナゲットプロファイラーのご紹介

作成：2010年06月10日  
改訂：2024年01月17日

# 1. 装置構成

本装置は以下の4点で構成しています。

- ・ 本体 : ハードウェア制御, および励磁電圧パターン作成機能
- ・ タブレットPC : データ解析, およびマンマシーンIF機能
- ・ センサプローブ : 磁束発生およびデータ取得機能
- ・ 手元スイッチ : 検査データ記録トリガ機能



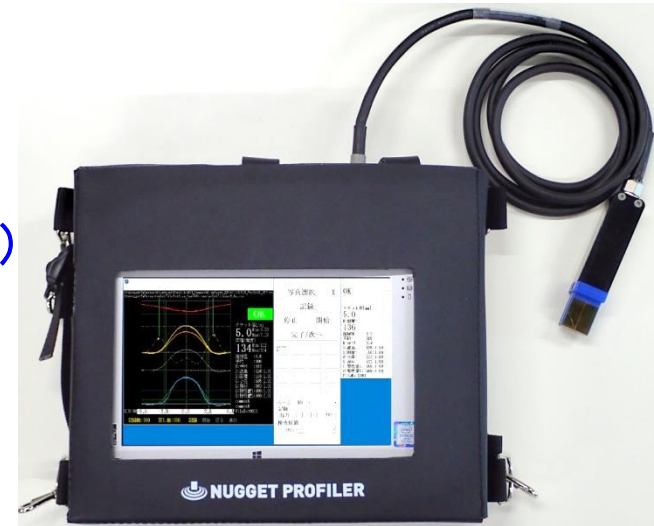
## 2. ナゲットプロファイラーとは

磁気を利用したスポット溶接の検査機です。

※ナゲットプロファイラーをNPと表記します。

特徴：

- ① ナゲットを数値化できます。
- ② ナゲットと圧接の判別が可能です。
- ③ ジェル、水などの媒体は必要ありません。  
(超音波方式はジェル、水などの媒体が必要です。)
- ④ センサーを軽く当てて検査します。
- ⑤ 検査速度は1打点あたり4秒程度です。
- ⑥ 結果を電子ファイルに自動保存します。
- ⑦ バッテリーで駆動します(ライン内に持ち込み可能です)。



**簡単にスポット溶接のナゲットを数値化できる検査機です。**

⇒同位置の溶接が一定品質を維持しているか確認可能

### 3. 他の検査方法との比較

	ナゲット プロファイラー	超音波方式	ドライバチェック たがね試験
検出内容	金属組織の変化量	音響インピーダンス 変化点までの距離	機械的強度
検査対象物	鉄のみ	鉄、非鉄金属	鉄、非鉄金属
検査可能場所	○：検査面周辺に 凸が無い箇所 (センサー接触面積18x10mm)	◎：単一タイプ ○：アレイタイプ	△ 工具の入らない 箇所は不可
ナゲットの定量化	○	×：単一タイプ △：アレイタイプ	×
圧接との区別	○ (定量値の比較による)	△	○
検査物へのダメージ	無し	水、ジェルの 拭き取りが必要。 ⇒金属腐食	曲がりが生じ、 叩き戻しが必要。 ⇒金属疲労
3枚板の検査	△（表裏から検査）	○	△（表裏から検査）
ハイテン材への適用	○	○	△ (溶接部に亀裂の恐れ有)
検査時間	○	△	◎
トレーサビリティ	○	○	×

