
DIY による R1100S(R1150) 燃料および点火時期の調整

2022/08/14

目次

1. はじめに	4
1.1. このドキュメントのターゲット.....	4
1.2. このドキュメントを読むとできること	4
1.3. コスト	4
1.4. このドキュメント記載方針	5
2. 調整の前提.....	6
2.1. エンジンの調整ポイント.....	6
2.1.1. 排ガス規制によるリーンな燃調	6
2.1.2. 個体差と経年劣化.....	6
2.1.3. 市販車の耐久性マージン.....	6
2.1.4. 余談：最新モーターサイクルの優位性	7
2.2. リスク.....	7
2.3. 調整を始める前に	8
3. ストック ECU の動作	9
3.1. 入力と出力	9
3.2. フィードバック機能	10
3.3. 空燃比センサーの仕様.....	11
3.4. ストック ECU の問題	11
3.5. アフターマーケットパーツの問題	11
4. エンジンの現状を把握する.....	12
4.1. ツール 1: GS911.....	12
4.2. ツール 2: innovate LC-2.....	13
4.3. データに慣れる.....	13
5. 燃料の調整.....	14
5.1. LC-2 による空燃比調整	14
5.1.1. 動作概要.....	14
5.1.2. デメリット.....	14
5.2. ECU チップ交換	15
5.2.1. 動作概要.....	15
5.2.2. 用意するもの.....	15
5.2.3. チップ交換手順	16

5.2.4.	デメリット.....	16
5.3.	ECU チップ交換 + 02 センサー切り離し.....	17
5.3.1.	動作概要.....	17
5.3.2.	デメリット.....	17
5.4.	LC-2 + ECU チップ交換.....	18
5.4.1.	動作概要.....	18
5.4.2.	デメリット.....	18
6.	点火時期の調整	19
6.1.	概要.....	19
6.2.	ECU チップ交換による点火時期変更.....	19
6.3.	ホールセンサー調整による点火時期変更.....	19
6.4.	デメリット.....	19
7.	調整結果の確認	20
7.1.	概要.....	20
7.2.	燃調の確認.....	20
7.3.	点火時期の確認.....	21
7.3.1.	ホールセンサー調整の確認.....	21
7.3.2.	ECU 調整の確認.....	21
Appendix.....	22
Appendix1	Innovate LC-2 のインストール.....	22
	概要図.....	22
	参考プログラム：空燃比 13.2 をターゲットに設定.....	22
Appendix2	参考：筆者の調整内容.....	23
	ノーマルモード.....	23
	シャープモード.....	23
	パワーモード.....	24
Appendix3	簡易馬力測定器.....	25
Appendix4	コーディングプラグによるマップの切替.....	26
	コーディングプラグとは.....	26
	コーディングプラグの仕様.....	26
	コーディングプラグによるマップ切替・.....	27
Appendix5	87c510 アダプター.....	28
Appendix6	筆者の連絡先.....	29

1. はじめに

この文書は、R1100S R1150 のストック ECU による燃調、点火時期変更方法についてまとめたものです。

この文書はビジネスを目的としたものではありませんので、良いことも書いてあれば、悪いことも書いています。

また、著者はエキスパートではないので、学習した結果を公開し、フィードバックをもらうことにより、さらに知識が深まることを期待しています。

このドキュメントには PDF のしおり、ないしは Word の目次を付けているので、ブラウザで見ている場合はダウンロードして閲覧した方が目的の項目に素早くたどり着けます。

1.1. このドキュメントのターゲット

以下のような人をターゲットとしています。お金があるなら最新のモーターサイクルに乗るか、業者に委託するのが近道です。

- ・ 最新のモーターサイクルより、今のモーターサイクル(特に R1100S、R1150)で楽しみたい
- ・ DIY が好き。手間をかけ、多少リスクを取っても、エンジンを調子よくしたい
- ・ エンジンの運転特性を調整したい
- ・ 調整について、他人の評判より自分でデータを見て確かめたい
- ・ このドキュメントの用語がある程度理解できる

1.2. このドキュメントを読むとできること

本ドキュメントは、以下ができるようになることを目的としています。

- ・ 燃料噴射量(空燃比)の測定と調整
- ・ 点火時期の進角の測定と調整
- ・ ECU のエンジン制御に関する少しの理解

尚、このドキュメントには燃料や点火時期の適切な値を記載していません。個別のモーターサイクルの仕様や、入手できるガソリンの質などによって、適切な設定は多岐にわたるためです。

参考までに筆者の R1100S のセッティングを Appendix2 に記載しています。

1.3. コスト

このドキュメントに記載したツールを全て導入した場合、\$350 から\$500 程度かかります。

コストの割に性能向上は望めませんが、故障や経年劣化などの、モーターサイクルの状態を正しく知り、長期にわたって調子のよい状態を維持できる可能性があります。

また、メーカーやアフターマーケットのパーツがブラックボックスとしていたものは、かなりの部分明らかになります。

1.4. このドキュメント記載方針

- ・ 測定したデータに基づく事実と、事実に基づく推測を記載する
- ・ 筆者の経験に基づく手法を記載する。
- ・ 調べても分からない、情報が不明確であることを明記する。
- ・ 理解を容易にするため、平易な表現を心がけ、必要に応じて抽象化する
- ・ なるべく手間とコストのかかからない方法を提案する
- ・ 学習した結果をオープンにし、良いフィードバックをもらったらこのドキュメントに反映する

2. 調整の前提

2.1. エンジンの調整ポイント

多くの R1100S、R1150 は、巡航時のサージングや、アクセルオン/オフ時の急な挙動を抱えています。センサー、ハードウェアの障害がないという前提で、不具合の要因は複数あります。

2.1.1. 排ガス規制によるリーンな燃調

近代の多くのモーターサイクルは排ガス規制をクリアするために三元触媒を装備しています。三元触媒は、理論空燃比 14.7 で最も効率よく動作するため、多くのモーターサイクルはこの範囲に空燃比を留めるよう制御されています。
※理論空燃比以外の範囲で動作する触媒は著しくコストがかかります。

しかし、空燃比 14.7 というのは、環境にとって最適ですが、運転特性にとって最適ではありません。リーンです。燃料と空気の量が釣り合う境界のため、リッチ/リーンに移行する際に特性が大きく変動します。

ただし、排ガス規制の測定範囲外(高負荷、高回転域、アクセル急開時)では、こうした制御はしていないか、影響は少ないです。この範囲については別項で述べます。

2.1.2. 個体差と経年劣化

R1100S(R1150)が生産された時代の ECU(Motronic2.4)は、2 つのシリンダーの燃調を別々に制御していません。よって個体差や劣化により、シリンダー間のバラツキが発生します。以下は特に影響します。

