R1100S/R1150

Lambda Shifter 2.0

取扱説明書

2022/12/05

V2.0

Diagram

Description automatically generated with low confidence

凡例

|  |
| --- |
| ビックリマークの標識＜黄色＞ | 無料フリーイラスト素材集 ...  注意！  　車体やデバイスの損傷の可能性のある事項について記載する。  **Icon  Description automatically generated 情報**  デバイスの正常動作にかかわる注意事項について記載する。 |

目次

[1. 特徴 3](#_Toc121143002)

[2. 仕様 4](#_Toc121143003)

[3. 取り付け方法 5](#_Toc121143004)

[3.1 デバイス側 5](#_Toc121143005)

[3.2 車体側 5](#_Toc121143006)

[3.3 デバイスのケーブル色と接続先 5](#_Toc121143007)

[4. WiFi接続方法 7](#_Toc121143008)

[4.1 APモード 7](#_Toc121143009)

[4.2 クライアントモード 8](#_Toc121143010)

[5. デバイスの操作 10](#_Toc121143011)

[5.1 Realtime Graph 10](#_Toc121143012)

[5.2 Logging 11](#_Toc121143013)

[5.3 Shift Votage 12](#_Toc121143014)

[5.4 ECU MAP(オプション) 13](#_Toc121143015)

[5.5 WiFi Mode 13](#_Toc121143016)

[5.6 Firm/File Version 14](#_Toc121143017)

[6. Appendix 15](#_Toc121143018)

[Appendix. R1100S/R1150 デバイスの電源接続例 15](#_Toc121143019)

[Appendix. R1200シリーズへの取り付け 17](#_Toc121143020)

[Appendix. コーディングプラグによるマップ切替 19](#_Toc121143021)

[Appendix. 動作チェックリスト 20](#_Toc121143022)

[Appendix. O2センサーの仕様と計測結果 21](#_Toc121143023)

[Appendix. 開発リソース/開発環境 23](#_Toc121143024)

[Appendix. よくある質問 24](#_Toc121143025)

[Appendix. 問い合わせ先 26](#_Toc121143026)

[Appendix. ライセンス情報 27](#_Toc121143027)

# 特徴

このデバイスは、狭帯域02センサーを備えるMoronic2.4ECU向けに、低中回転、低負荷域のクルーズ領域の燃料を調整し、運転特性の改善を目的としたものである。ストックの状態では、環境規制対応によりクローズドループの空燃比が14.7に固定されている。このデバイスにより、13.7程度までリッチに設定できる。

リッチにすることによるメリットは以下の通り。

* アイドリングの安定
* 中低速トルクの向上
* クルージング領域のスロットルレスポンスの改善
* エンジン温度の低下

その他、デバイスの全ての機能をスマートフォンなどの無線LANに対応した機器で操作できる。



クローズドループとオープンループによるECUの制御、および点火時期の調整は以下のドキュメントを参考のこと。

**英語版**

<https://drive.google.com/file/d/1yzwXpZE8MO3YYsV9nFuAE6dRmlb3xPf2/view?usp=sharing>

**日本語版**

<https://drive.google.com/file/d/17E6WIj0e4-W8HM2w7mWsXGhC5LxRpZlZ/view?usp=sharing>

本デバイスとソフトウェアはMITライセンスを前提に公開している。詳細は「Appendix. 開発リソース・開発環境」「Appendix.ライセンス情報」を参照のこと。

# 仕様

****

デバイス内部

コネクタ等

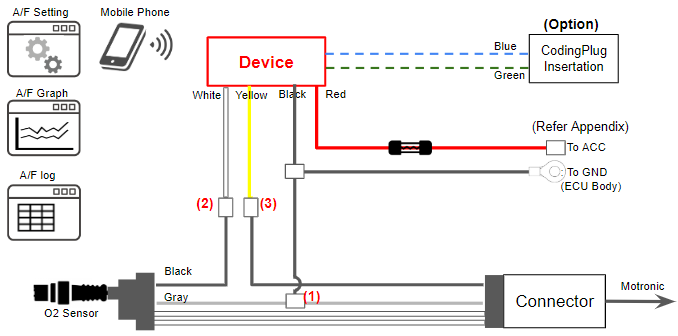
|  |  |
| --- | --- |
| 項目 | 内容 |
| **サイズ(mm)** | 58 × 36 × 16 |
| **重量** | 40g(ケーブル含む) |
| **電源電圧** | 9v～20v |
| **使用温度範囲** | -20～80℃ |
| **消費電力** | 平均80mA 最大500mA(Wi-Fi接続時) |
| **防水レベル** | 生活防水 |
| **入力センサー数** | 2 |
| **センサー入力範囲(誤差)** | 100～1000mV(±1%) |
| **電圧出力範囲(誤差)** | 100～900mV(±1%) |
| **Wi-Fi** | 802.11 b/g/n（HT40） |
| **対応ブラウザ** | Google Chrome 56以降 |
| **推奨画面サイズ** | 400px × 800px 以上 |