# 4. 鋼材の変化

## 4-1. 鋼材の温度による相の変化

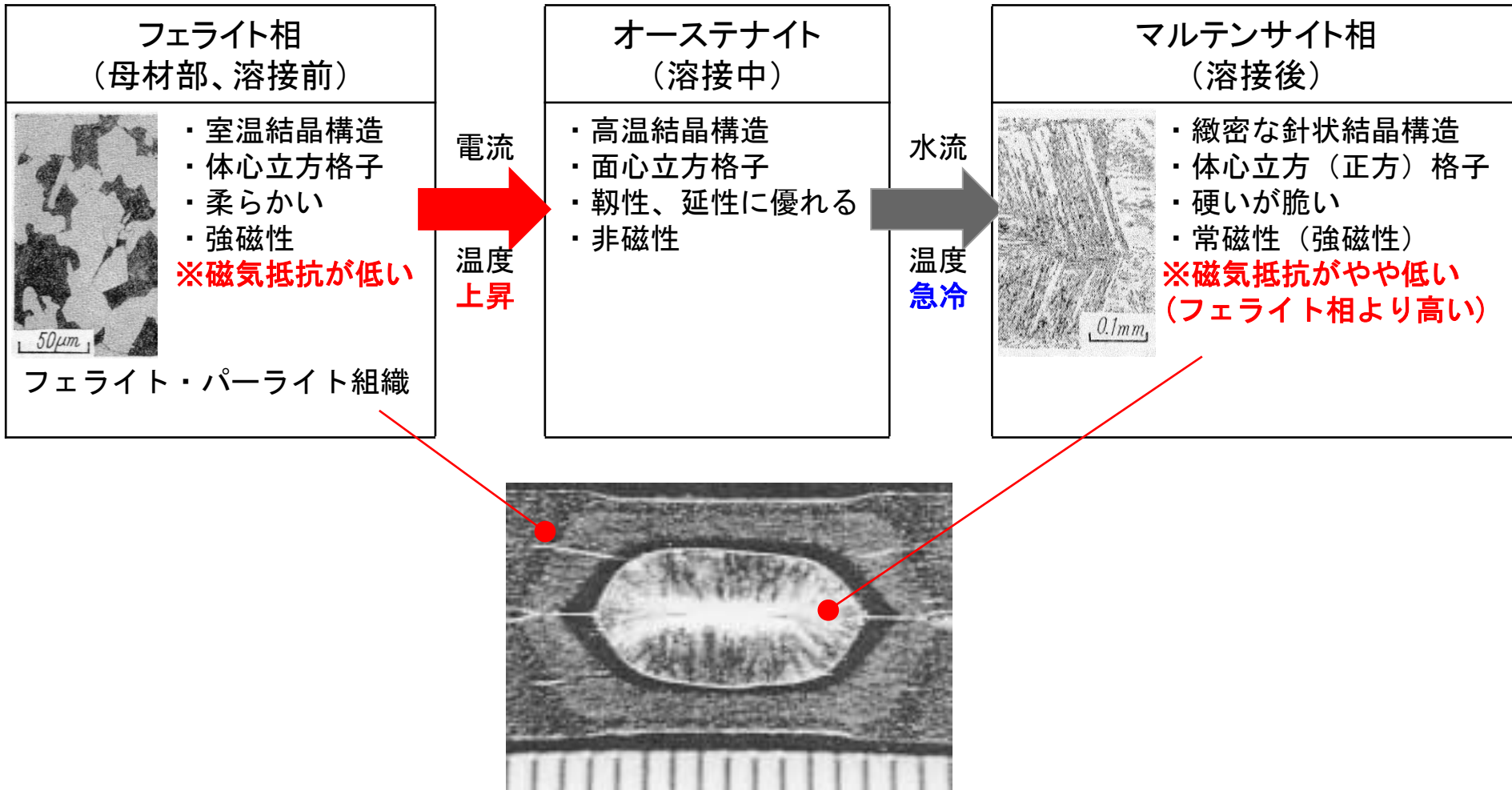


図4.溶接部断面写真

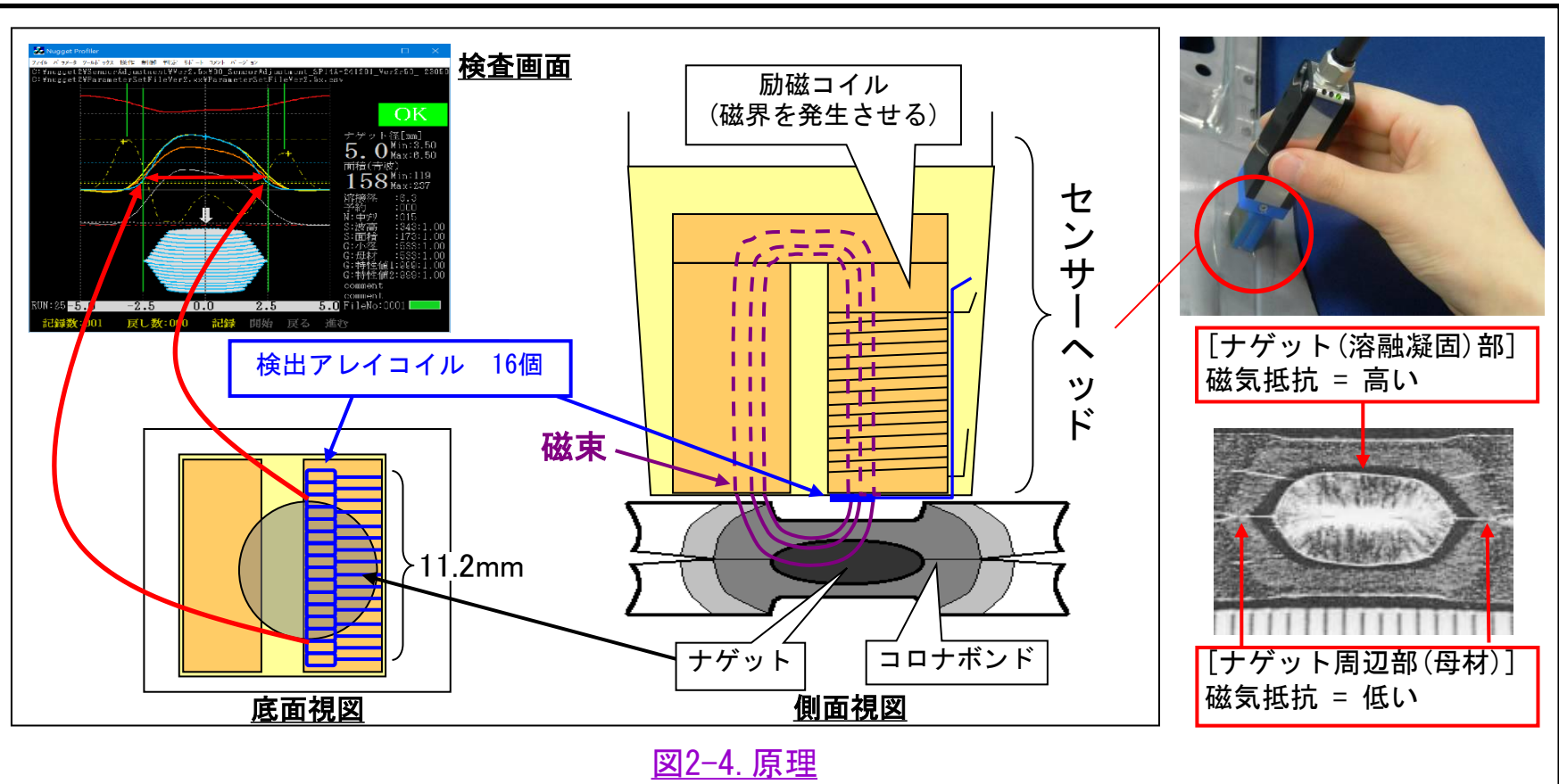