- ・ 2 つのシリンダーの吸入空気量の不均衡
- ・ 2 つのインジェクターの噴射量の不均衡
- ・ 2 つのシリンダーの圧縮比の不均衡

さらに空燃比を 14.7 に制御しようとすると、個体差や劣化により、片方のシリンダーではリーン、逆はリッチと言うような、不均衡が生じ、影響が大きくなります。

2.1.3. 市販車の耐久性マージン

一般的に市販車では様々な条件での長期間の耐久性を確保するため、最適な運転特性の設定より、高負荷域で燃調を濃く、遅角する設定がされています。

例えば、ガソリンの品質がよくオクタン価の高い地域では、全体的に進角しても耐久性に問題はなく、燃費と出力が向上するケースがあります。

ただし、耐久性マージンを削るためには、より一層現状のモーターサイクルの状態を知っておく必要があります。

2.1.4. 余談：最新モーターサイクルの優位性

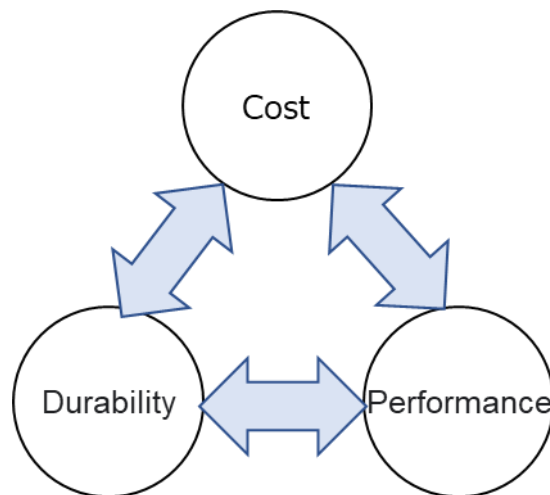
最新のモーターサイクルでは、環境と運転特性の設定の矛盾を解決すべく、制御、燃焼条件の調整が試みられています。

以下の技術は代表例です。

- ・ シリンダー毎の燃調制御
- ・ ツインインジェクター
- ・ ツインスパーク
- ・ ノックセンサー

2.2. リスク

モーターサイクルに手を加えるということは、何かを得、何かを捨てる、トレードオフの状態となることに注意すべきです。一般的に、耐久性、性能、コストはトレードオフの関係にあります。



例えば、ハイコンピストンやカム、吸排気系に手を加えることによって、ピークパワーという性能を得るかもしれませんが、短期的にはコスト、長期的な目線では耐久性がトレードオフになります。

この文書では燃料や点火時期の調整の方法を紹介していますが、実行に当たってパフォーマンスや耐久性の低下を伴う危険性があります。自己責任でトライして下さい。

2.3. 調整を始める前に

そもそもハードウェアが正しく動作していない場合、調整のために手を加えた効果はないか、少なくなります。
主なチェックポイントは以下です。

- ・ 各種センサーの動作が正しいこと
- ・ 給排気のパイプに漏れがないこと
- ・ 点火系に異常がないこと
- ・ シリンダー間の圧縮圧力に差がないこと
- ・ インジェクターの噴射量に差がないこと
- ・ 二つのシリンダーの同調が正しく取れていること

モーターサイクルの走行距離が長い場合、まずはサービスマニュアルやヘインズのマニュアルを参照して、ハードウェアの状態を確認し、必要に応じて修理、調整してください。

インジェクターについては、レポートを取得できるベンダーにオーバーホールの依頼をオススメします。

多くの場合、これだけでモーターサイクルの状態は改善します。この先を読み進める必要はありません。
ソフトウェアでハードウェアの障害を発見する方法は、次のページ以降に紹介します。

3. ストック ECU の動作

調整を始める前に、ストック ECU の仕様、特に燃調に関わる部分を知っておく必要があります。この仕様を知らないまま初めても、燃料調整の効果が正しく出ない可能性があります。

この項に記載した内容は概要です。詳細は以下のリンクを参照してください。

https://www.zeebulon.de/Mot/BMW_R1100GS_Tuning.htm

仕様を理解している場合はこの項を読み飛ばしてください。

3.1. 入力と出力

ストック ECU には以下の入力と出力があり、エンジンを制御するため、入力された情報を元に、特定のロジックで出力を変化させます。

ECU の入力値

- ・ 回転数
- ・ アクセル開度(スロットルポジション)
- ・ 大気圧
- ・ エアクリーナボックスの空気温
- ・ 油温
- ・ O2 センサー
- ・ 電圧

ECU の出力値

- ・ 燃料噴射量(時間)
- ・ 点火時期(角度)
- ・ 点火滞留時間(角度)

例えば、回転数が 2000RPM 以上、アクセル開度 0 の状態が連続する時、ECU は燃料噴射を 0 にします。燃料節約のためです。

3.2. フィードバック機能

ストック ECU は、特定のエンジンの利用状況下で、O2 センサーの空燃比を燃料噴射量にフィードバックする機能があります。このフィードバックには二つの状態があります。

①閉ループ

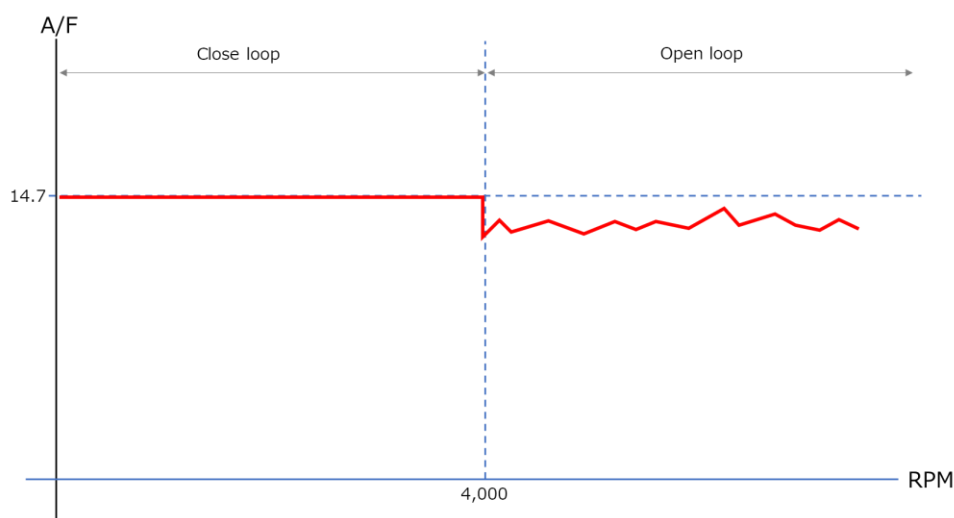
短期フィードバック ON。特定の回転数、アクセル開度で空燃比を 14.7 に保つよう燃料噴射量を調整します。閉ループの範囲は明確になっていません。傾向として 4000rpm、アクセル開度 1/2 以下、アクセル変化小の場合に高い割合で該当します。排気ガス規制の走行試験を最適化するために設定されたと考えられます。

②開ループ

長期フィードバック ON。「①」以外の領域。あらかじめ設定された燃料マップを元に、「①」で調整(学習)した結果を長期的に適用します。この領域は排気ガス規制とは関係なく、運転特性を最大限考慮して設定されたと考えられます。

実際に後述する LC-2 で空燃比を計測してみると、以下のグラフのように、閉ループの領域では以下のように空燃比 14.7 を維持するように推移し、開ループ領域では、空燃比が上下することが分かります。

※以下の図は、抽象化して理解をしやすいするため、アクセル開度を一定にしています。実際はスロットルを開く速度と回転数により、空燃比は変動します。後続の図も同様です。