# 取り付け方法

## デバイス側

配線図を参考に、02センサーと電源を接続し、デバイスを適切な場所に取り付ける。

コーディングプラグへの接続は、ECUチップ接続切替のためのオプション。

****

## 車体側

* 配線図、Appendixを参考に、デバイスの電源(赤/黒)を接続する。
* センサーの灰ケーブルにエレクトロタップを接続し、デバイスの黒と接続する※(1)
* ストックのO2センサーの黒のケーブルを切断し、O2センサー側をデバイスの白に接続する。 ※(2)

車体側の黒のケーブルを、デバイスの黄のケーブルに接続する。※(3)

* コーディングプラグへの差し込みは平型(250型)の端子を利用する。抜けないようケーブルを固定する。

## デバイスのケーブル色と接続先

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| デバイスのケーブル色 | 接続先 | (参考)内部接続ピン |
| 赤 | 12v(ACC) | 2(VIN+) |
| 黒: | 車体のアース。バッテリーのマイナス端子を推奨 | 1(GND) |
| 白 | O2センサーの黒ケーブル。センサー側 | 35 |
| 黄 | O2センサーの黒ケーブル。車体側 | 25 |
| 青 | コーディングプラグの86番端子 | 18 |
| 緑 | コーディングプラグの87番端子 | 19 |



注意！

* O2センサーの近くで、かつ利用時の仕様を満たす場所に設置すること。

ex) 雨が直接当たらない。エンジンの熱が直接伝わらない。

* 電源を逆に接続しないこと。ヒューズが飛ぶか、内部の電源パーツが損傷する。

損傷した場合はデバイスを分解し、ヒューズ、レギュレーター、ダイオードのいずれかを交換する必要がある。

* 電源と、白/灰/茶/緑のケーブルをショートさせないこと。デバイス内部チップが破損する。

発熱の可能性があるため、内部チップの破損の可能性がある場合は使用を取りやめ、デバイスを取り外す。

* 電源をONにした状態で、デバイスのケーブル同士、車体の金属部分をショートさせないこと。

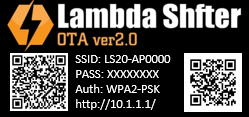
# WiFi接続方法

本デバイスは、2通りのWi-Fi接続方式を提供する。

## APモード

本デバイスの初期状態。デバイスをアクセスポイントにし、スマートフォン側から接続する。

設定は本デバイスの表面に記載されている。本設定は変更できない。



**Wi-Fi**

**URL**

※デバイスのWiFi接続情報例、接続方向

(1)車体の電源をONにし、スマートフォン等でデバイスのSSIDに接続する。

(2)http://10.1.1.1/ のURLにアクセスする。本デバイスのメニュー画面が表示される。

　→接続できない場合はモバイル回線をOFFにすること。

Graphical user interface

Description automatically generated

デバイスをONにするたび、Wi-Fi再接続が必要となる。また、同時にモバイル回線を使えない機種が存在する。

以下のクライアントモードを使用すると、WiFi再接続不要、モバイル回線を同時利用可能となる。

## クライアントモード

スマートフォンのテザリング機能を利用し、デバイス側からスマートフォンに接続する。



(1)APモードでデバイスに接続する。

(2)メニューの「WiFi Mode」→「Edit」 をクリックする。

Graphical user interface

Description automatically generated

(3)スマートフォンのテザリングのSSID、パスワード、IPアドレス、ゲートウェイを入力する



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Parameter** | **Android** | **iPhone** |
| SSID | スマートフォンに合わせる | スマートフォンに合わせる※ |
| Password | スマートフォンに合わせる | スマートフォンに合わせる |
| IP | 192.168.43.10 | 172.20.10.5 |
| Subnet | 255.255.255.0 | 255.255.255.240 |
| Gateway | 192.168.43.1 | 172.20.10.1 |