## 5. 検査理論概要とセンサー構造

本磁気センサーは二つのコイルで構成されます。

①励磁コイル：磁気を発生させる電磁石

②検出コイル：発生した磁束を電気信号に変換し取得するコイル

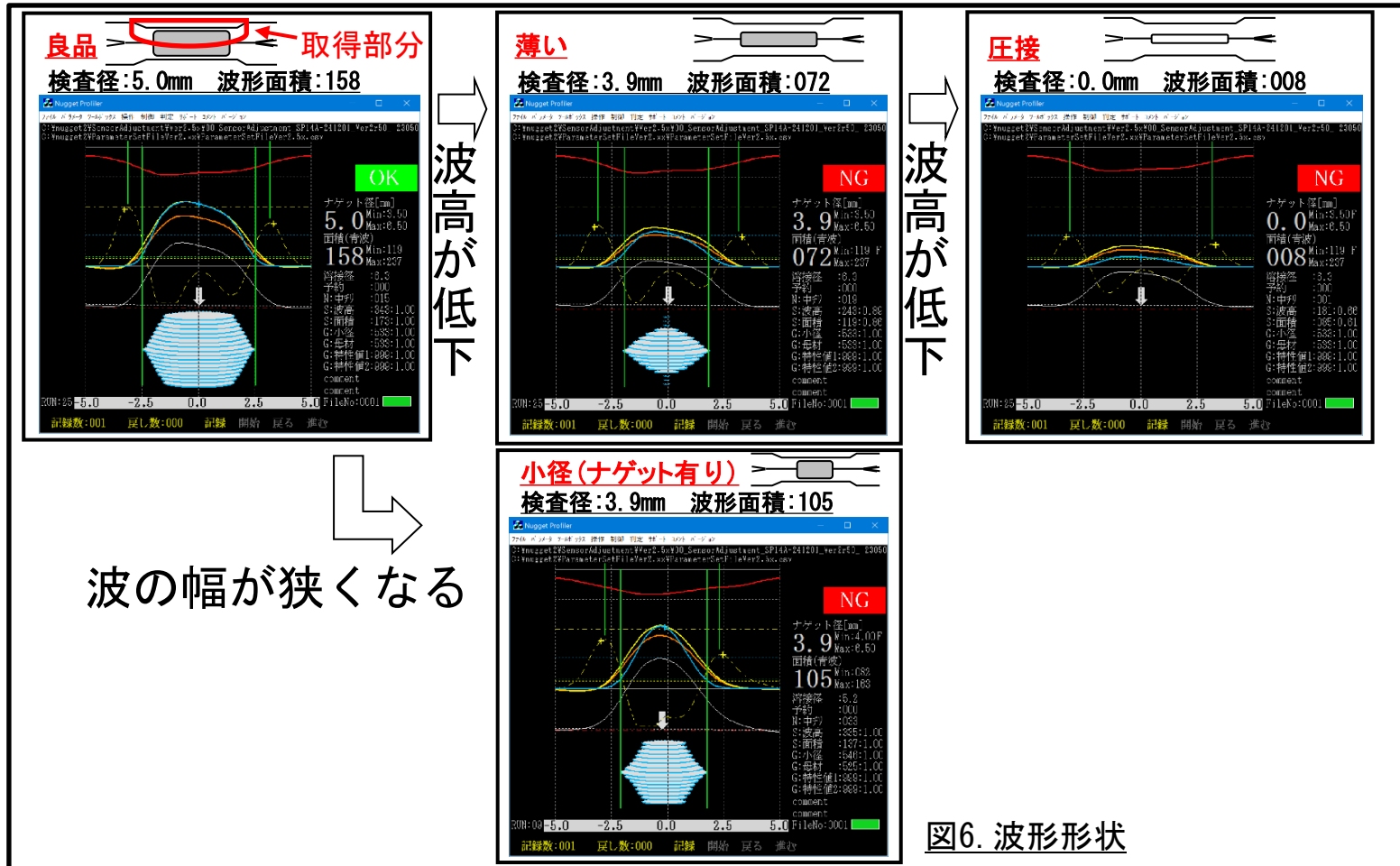
溶接部と母材部との磁気抵抗の差を検出コイル16個で取得し波形化します。



# 6. 溶接品質

## 6.1. 溶接品質と検査値との比較

磁気抵抗の取得部分は下図赤部分(2枚板の1枚目から2枚目の間)です。溶接品質の変化により、検査波形が下図の様に遷移します。よって検査結果として、径のみではなく波形面積も管理する事が望ましいです。