これは、排ガス規制をクリアした上で、個体差や経年劣化(例えばエアクリナーの詰まり、インシュレータのヒビ割れ)による吸入空気量の変化等を補正するのに論理的、効率的な仕組みです。

また、吸排気系をアフターマーケットのパーツに変更したり、燃圧レギュレータやインジェクターで燃料を増量したりしても、ECU が空燃比を調整します。

コンディションの維持には優れた機能ですが、エンジンの調整の際には厄介な機能でもあります。

3.3. 空燃比センサーの仕様

ストックは狭帯域 O2 センサーを装備しているため、理論空燃比 14.7 を基準に、以下の 3 種類のステータスしか出力しません。広帯域センサーが高価なためと、触媒が効率的に働くためには狭帯域センサーで十分なためと考えられます。

- ・ リッチ
- ・ ジャスト(空燃比 14.7)
- ・ リーン

例えば実際の空燃比が 13.0 の時、ストック ECU は空燃比 14.7 よりリッチなことを知りますが、空燃比 12.0 との違いは分かりません。

3.4. ストック ECU の問題

一つ目に、閉ループ領域で制御する空燃比のターゲットが 14.7 固定であることです。リーンであることの問題点はすでに述べました。

二つ目に、閉ループの調整学習結果はメモリに保存され、長期的な係数として燃調全体に影響を及ぼします。バッテリー取り外し、リレーの取り外しによってモトロニクがリセットされますが、人はその際の変化を調整と感じるケースがあります。データによる状態の把握を強くお勧めする理由はここにあります。

三つ目に、ストック ECU の仕様は公開されておらず、燃料調整のロジックも完全には解明されていません。この項目以降で、燃料調整の方法を説明しますが、ロジックが推測でしかないことによるメリットデメリットがあり、完全な問題の解決策とはならない可能性があります。

ストック ECU を使う限り、制御ロジックを変更することは困難であり、妥協が必要です。全ての妥協を排したいのであれば、オープンソースのフルコントロール ECU の実装を検討すべきです。(膨大な手間がかかりますが！)

尚、著者は Speeduino に興味津々です。デュアル O2 センサーとノックセンサー実装してみたいのです。どなたか試して結果を公開してみてください。

<https://speeduino.com/shop/>

3.5. アフターマーケットパーツの問題

閉ループによる空燃比の制御は、ECU の燃料マップを含む全ての入力に優先します。ECU のマップやセンサーの取得を変動させ、燃料供給量を調整するアフターマーケットのパーツは、閉ループ領域において効果はなく、開ループ領域の長期フィードバックに影響します。

4. エンジンの現状を把握する

エンジンの調整に着手する前に、まず現在のモーターサイクルの状態を正しくデータで把握すべきです。。その上で、調整前と調整後のデータを比較します。

感覚に頼ることを否定しませんが、多くの場合、感覚の習得と調整そのものに時間がかかります。人間は体調や気分によってマシンの状態を間違って捉えがちです。

導入をすべきツールは 2 つあります。(代替ソリューションがあれば教えてください！)
ここで躰く場合は、以降の「調整」に進むことをおすすめしません。調整の結果が正しく反映されたかどうか、感覚でしか測れないからです。最悪モーターサイクルを壊します。

尚、ツールの入手方法と使い方については説明しませんので、Web 等で検索してください。

4.1. ツール 1: GS911

BMW モーターサイクルの診断プラグに接続し、障害コードと、ECU が取り扱うリアルタイムデータを取得し、PC に記録できます。入手方法と使い方は複数ありますが、Web 等で検索してください。

まず、センサーなどのハードウェアに障害がないか、エラーコードで確認するだけでも価値はあります。

取得できる代表的なリアルタイムデータは以下です。

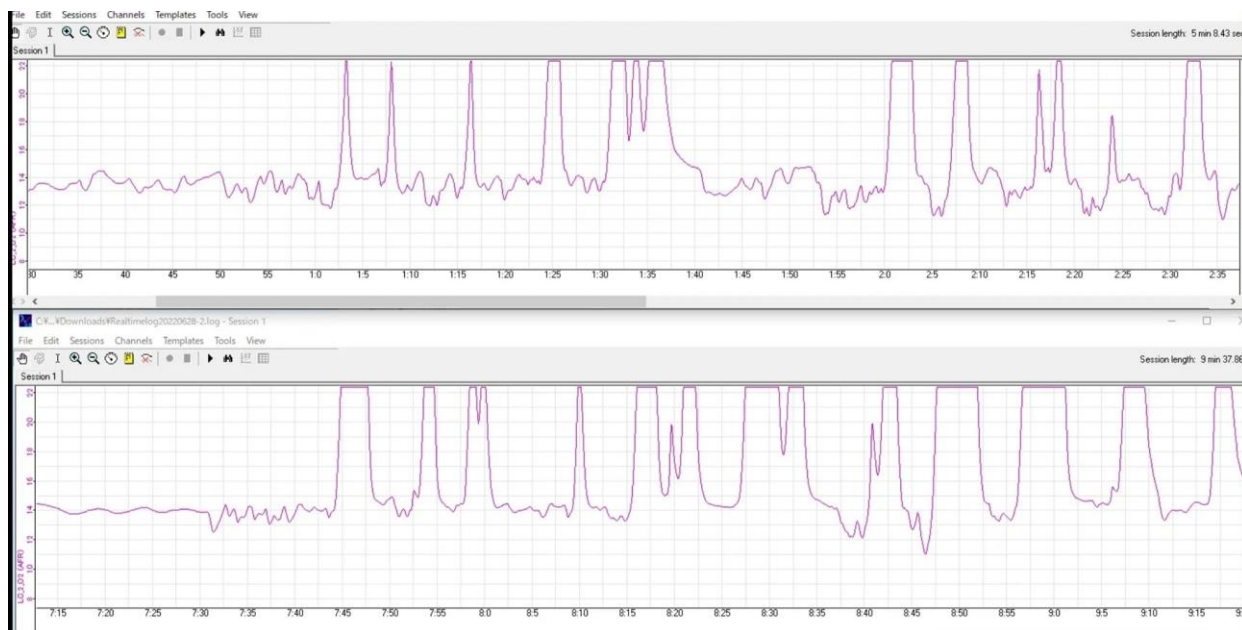
- ・ インジェクター噴射時間
- ・ 点火進角/点火滞留時間
- ・ エンジン回転数
- ・ スロットル開度
- ・ 各種センサー値(狭域の空燃比、油温、吸気空気温、大気圧、電圧)