※設定例。機種によっては別途調査必要。

※日本語のSSIDだと接続できない場合がある。以下を参照してSSIDを英数字のみに変更すること

※ <https://www.softbank.jp/support/faq/view/11973>

(4)「Set(Restart)」ボタンをクリックし、イグニッションをOFFにする。

(5)スマートフォンのテザリングを有効にした後、イグニッションをONにする。

(6)http://[デバイスに設定したip]/にアクセスする。

　→本デバイスのメニューが表示される

次回以降は(5)(6)のみ実施すれば接続できる。

**Icon

Description automatically generated  
情報**

**メニューが表示されない場合**

スマートフォンのテザリングをOFFにし、デバイスの電源をOFF/ONした後、APモードで再度接続。

Wi-Fi SettingのStatusを確認し、以下の通り設定を修正する。

Wi-Fi: **NG**

SSIDかパスワードが誤っている。

Wi-Fi: **OK** Gateway:**NG**

IPかゲートウェイ設定が誤っている。

参考：Wi-Fi: **OK** Gateway:**OK** Internet:**NG**

デバイスの接続は正常。スマートフォンがインターネットに接続されていない。

# デバイスの操作

本デバイスは、全ての操作をスマートフォンやPCで行う。

操作方法は以下の通り。

## Realtime Graph

メニューのRealtime Graph行の「30sec」「2min」を選択すると、デバイスのセンサー電圧入出力をリアルタイムに確認できる。



灰色のバー、および線はO2センサーの入力であり、オレンジの線はECUへの出力である。

オレンジの線が400mvより下にある際は、ECUは燃料がリーンであると判断し、500mvより上にある場合、ECUはリッチであると判断する。

O2センサーを二つ接続している場合は、「▼」を選択することで、2番目のグラフを表示できる。

**Icon

Description automatically generated  
情報**

狭帯域O2センサーは、仕様により燃料のリッチ、リーン、中間のみを判定している。一般的な特性は以下の通り。

・常にリッチとリーンを行き来する状態が正常。詳細は「Appendix O2センサーの仕様」を参照

・冷間時(油温/水温が60℃以下)は、濃い状態になる。

・アイドリング時、クルージング時は、濃い/薄い状態を行ったり来たりする。

・アクセルを大きく開けると濃い状態が継続する。

・2000rpm以上でアクセルを閉じると、燃料カットオフにより、薄い状態になる。

* エンジン温間時も上記動作とならない場合は、「Appendix 動作チェックリスト」を参照してO2センサーをチェックする。

## Logging

Logging行の「Switch」をタップすると、ステータスのONとOFFが切り替わる。

「ON」の状態でログを記録し、適当なタイミングで「Download」をタップしてCSV形式のログをダウンロードする。



**Icon

Description automatically generated  
情報**

* イグニッションをOFFにする前にファイルをダウンロードすること。ログはデバイスの電源がOFFになると削除される。
* ログがデバイスの保存上限を超えた場合は、スマートフォンからアクセスが不可となる。

## Shift Votage

ECUに出力するセンサー電圧を変更し、燃料噴射量を調整する機能。デフォルトは14.7。

この設定値はデバイスに保存されるため、毎回設定画面を表示する必要はない。

「Shift Voltage」行で、シフト電圧(空燃比)を選択。「SET」をタップする。



**Icon

Description automatically generated  
情報**

「Disable」は、センサー入力とは関係なくECUに0.45Vを出力し、クローズドループをOFFとするモードである。



**注意！**

* 空燃比をリーンにする場合は、油温やプラグの焼けの状態を把握すること。加熱によるエンジンブローのリスクを伴う。
* 「-0.37(13.7)」「0.30(15.3)」を選択した場合、実際の空燃比との誤差が大きくなる可能性がある。ストックの狭帯域O2センサーは、14.7の検出のみを目的としているため。
* Motronic2.4にはクローズドループのトリムの結果をオープンループに反映する学習機能がある。反映は通常200～300km走行後に学習が完了する。

## ECU MAP(オプション)

コーディングプラグの特定のピンとGNDを接続し、ECUのマップを切り替える機能。

この設定値はデバイスに保存されるため、毎回設定画面を表示する必要はない。

「ECU MAP」行で、マップを選択。「SET」をタップする。





**注意！**

* 本機能はECUのマップ書き換え、およびBMWの出荷地域切替用コーディングプラグを前提とする。

詳細を知りたい場合は、問い合わせ先に問い合わせる。

* マップ書き換えについては「Appendix1」を参照のこと。

## WiFi Mode

「4.WiFi接続方法」を参照のこと。

## Firm/File Version

現在のファームウェア、Web画面のバージョンを表示する。「Update」をクリックすると、ファームウェア、ファイルのアップロード画面となる。本機能は、導入後のソフトウェアの修正、センサーのキャリブレーション、機能追加の際に利用する機能である。

「firmware.bin」をアップロードする際は「Firmware」、「spiffs.bin」をアップロードする際は「Filesystem」を選択する。





**注意！**

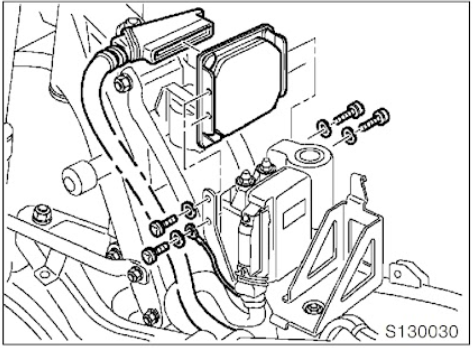
* アップロードは、問い合わせの結果、必要がある場合のみ行うこと。
* ファームウェア、ファイルシステムはデバイスごとに異なるため、他のデバイスのファイルを流用しないこと。
* FirmwareとFilesystemを正しく選択すること。誤った場合、再度アップロードし直しが必要になる。