# 7. 圧接とナゲットの判別

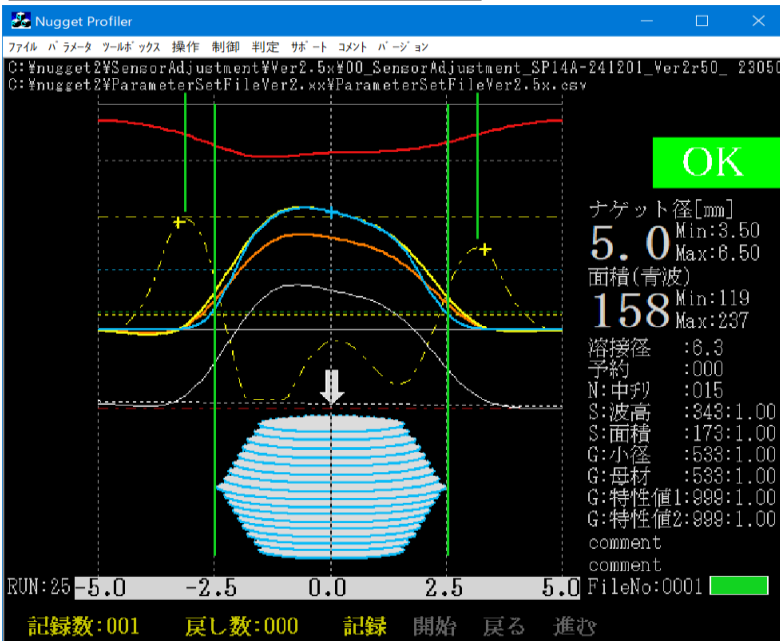
前ページで得られた検出値を元に、不良品（圧接状態）と良品（ナゲット）を検査した際の解析結果（検査波形）を下表に示します。

下表の一番下の『差分』の項が解析結果です。これは黄波と橙波の差分値となります。

- ・ 不良品検査時⇒青波（差分）が平らもしくは低い山状になります。
- ・ 良品検査時⇒青波（差分）が高い山状になります。

※良品/不良品の判定は破壊試験を元に、パラメータで設定します。

## 検査画面（良品検査時）



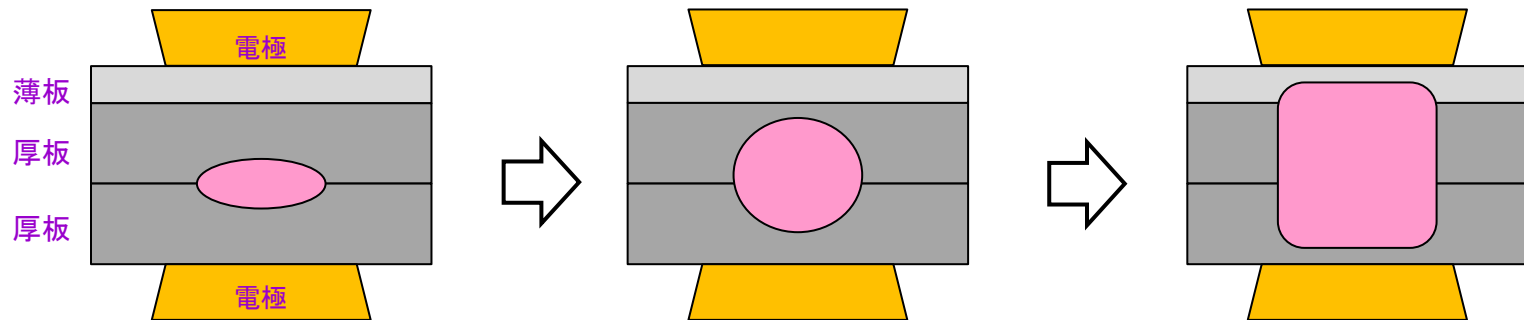
※赤線は表面形状を推測しております。

	良品（ナゲット）	不良品（圧接状態）
マクロ写真 （カット断面）		
弱磁界 検査画面: 橙波 （不要）		
強磁界 検査画面: 黄波 （要・不要）		
差分 検査画面: 青波 ※解析結果		