##	##															
#2022/06/11 5:38:57																
#GS-911 V1006.3																
#R1100S																
#Motronic MA2.4																
time(ms)	RPM	Battery voltage	Engine temp	Intake air	Ambient a	Throttle p	Lambda s	Ignition angle	Ignition dwell ang	Injection time	Fuel pump	Idle switc	Lambda c	Tank venting valve (U		
35850	1000	13.41	67	23	1017.64	0.32	1074	8.8	26.01	2.18	1	0	1	0		
36484	1350	14.06	67	23	1017.64	8.32	1092	11.62	26.71	3.78	1	1	0	0		
37183	2150	13.74	67	23	1017.64	7.04	1074	17.6	42.88	2.75	1	1	0	0		
37861	1950	13.74	67	23	1017.64	7.36	1074	17.25	41.48	2.62	1	1	1	0		
38522	1550	13.66	67	23	1017.64	6.72	1074	13.38	33.74	2.82	1	1	0	0		
39211	1850	13.74	67	23	1017.64	6.4	1080	15.84	39.37	2.56	1	1	0	0		
39884	2050	13.82	68	23	1017.64	6.72	1092	17.25	42.88	2.5	1	1	0	0		
40586	2700	13.74	68	23	1017.64	24.32	1086	22.88	55.54	5.06	1	1	0	0		
41284	3750	13.74	68	23	1017.64	23.04	1092	32.03	78.03	3.84	1	1	0	0		
41976	5150	13.82	68	23	1017.64	80.64	1080	26.75	104.75	6.46	1	1	0	0		
42682	6700	13.74	68	23	1017.64	81.6	1086	29.92	134.27	6.46	1	1	0	0		
43378	6000	13.74	68	23	1017.64	16.96	1092	40.83	120.21	3.01	1	1	0	0		
44058	6450	13.66	68	23	1017.64	81.6	1092	29.92	132.87	6.78	1	1	0	0		
44744	7350	13.74	68	23	1017.64	81.6	1086	29.92	146.22	6.66	1	1	0	0		

4.2. ツール 2: innovate LC-2

広帯域空燃比センサー付きロガーです。○秒ごとの空燃比を PC に記録します。汎用製品のため、インストール方法を appendix に記載しました。

加えて、全体の空燃比を調整する重要な機能があります。後の項目で説明します。



4.3. データに慣れる

2 つのツールをインストールしたら、まずストックの状態走り回り、様々な条件でログを取得してみてください。小型の Windows10 PC もしくはタブレット端末、タンクバックの併用をお勧めします。

この時取得したデータは、後にチューニングを進めていった際の比較対象として役立ちます。

また、調整したい事象とデータの関連性について、Web で予備知識を仕込むと理解が進みます。

理解すべき項目は以下です。

- ・ 適正な空燃比とは
- ・ ECU による燃調のコントロール
- ・ 点火時期変更の影響

それぞれの数値が何を意味しているかある程度分かったら、調整に進みましょう。

また、何か不具合の兆候が分かったら、修理しましょう。

5. 燃料の調整

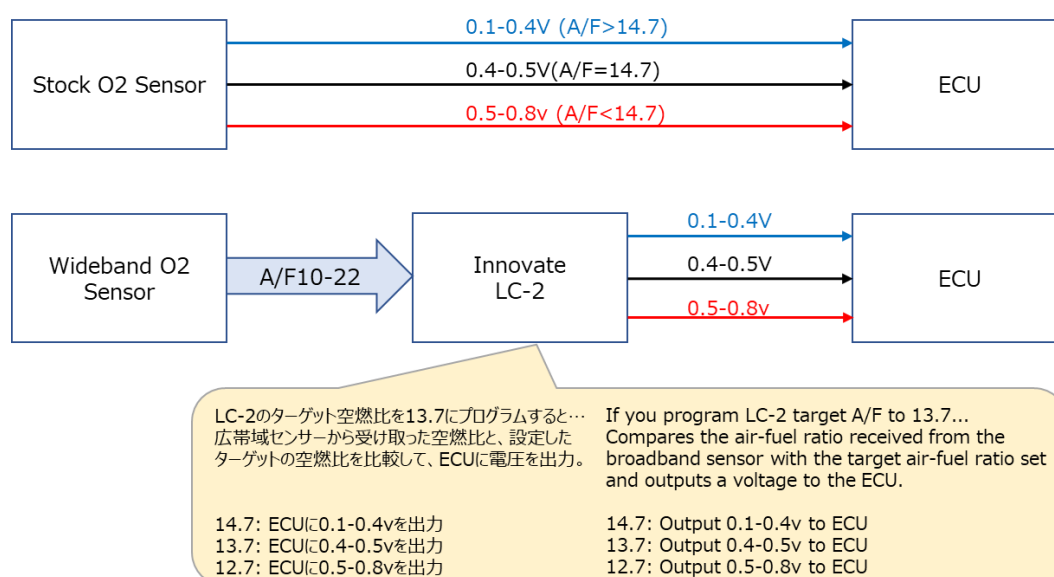
5.1. LC-2 による空燃比調整

LC-2 による空燃比調整方法は単純です。ターゲットにした空燃比が閉ループ領域に適用され、その後開ループにも調整(学習)した係数が適用されます。

5.1.1. 動作概要

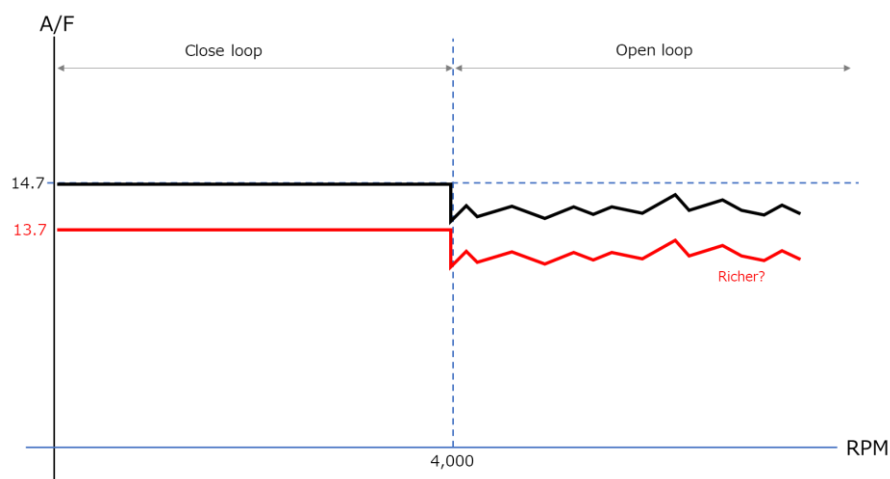
LC-2 は読み取った空燃比を(簡単に)プログラムし、アナログ電圧を出力する機能を持っています。

以下はストックと、LC-2 の動作概要です。例えば、LC-2 でターゲットの空燃比を 13.7 とプログラムすると、LC-2 は広帯域 O2 センサーの空燃比とターゲット値を比較し、リッチ、ジャスト、リーン、のいずれかの電圧を ECU に出力します。ECU は電圧を受け取り、閉ループでターゲット空燃比に燃料を調整します。



5.1.2. デメリット

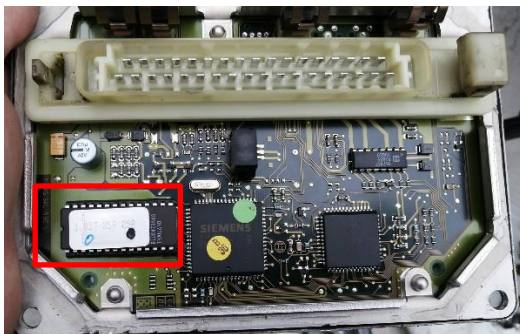
閉ループで ECU が調整した結果が反映されるため、開ループ領域が理想的なマップから外れる可能性があります。以下は、LC-2 でターゲット空燃比を 13.7 とした際のグラフの例です。ECU のフィードバック機能により、開ループ部分がリッチになります。