# Appendix

Appendix. R1100S/R1150 デバイスの電源接続例

**GND・センサー灰の接続**

* デバイスの黒ケーブルは、車体のGNDとO2センサーの灰に接続する。
* 車体側はECU(Motronic)マウント部のボルト/ネジに取り付けを推奨。

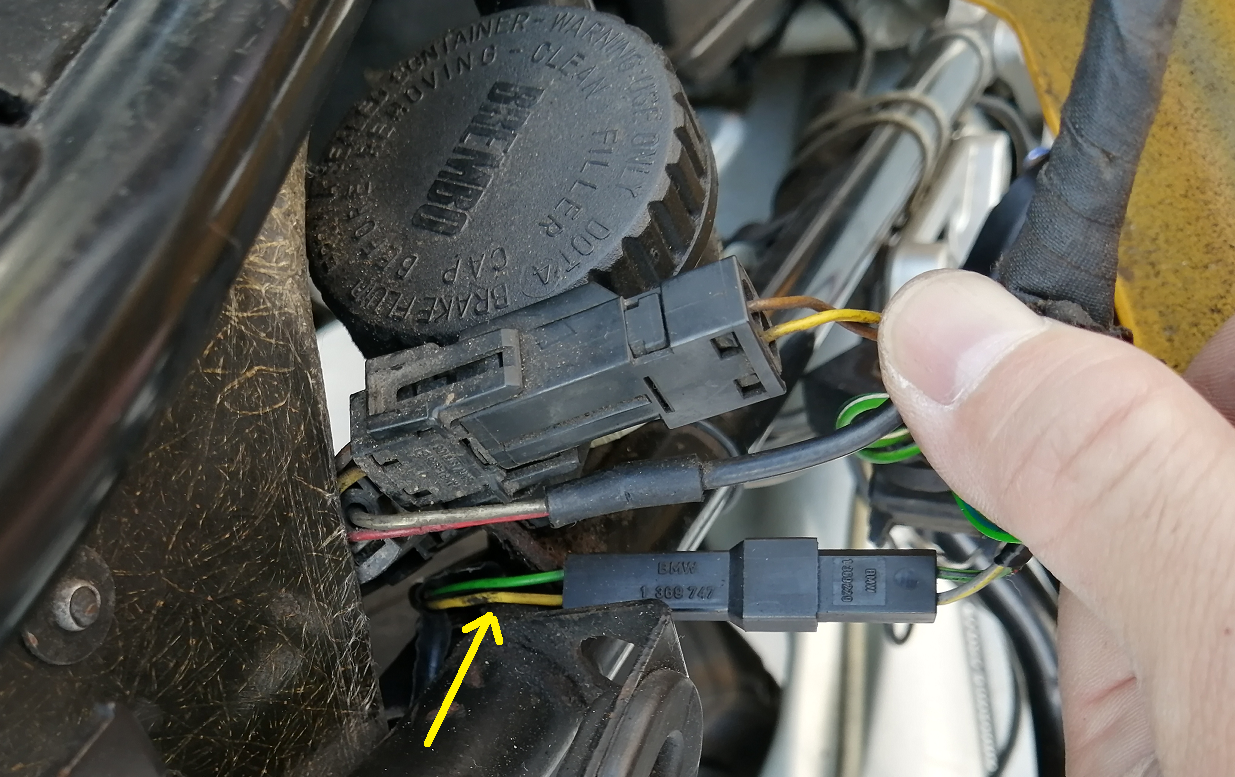


* O2センサーの灰のケーブルに接続するためエレクトロタップを利用する。本項「エレクトロタップ接続例」を参照のこと

**ACC電源**

デバイスの赤ケーブルを車体のACC電源に接続する。本項「エレクトロタップ接続例」を参照のこと

以下はR1100Sのブレーキスイッチのケーブル(黄)に割り込ませる例。





**注意！**

* エレクトロタップは正しく利用すること。接触不良が発生し、デバイスが正しく動作しない恐れがある。
* GND、およびACC電源を取る際は、事前にテスター等を利用して配線の状態を確認すること。