## 8. 補足資料：3枚板の溶接について

3枚板を溶接する際、以下のようにナゲットが形成されます。



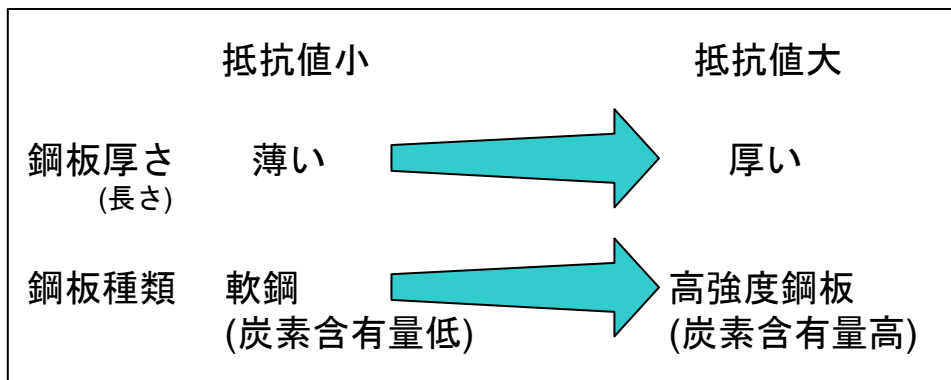
### 【3枚重ね鋼板のナゲット形成順番】

- ・厚板/厚板間から始まり、薄板/厚板間の順番
- ・高強度鋼板同士から始まり、軟鋼板-高強度鋼板の順番  
→電気抵抗の高い箇所からナゲット形成が始まる。

### 【引用元】

溶接学論文集  
第35巻(2017)第1号 他

### ○鋼板厚さと種類の電気抵抗



$$R = \rho \frac{l}{A}$$

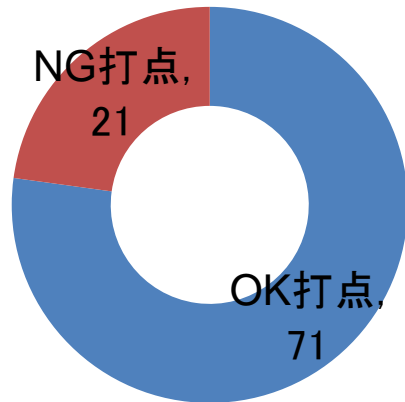
R = 電気抵抗  
ρ = 電気抵抗率  
l = 長さ  
A = 断面積

鉄鋼材料の種類	電気抵抗 ( $\mu \Omega \cdot \text{cm}$ )
炭素鋼(Cが0.1%:S10C相当) ...	14.2
炭素鋼(Cが0.2%:S20C相当) ...	16.9
炭素鋼(Cが0.4%:S40C相当) ...	17.1

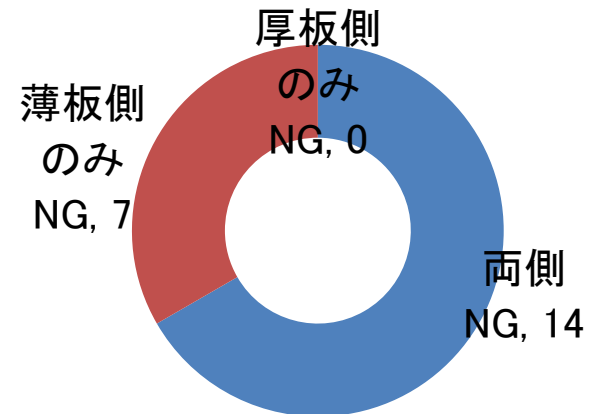
## 8. 補足資料：3枚板の溶接について

3枚重ね溶接92点についてカットチェック検査を行い、溶接状態を確認しました。

3枚板カットチェック OK-NG打点比率





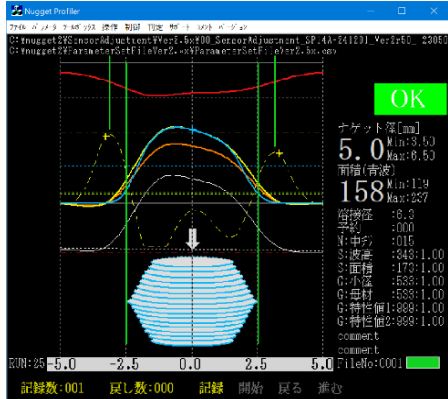
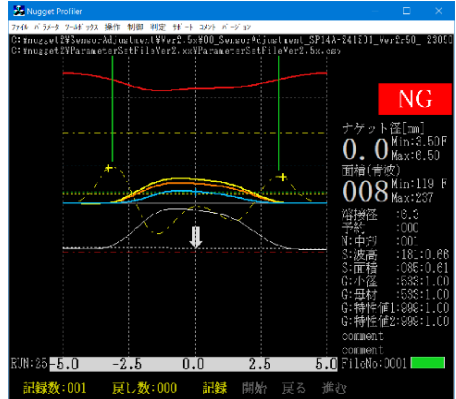
NG打点内訳