5.2. ECU チップ交換

5.2.1. 動作概要

R1100S の ECU(Motronic2.4)は、燃料噴射量マップ、点火進角マップを書き込んだ交換可能なチップ (EPROM)を内蔵しています。このチップを取り外してファイルを PC に取り込み、編集した上で新しいチップに書きこみ、ECU に装着することができます。



5.2.2. 用意するもの

一般的なモーターサイクル整備用の工具は揃っている前提で、用意すべきものは以下です。
入手方法、利用手順についての説明は省きます。

- Windows10 PC
- 27c512 互換チップ *
- TL866ii Plus (ROM ライター) *
- ECM Titanium 1.61(ECU データ編集ソフト)
- セキュリティルクスOmm : モトロニック分解用

*注意 : 1997~2001 年までの Motronic2.4 は Texas Instrument(TMS)製の **87c510** という特注チップが使われており、ECU 本体を入手する以外に書き込み可能な空のチップの入手が困難です。以下の Web サイトを参照して、自分のモーターサイクルのモデルとチップを確認してください。

<https://rtcsport.com/lisado-de-ecus>

また、以下を入手すれば調整は可能ですが、ストックの ROM を書き換えるリスクを伴います。

- EPROM イレーサー
- (TL866ii Plus の代わりに) PRG-1111 GQ-4X V4 + ADP-063

筆者は 87c510 を 27c512 に変換するアダプタを作成しました。

Appendix5 にアダプタの入手方法を記載しています。

5.2.3. チップ交換手順

- ① モトロニックからチップを取り外す。
- ② PC に ROM ライターを接続し、チップからファイルを読み出す。
- ③ ECU 編集ソフトでファイルの燃料噴射量データを編集する。
- ④ (87c510 の場合はイレーサーでストック ROM を消去する)
- ⑤ 編集したファイルを新しいチップに書き込む。
- ⑥ モトロニックに新しいチップを取り付ける。

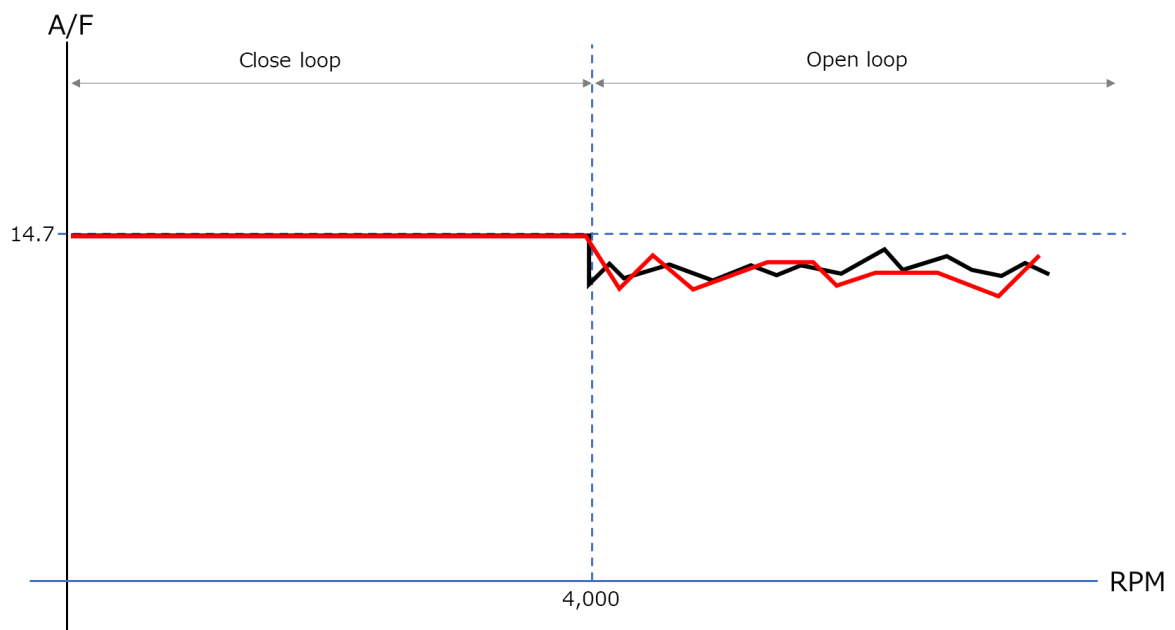
チップの取り外し、取り付けは以下の動画を参考になさってください。

https://www.youtube.com/watch?v=r3WOT2zC_qw

※モトロニックはアースと設定の状態に敏感なため、接点清掃とアースの状態確認をお勧めします。

5.2.4. デメリット

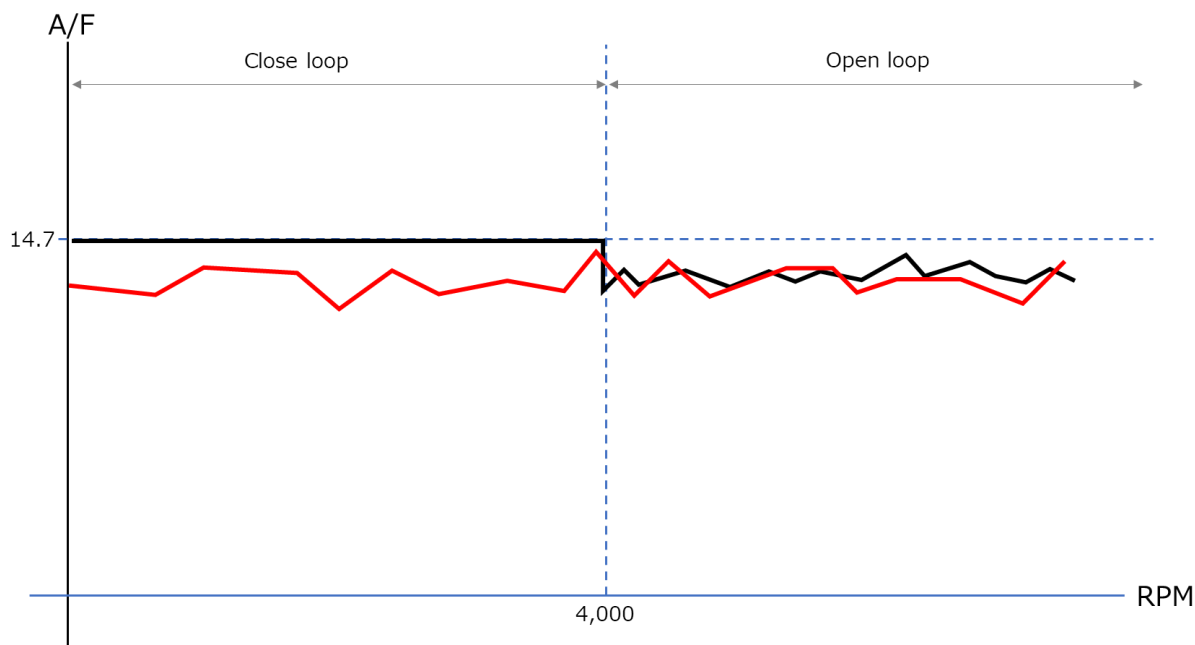
チップを交換しても、フィードバックのロジックは変わりません。つまり、開ループ領域にしか効果がなく、閉ループ領域はリーンなままです。吸排気系をカスタマイズし、インジェクターや燃圧レギュレータ等のハードウェアで燃料を追加している場合も、全体的にリーンかリッチかは閉ループの学習によって調整されるため、チップ交換の効果は大きくありません。