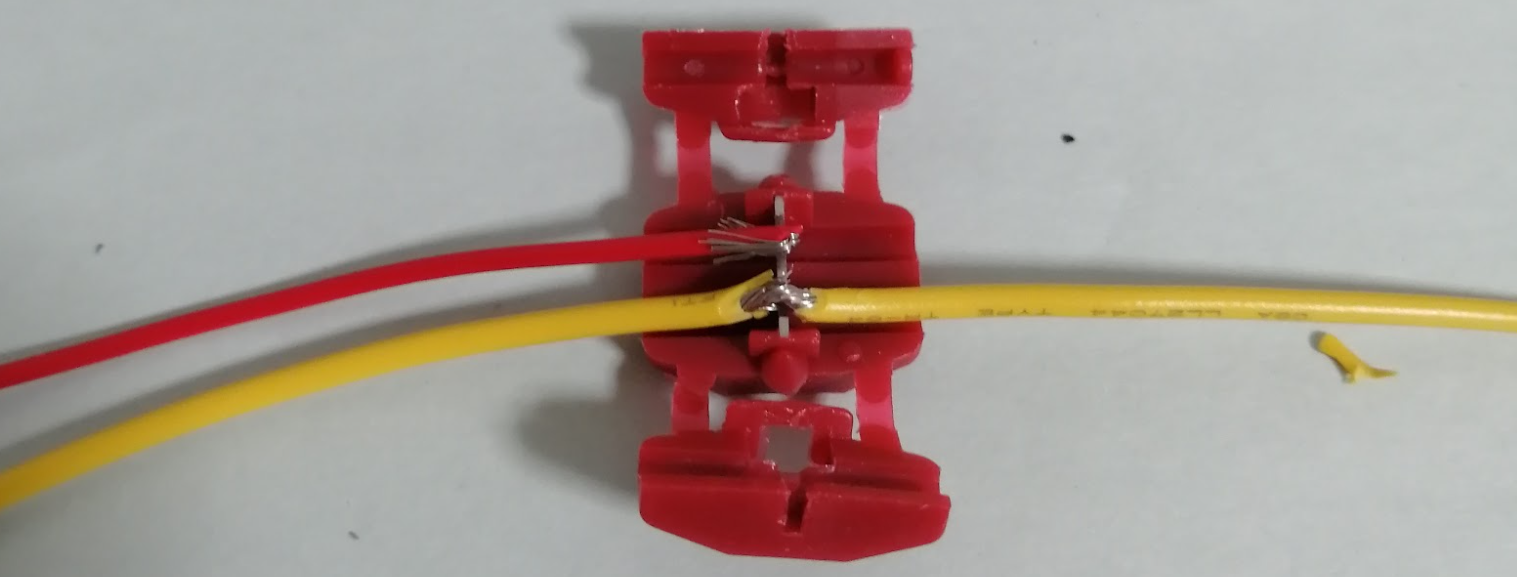
配線の状態が正しくない場合、デバイスが正しく動作しない恐れがある。

**エレクトロタップ接続例**

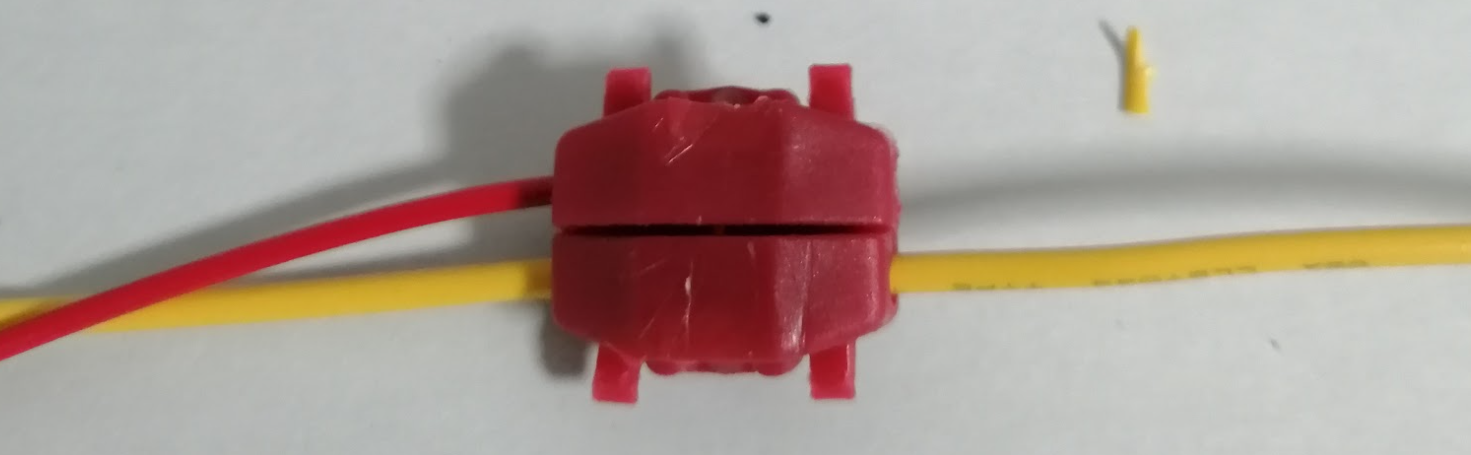
接続先のケーブルの被覆をカッター等で削る。デバイス側のケーブルは先端の被覆を削った上で折り返す。