### [カットチェック検査]

カットチェック検査とは実際にサンプルを破壊し、溶接系を測る検査方法。

## ○OK品、NG品の比較

項目	OK品	NG品
マクロ写真		
状態	溶融凝固	固相接合 (圧接=cold joint)
組織	変化十分 (マルテンサイト)	変化不十分
磁気抵抗	やや低い (フェライト相より高い)	低い
検査波形	 <p>凸高い</p>	 <p>凸低い</p>

## ○磁気抵抗が変化する項目

項目	S/N	強磁界 (黄波形)	弱磁界 (橙波形)
形状変化 (曲げ・プレスなど)	ノイズ	取得	取得
加圧 (スポット溶接時)	ノイズ	取得	取得
加熱 (組織変化を伴わない)	ノイズ	取得	取得
組織変化 (マルテンサイト変態)	シグナル	取得	ほぼ取得不可

## 9. データ解析方法

本磁気センサーの励磁方式は直流遮断方式です。  
(弊社オリジナル技術：特許取得済み)

一般的な交流（正弦波）方式に比べ  
誘導起電力の発生量が多い事が特徴です。

よって、次の性能を実現しております。

- ①高性能化：鋼鉄の組織変化を検知可能
- ②小型化：約11mm内に16個のアレイセンサを配備

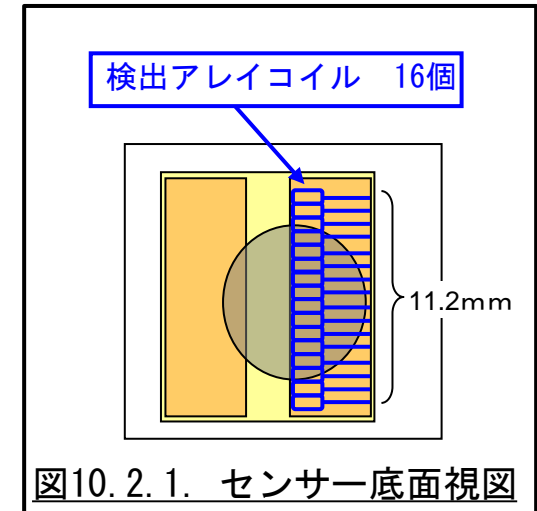


図10.2.1. センサー底面視図

# 10. 装置仕様

装置タイプ		可搬型		据置型
型式		NPH03A	NPH03B	NPF02
本体外形		285 (W) × 205 (D) × 50 (H) mm (突起部除く)	285 (w) × 205 (D) × 70 (H) mm (突起部除く)	350 (W) x255 (D) x100 (H) mm (突起部除く)
重量		1. 91kg	2. 32kg	5. 40kg
画面表示部		Surface 10inch	TOUGHBOOK 10inch	13inch
溶接検査部	検査溶接径 (標準センサ)	3mm～7mm [インデーション径 8mm以下; 有効センサ幅11mm] (上記範囲外も対応できる可能性有り、要相談)		
		被検査板厚 (検査面1枚の厚さ)		
	材質	超ハイテン材、ハイテン材、軟鋼板 (軟鋼板の薄板同士については個別対応)		
	被検査板表面処理	無処理、電気亜鉛メッキ、溶融亜鉛メッキ (アルミメッキは個別対応)		
	被検査板組数	2枚, 3枚 (両面からの検査を推奨)		
	センサ先端材質	FR		
	PC部	データ保存	XLS形式	
検査条件設定		検査画面にて設定 (設定内容はファイルに保存可)		
判定方法		OK／NG判定、推定ナゲット径、ナゲットの成長度		
オプション		ナビモード、検査記録管理		
OS		Windows10 (日本語以外は言語パックで対応) ※ソフトウェアは日本語と英語と中国語に対応しております。		
動作温度範囲		5℃～40℃		
動作湿度範囲		～80%RH (結露なきこと)		
電源		以下2パターンを切替えて使用可能		AC85V～240V、0. 5A
		①AC 85V～240V、0. 5A		
		②バッテリー (単3型Ni-MH充電電池 8本)		

商品の仕様は、改良のため予告なく変更することがありますので、予めご了承下さい。

# APPENDIX