5.3. ECU チップ交換+O2 センサー切り離し

5.3.1. 動作概要

4.3 の ECU のチップ交換に加えて、O2 センサーを取り外します。
この操作により、閉ループのフィードバック機能が無効化されます。



5.3.2. デメリット

一見、自由な調整ができるように見えますが、エンジンの状態の変化に対して柔軟性が失われます。
故障などによりハードウェアの状態が変化した際や、吸排気系を変更した場合は、常に適切な空燃比となるよう ECU のチップの設定を変更する必要があります。
変更、調整の度にチップを交換(作成)するため、手間がかかります。

参考までに。チップ交換の手間を省くために、チップの動作をエミュレートし、リアルタイムにデータを書き換えられるデバイスがあります。

- Moates Ostrich2.0
- CobraRTP
- K-Special ERT

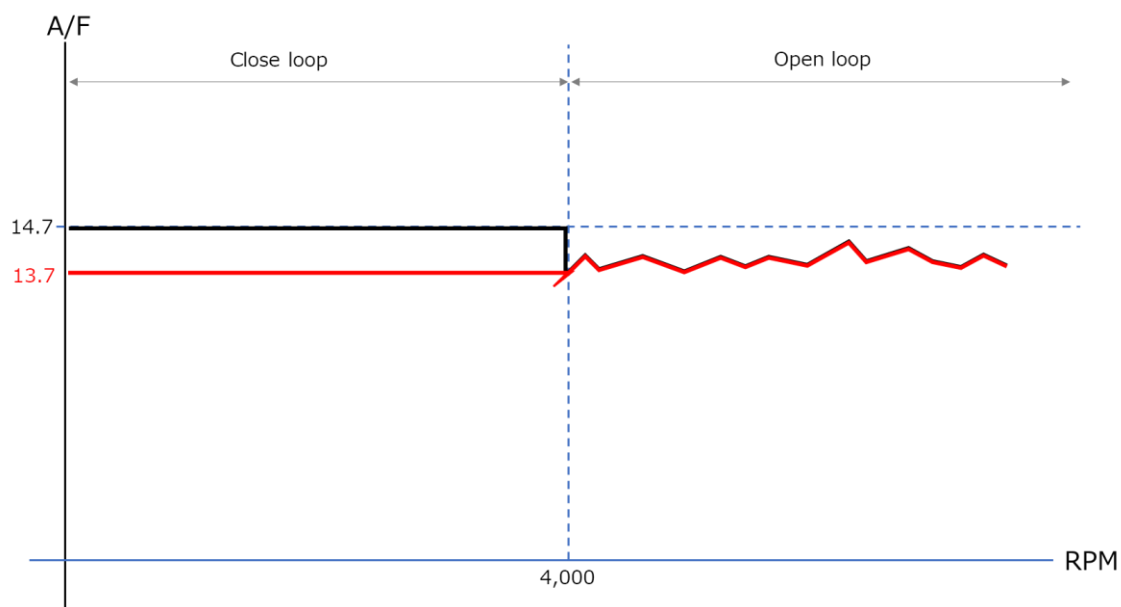
また、(Ostrich2.0)以外、チップのどのアドレスにアクセスしているかログをとれる機能もあり、マップの解析に役立ちます。

ただ、2022 年 7 月現在、いずれも廃盤か、在庫切れのようです。

5.4. LC-2+ECU チップ交換

5.4.1. 動作概要

LC-2 で閉ループの空燃比を調整し、ECU のチップ交換で開ループの空燃比を調整します。
図の例では LC-2 で閉ループを 8%濃くし、ECU チップで開ループの空燃比を 8%薄くしています。



5.4.2. デメリット

この構成の問題点は、開ループの設定を変えた影響の予測が難しく、効果が正しく反映されたのか分かりづらいということです。開ループの範囲が仕様として公開されておらず、説明もされていないためです。

例えば、開ループの範囲を狭く推測すると部分的にリッチな領域が残りますし、開ループの範囲を広く推測すると閉ループの範囲に入る可能性があり、フィードバックがかかった上に、開ループ全体にも影響します。

6. 点火時期の調整

6.1. 概要

ストックの点火時期は、地域による燃料の品質を考慮し、安全マージンを取っています。高オクタン燃料が利用できる場合は、点火時期を進角することによって、燃費とトルクを上げる余地があります。