以下のように、電線部分がエレクトロタップ中央の金属部分に触れるよう配置する。



プライヤー等で、パチンと音がするまでエレクトロタップを挟み込む。



エレクトロタップは配線用ビニールテープ等でカバーする



Appendix. R1200シリーズへの取り付け

R1200シリーズはO2センサーが2本あり、R1100S/R1150とはコネクターの場所と形状が異なります。以下は実際の取り付けを元にした参考情報です。

**(1)デバイスの設置場所**

特に指定はありません。車体のアースと、ACC電源を取りやすく、デバイスの仕様を満たす場所に設置して下さい。

**(2)延長ケーブル作成**

R1200シリーズのO2センサーのコネクターは、以下の通り、シリンダーヘッドの下、カバー内にあります。左右一つずつです。



**Device**

デバイス(設置場所は参考)から白と黄色の延長ケーブルを作成して下さい。延長したケーブルはチューブやビニールテープで保護して下さい。

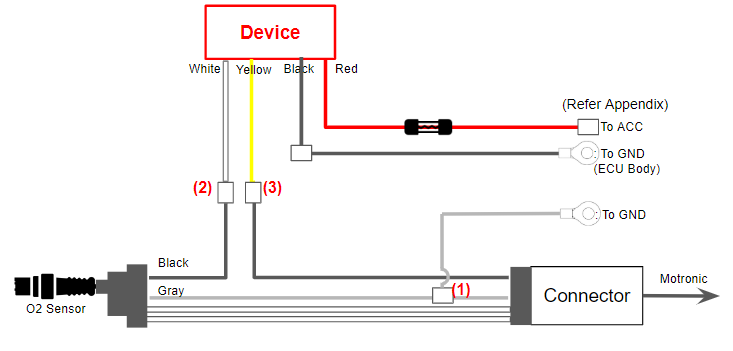
**(3)O2センサーコネクターとデバイスの接続**

対象のコネクターは以下の通り、白、白、灰、黒のケーブルが出ています。



以下の図の通り、コネクター側のケーブルに、デバイスを接続して下さい。図は二本目のセンサーを省略しています。

(1センサーモデルとの違いは、オプションがなく、灰色のケーブルの接続先が車体GNDとなります。)



配線はチューブかビニールテープで保護して下さい。

以下は灰色のケーブルの接続例です。接続先は、車体のアースが来ているか、事前に確認して下さい。



Appendix. コーディングプラグによるマップ切替

デバイスの茶と緑のケーブルの先に平型端子を付け、車体のコーディングプラグ挿入口に接続し、ECUのマップ切替スイッチとして利用する。



A picture containing text, indoor, decorated

Description automatically generated

**Icon

Description automatically generated**

**情報**

* **(重要)キルスイッチをOFFにした状態でイグニッションをONにし、キルスイッチをONにしてエンジン始動する。** マップを反映させるにはECUの再読み込みが必要なため。
* ストックのマップは切り替えても大きな差異はないため、ECUのEPROMチップ交換を推奨する。下記URLの「5.2. ECU チップ交換」「Appendix3 コーディングプラグによるマップの切替」を参照のこと

**英語版**

<https://drive.google.com/file/d/1yzwXpZE8MO3YYsV9nFuAE6dRmlb3xPf2/view?usp=sharing>

**日本語版**

<https://drive.google.com/file/d/17E6WIj0e4-W8HM2w7mWsXGhC5LxRpZlZ/view?usp=sharing>