6.2. ECU チップ交換による点火時期変更

「4.3 ECU チップ交換による燃料調整」と同様の手順で、燃料マップの代わりに点火時期マップを書き換えます。

6.3. ホールセンサー調整による点火時期変更

以下の手順の一部を参考にしてホールセンサーをずらすことにより、3 度程度進角、遅角することができます。

http://users.rcn.com/dehager/service/oilhead_hall_sensors.pdf

6.4. デメリット

点火時期は、システム的なフィードバック機能がありません。

すなわち、適切な進角の度合いは推測によるものです。誤って過度に進角した場合に起こるノック等の障害の回避は、ライダーの感覚による検知に任せられることになります。

ちなみに最新の車やモーターサイクルなどはセンサーでノックを検知して進角を調整するため、既定の設定でマージンを削った状態になっています。

7. 調整結果の確認

7.1. 概要

調整を加えた結果を確認するために、実際にモーターサイクルでログを取ります。この項では最も簡単な手法を紹介します。

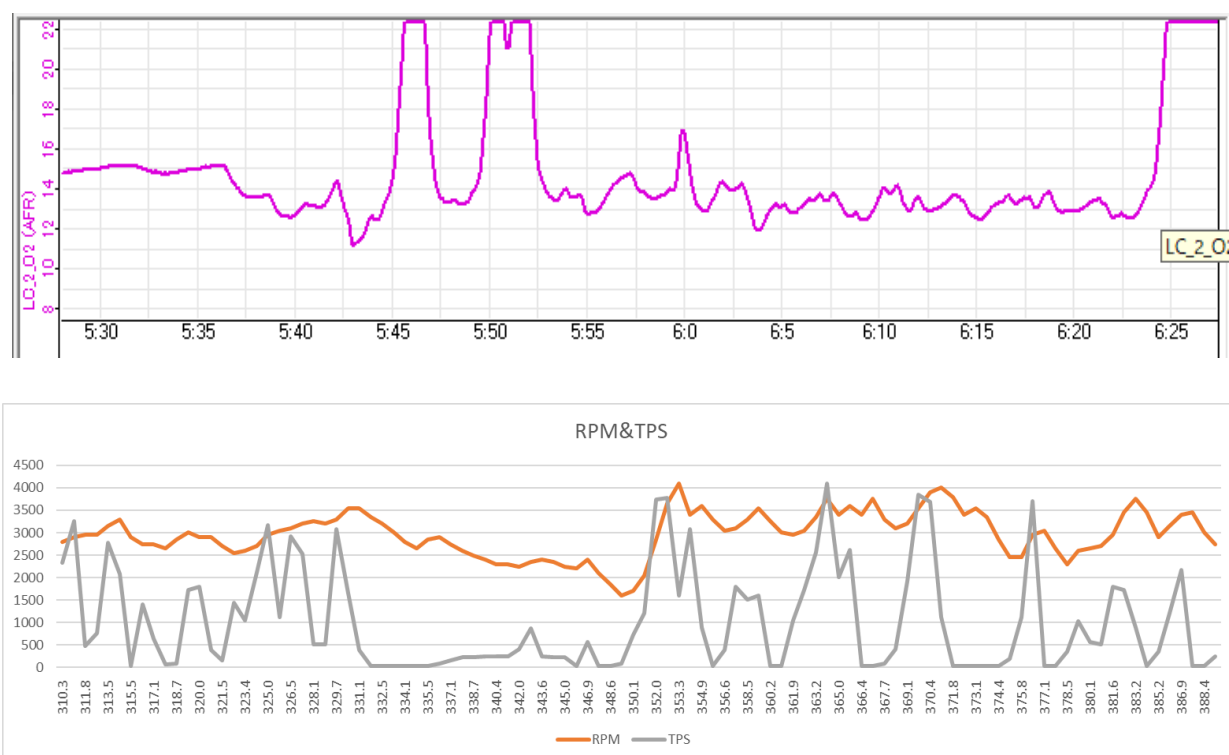
場合によっては異なる出力データを組み合わせて異なる観点から結果を確認し、さらにセンサーやロガー等を加えて調整の次なる一手を予測するべきです。

7.2. 燃調の確認

LC-2 と GS911 でログに取得し、グラフ化するのが効率的です。

グラフ化した上で、特定の回転数とアクセル開度で、ターゲットとする空燃比となるか確認します。

以下は LC-2 で空燃比をターゲット 15.0 に設定して走行した際の、LC-2 と GS911 のログです。GS911 のログは EXCEL でグラフ化しています。アクセル開度が少ない領域では 15.0 を維持し、回転数が高くアクセルを急開している領域では 13.0 前後となることが分かります。



尚、この例は大まかに空燃比にずれがないか確認しているだけのため、厳密さに欠けます。ログを ON とした時間にズレがあります。また、視覚化の都合で TPS を 100 倍としていることに留意してください。

さらに厳密さを求める場合は、空燃比のログをテキストで出力し、GS911 のログにマージし、同一のグラフに出力できます。この場合、LC-2 と GS911 のログを ON としてからエンジンをかけると、合わせるべき時間が分かります。

7.3. 点火時期の確認

7.3.1. ホールセンサー調整の確認

※確認中です。

7.3.2. ECU 調整の確認

GS911 のログを確認し、特定の回転数、アクセル開度で設定した進角が適用されているか確認します。

以下は実際の GS911 のログです。

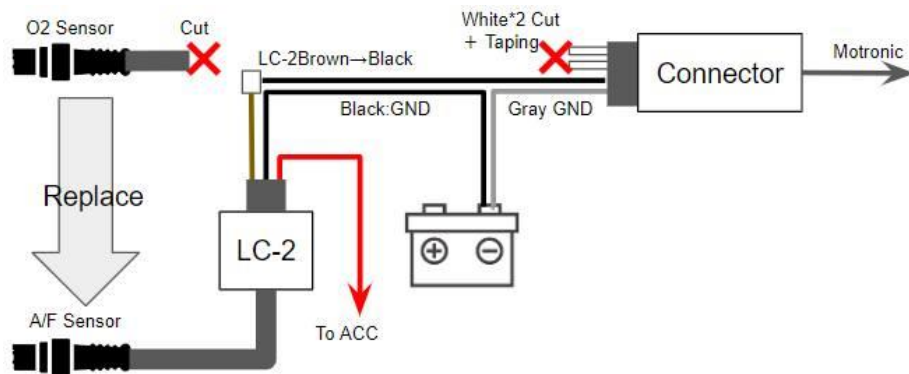
ime(ms)	RPM	Throttle position	Ignition angle	Ignition dwell	Injection t	Fuel pump	Idle switc	Lambda c	Tank venting valv
59023	4900	36.16	42.94	101.23	4.67	1	1	0	0
59728	3450	0.32	30.62	71	1.86	1	0	0	0
60416	3950	7.68	40.13	80.14	2.94	1	1	0	0
61134	3900	30.08	42.94	80.14	4.99	1	1	0	0
61822	4050	20.16	42.94	84.36	3.65	1	1	0	0
62509	4100	8.96	41.54	84.36	2.62	1	1	0	0
63197	3950	0.96	34.14	80.14	1.79	1	0	0	0
63884	3750	0.32	33.09	78.03	1.86	1	0	0	0
64572	3500	0.32	30.98	72.41	1.86	1	0	0	0
65244	3250	0.32	28.86	67.49	1.86	1	0	0	0
65900	3550	0.32	31.68	72.41	1.86	1	0	0	0
66603	3100	0.32	27.81	63.27	1.86	1	0	0	0
67275	2850	0.32	25.7	59.05	1.92	1	0	0	0
67947	2650	0.32	22.88	54.13	1.92	1	0	0	0
68618	3050	0.32	27.46	63.27	1.86	1	0	0	0
69306	2750	0.32	24.64	55.54	1.92	1	0	0	0
69993	2450	0.32	20.06	49.91	1.92	1	0	0	0
70690	2150	0.32	17.6	44.29	1.92	1	0	0	0
71377	1850	0.32	15.84	39.37	1.98	1	0	0	0
72080	1250	0.32	12.32	28.82	2.11	1	0	0	0
72783	1150	0.32	11.62	24.61	2.18	1	0	0	0
73502	1100	0.64	11.62	24.61	2.18	1	0	0	0
74189	1150	0.32	11.62	24.61	2.18	1	0	0	0
74863	1200	0.32	11.62	24.61	2.18	1	0	0	0

Appendix

Appendix1 Innovate LC-2 のインストール

概要図

以下は概要図です。

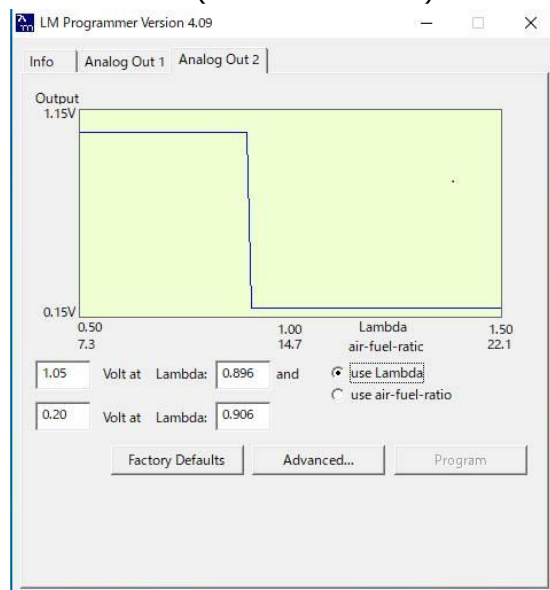


LC-2 は車も含めた汎用の製品のため、ケーブルの長さが複数あります。モーターサイクルであれば 3feet のモデルをおすすめします。それでも長いので、気になる場合は詰めて下さい。ABS をオミットしていない場合は設置場所に苦労するかもしれません。