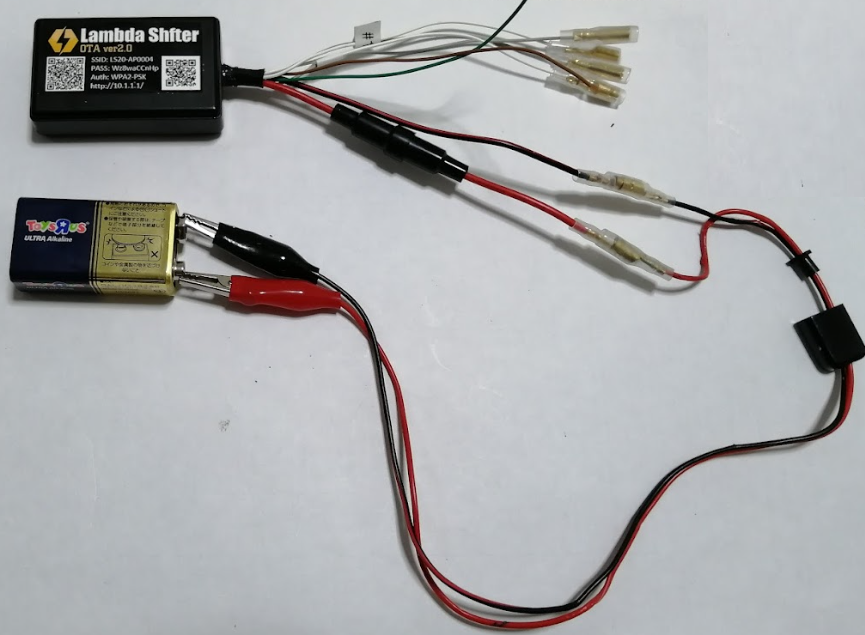
Appendix. 動作チェックリスト

単体はデバイスと車体を切り離した状態、結合は取り付けが完了した状態。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| カテゴリ | No |  | チェック | 原因・備考 |
| 車体 | 1 | GS911等のECU診断ツールを利用し、エラーがないか |  | デバイス取り付け前にエラーを解消する |
| 2 | 02センサーのコネクタを外し、車体側のピンに電圧計を付け、以下の電圧となるか。  黒―車体(GND)： 0.58v前後  灰→車体(GND)： 0.14v前後 |  | 電圧が基準から大きく外れる場合は、ECUの故障 |
| 3 | 02センサーをガスバーナー等で800℃まで熱し、黒と灰色のケーブル間の電圧が0.1-0.15v程度あるか。 |  | 正常動作しない場合、02センサーの異常。 |
| 4 | イグニッションをONにした際、燃料ポンプが3秒程度稼働して停止するか。 |  | 正常動作しない場合、車体の(切断した)灰色ケーブルの接続(アース)不良。 |
| デバイス | 5 | 車体の電源を入れた際、デバイスのSSIDが表示されるか。 |  | 表示されない場合、電源接続不良、もしくはデバイスの故障。 |
| 6 | デバイスのグラフを確認し、02センサーの入力状態は正しいか |  | 正常動作しない場合、デバイス内部の損傷か、プログラムの不具合。 |
| 7 | デバイスの空燃比設定を「disable」にした時、黒－灰間の電圧が450mv(±1%)となるか |  | 正常動作しない場合、デバイス内部の損傷か、プログラムの不具合。 |
| 8 | デバイスのマップを切り替えた際、ケーブル間の抵抗が以下の通りとなるか。  MAP2： 茶-黒の間が0Ω  MAP3： 緑-黒の間が0Ω |  | 正常動作しない場合、デバイス内部の損傷か、プログラムの不具合。 |

**TIPS**

以下の図のように9vの電池を接続することで、デバイス単体の動作確認ができる。(項番5、7、8)



Appendix. O2センサーの仕様と計測結果

R1100S(R1150)のECUは、BOSCHのStep change(狭帯域)02センサーを使用して燃料調整をしている。

ECUの仕様は公開されていないが、BOSCH狭帯域O2センサーの仕様とECUの電圧測定結果を元に、このデバイスのECUへの出力を決定した。

参考にしたBOSCH O2センサーの資料は以下の通り。

<https://www.boschaftermarket.com/xrm/media/images/country_specific/sg/services_and_support_6/downloads_18/lambda_sensors.pdf>

------------------引用--------------------------

*Step-change sensors detect the “stoichiometric mixture” (λ = 1) and compare the residual oxygen content of the exhaust gas with the oxygen content of the ambient air. They detect the transition from rich to lean air/fuel ratio and vice versa. Depending on the oxygen content of the exhaust gas, they generate a voltage of approx. 20 to 900 mV.*

*Check signal profile – step-change sensor:*

* + *Control sensor signal oscillates between approx. 0.1 and 0.9 V*
  + *The larger the control-sensor voltage boost, the better the signal*
  + *The lower the voltage boost of the diagnostic sensor, the better the condition of the catalytic converter*
  + *Frequency between 0.3 and 3 Hz*
  + *Voltage < 0.4 V ➔ lean mixture*
  + *Voltage > 0.5 V ➔ rich mixture*

*Check control unit:*

* + *Is the reference voltage 450 mV?*

*Check the power supply of the lambda sensor heater*

*Check the actual values of the lambda sensor heater using a diagnostic tester.*

*There must be a constant power supply of 10.5 to 13.5 V. It the power supply OK?*

--------------------------------------------------

**測定結果**

　関係するセンサー、ECU等の測定結果は以下であった。

* ECU黒-GND：0.59v前後
* ECU灰-GND：0.14v前後
* ECU黒-灰： 0.45v前後

\*この値は、BOSHのリファレンス電圧と一致している。

* O2センサー温間時 黒灰： 0.14v前後

\*02センサー単体をガスバーナーで炙り、1000℃程度まで熱する

* GSS911 O2センサー冷間時： 0.45v
* GSS911 O2センサー温間時： 0.14v
* LC-2 冷間時アナログ出力： 0.45v
* LC-2 温間時アナログ出力： 0.14v

**ECUの燃料調整ロジックの推測**

* O2センサーの故障を判定するために、黒と灰で0.45vの電位差を計測している。
* ECUは、02センサーのλ=1(A/F14.7)を閾値に、濃い(0.4v以下)、薄い(0.5v以上)、中間(0.4v-0.5v)の三つの電圧を入力にしている。
* ECUに入力する電圧を適切にシフトすることにより、A/Fをコントロールすることができる。

**電圧シフト値とA/Fの関係**

ストック98年式 R1100SにLC-2(広帯域O2センサー付き空燃比ロガー)を用いて、狭帯域02センサーの電圧シフト量と空燃比の関係を測定した

|  |  |
| --- | --- |
| Shift Voltage | A/F |
| -0.30 | 15.3 |
| -0.20 | 15.1 |
| -0.10 | 14.9 |
| 0.00 | 14.7 |
| 0.10 | 14.5 |
| 0.20 | 14.3 |
| 0.30 | 14.0 |
| 0.37 | 13.7 |

ただし、この数値は概算であり、車体の個体差や、吸排気系等のカスタムにより変動する可能性がある。

また、シフト値が-0.4v – 0.4vを超えた場合、02センサーの動作範囲が著しく狭くなるため、空燃比の誤差が大きくなる。

Appendix. 開発リソース/開発環境

**プロジェクト経緯**

[Home | BMW R1100S ECU tuning Project (tmp-net.biz)](http://wiki-ls2.tmp-net.biz/)

**開発リソース**

<https://github.com/y23tanaka/LambdaShifter2.0/>

**開発環境**

* Windows10 / VSCode / PlatformIO
* Arduino(C++) / HTML5 / Javascript
* Design Spark

**DIYする際の注意**

* ESP32は、チップ単体でファーム、ファイルを導入すること。導入のためにUSBアダプタを備えた、ESP32マウント/取り外し可能な開発ボードを購入する必要がある。
* インストール前に、デバイスのO2センサーの入力(白)、出力(黄)のキャリブレーションを実施する必要がある。ESP32のADCは個体ごとに入力値、出力値に差があるため。

Appendix. よくある質問

* **デバイスが壊れた場合はどうなりますか**

デバイスが完全に壊れた場合、ECUから見ると、O2センサーの信号がなくなるため、ECUのマップが緊急モードとなります(車種により動作は異なります)。この場合、デバイスにWiFiで接続できなくなります。センサーの出力値が不適正になる等、不完全に壊れた実績はありません。

* **センサー入力値が120mVを下回らないことがあるのはなぜですか。**

デバイスの仕様です。動作に影響ありません。ECUは400mV-500mVを燃料が適正と判断し、それ以上はリッチ、それ以下はリーンと判断しています。よってECUにとって0mVと200mVは同義です。

* **出力値が900－950mVを超えない/100-150mVを下回らないのはなぜですか。**

ECU保護のためです。動作に影響はありません。

* **同じデバイスを持っている人に操作されませんか。**

非常に困難です。SSIDとパスワードはデバイス毎に異なるためです。

* **ブラウザの通信が暗号化されていません。**

仕様です。無線は暗号化されているため、傍受は非常に困難です。

* **無線の電波が弱い**

無線を受け取るスマートフォン等とデバイスの間に金属を挟まないよう設置位置を調整して下さい。

* **ログ取得時間が120分を超えるとどうなりますか。**

デバイスにWebアクセスできなくなることがあります。電圧調整機能は正常動作します。　イグニッションを一度切る等して、デバイスを再起動してください。　再起動した場合、ログファイルは失われます。

* **デバイスにアクセスするための情報を紛失しました。**

お問い合わせください。SSID(シリアル番号)か、購入者の情報が必要になります。SSIDはデバイスの電源を入れた際に、スマートフォン等から確認できる「LS20-AP XXXX」となります。

* **火災等の危険はあるか**

センサー用の弱い信号を取り扱っているため、可能性は非常に低いです。　電源の逆接続の際はヒューズが飛び、過電圧をかけるとデバイス内部の保護回路が壊れる設計です。　センサーに異常な電圧を加えた場合は、内部のICが破損し、60℃程度になることがあります。振動からの保護のために、内部の基板を100度以上の耐熱接着剤で埋めています。

* **グラフのデザインを変えたい、機能を追加したい。**

内容によります。原則有償で対応します。

* **メニューの文字を大きく/小さくしてほしい**

スマホやPC等、複数の環境からのアクセスを想定しているため、困難です。　特定の環境向けの調整は、有償にて対応します。

Appendix. 問い合わせ先

ハードウェア・ソフトウェア設計に関する問い合わせ

<https://github.com/y23tanaka/LambdaShifter2.0/>

利用方法、入手経路に関する問い合わせ

[service@tmp-net.biz](mailto:service@tmp-net.biz)

<https://www.facebook.com/yosuke.tanaka.169>

Appendix. ライセンス情報

このドキュメント、ソフトウェア、ハードウェア、およびリンク先の作成物の著作権は田中 洋介に帰属します。

取り扱いは以下のMITライセンス形態に準拠します。

-----------License Term-----------------------

Copyright 2022 Yosuke Tanaka

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software , hardware and associated documentation files (the "Device"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Device, and to permit persons to whom the Device is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

**THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE DEVICE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE DEVICE.**

------日本語訳-----

本ソフトウェア、ハードウェア、および関連文書ファイル（以下「本デバイス」といいます）の複製を入手する者に対し、本デバイスの使用、複製、変更、結合、出版、配布、サブライセンス、および/または複製物の販売権を含むがこれに限定されない、本デバイスを無制限に取引し、本デバイスを提供される者にこれを許可する権利を以下の条件の下で無償で許諾するものとします。

この場合、本デバイスは、以下の条件に従って使用することができます。

**本デバイスは「現状のまま」提供され、商品性、特定目的への適合性および非侵害の保証を含むがこれに限定されない、明示または黙示のいかなる種類の保証もない。本デバイスの使用またはその他の取引に起因する、契約上の行為、不法行為、その他の行為であるかを問わず、いかなる場合も著者または著作権所有者は、いかなるクレーム、損害、その他の責任についても責任を負いません。**