尚、O2 センサーの白ケーブルのどちらかに 12v が来っていますが、これは燃料ポンプと連動しているため、接続すると LC-2 のキャリブレーション機能を動作させるのが難しくなります。

参考プログラム：空燃比 13.2 をターゲットに設定

以下は、LC-2 のプログラマーで、ラムダ値を 0.9(空燃比 13.2 程度)に設定したものです。



上記の構成図を前提にすると、Analog 2 を編集してください。LC-2 のデフォルト設定値も参考になります。

Appendix2 参考：筆者の調整内容

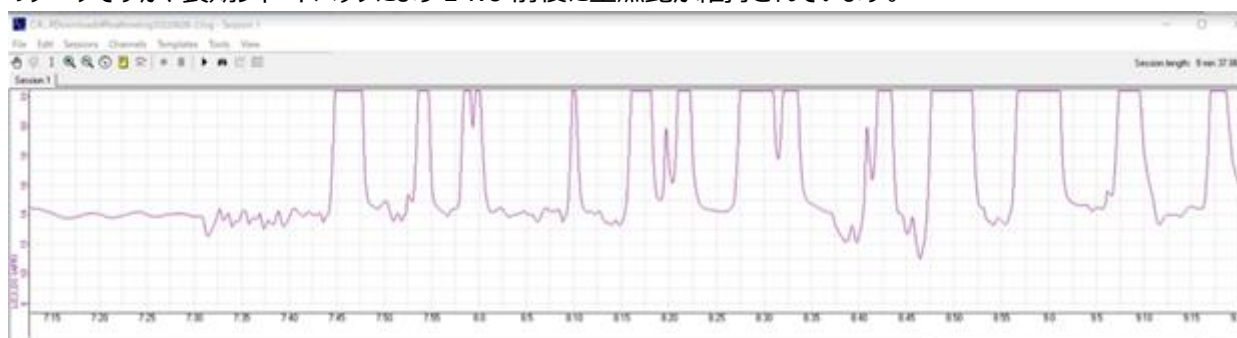
筆者は 1998 年式 R1100S に乗っています。ストックとのハードウェアの差異は以下です。

- ・ 燃圧レギュレータ： 3.0Bar → 3.5Bar 1200RS 純正を流用
- ・ インジェクター： EV6 → EV14 1200RS 純正を利用、アダプターは外注
- ・ プラグ： Scriminger Engine Developments プレチャンバー付きプラグ

燃焼効率の向上により、燃費と過渡特性の向上を目的としています。

馬力は大好きですが、R1100S に求めるものではないと考えています。

燃圧レギュレータとインジェクターの変更で 15%リッチなるはずですが、ECU のフィードバック機能があるため、リーンにするソフトウェア制御は不要です。図は LC-2 でターゲット空燃比を 14.0 に設定し、ECU をリセットして走行 10 分後のデータですが、長期フィードバックにより 14.0 前後に空燃比が維持されています。



筆者は日本に住んでおり、ガソリンの品質はオクタン価 98 以上とそれなりに高いです。

上記のハードウェアの差分の調整と、ガソリンの品質の良さを加味して、マージンを削る方向で以下のような 3 つのマップをスイッチで切り替えて運用しています。尚、○%という表記は全てストック比です。

ノーマルモード

- ・何らかの故障が生じた場合や、低オクタン燃料を使用する際に選択するモード
- ・ハードウェアによりリッチになった分、燃料を全域 15%リーンに設定
- ・点火時期はノーマル

シャープモード

- ・ 燃費向上を目的として、燃料を絞り、回転の上昇の速さを狙うモード
- ・ LC-2 のターゲット空燃比を 15.0 に設定
- ・ ハードウェアの燃料増分を差し引き、全域 15%リーンに設定
- ・ 高回転高負荷領域を 5%薄く設定。
- ・ 2000rpm 以上で、点火時期を 2~5 度、進角。
- ・ ノーマル比で 5%程度の燃費向上を実現

パワーモード

- ・ パワー向上を目的とし、シャープモードにトルクを加えるモード。
- ・ LC-2 のターゲット空燃比を 14.0 に設定
- ・ ハードウェアの燃料増分を差し引き、全域 15%リーンに設定
- ・ 高回転高負荷領域を 5%-10%薄く設定。
- ・ 2000rpm 以上で、点火時期を 2〜7 度、進角。
- ・ ノーマル比 5%以上のパワー向上を実現。

3 つのモードで全域 15%リーンにする理由は、ハードウェアの燃料増分 15%について ECU が学習する時間を短くするためです。

尚、パワーモードにしてもストック比でのパワー向上は特に感じません。筆者はレースのセッティング経験から、感覚が当てにならないことを知っています。強いて言えば、気分が良くなるので、モーターサイクルの調子も良くなったような気がします。

Appendix3 簡易馬力測定器

※この項は作成中のため、Appendix としています。データ取れ次第、本項に昇格する予定です。

ダイノマシンによる計測は、アクセル全開での測定しかできません。運転特性には過渡期の馬力、トルクの計測も必要です。GS911 の回転数から過渡期の馬力を測定する計算式を用意してみました。コピーして使ってください。

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1LOpvSk_DcZD82pQqnYvhSfly-UHCEh8s/edit?usp=sharing&oid=101420970167778273283&rtpof=true&sd=true

最低限入力するパラメータは以下です。

- ・ 計測開始速度
- ・ 計測終了速度
- ・ 計測時間
- ・ 車重

とはいえ、GS911 はギアをログに取れないため、単体では速度は算出できません。

別シートにタイヤ外周径とギアから速度を算出する数式を置いています。

別途、GPS ロガー等で速度を記録し、速度を入力した方が良いかもしれません。

GS911 の燃料噴射量とマッピングして、単位時間当たりの馬力/消費量を出してみると、エンジンの効率が分かって面白いかもしれません。

Appendix4 コーディングプラグによるマップの切替

※この項は作成中のため、Appendix としています。データ取れ次第、本項に昇格する予定です。

コーディングプラグとは

コーディングプラグは単なるジャンパー線です。ECU はどの線がつながっているか判断します。

ECU には複数の燃料マップがあり、ECU が起動時にコーディングプラグの導通状態を確認して選択します。

R1100S の場合、ストックのチップには 8 つの燃料マップ、8 つの点火時期マップがあります。その内 6 つのマップは世界の地域別に作られており、2 つは障害モード用と推測されます。尚、ストックチップの地域別マップは特性にほとんど差はないので、コーディングプラグのみで特性は大きく変わりません。

また、ECU のチップのデータファイルには、テキストのマップ記述子があり、切り替えた結果は GS911 で判別できます。以下は R1100S のマップ記述子です。

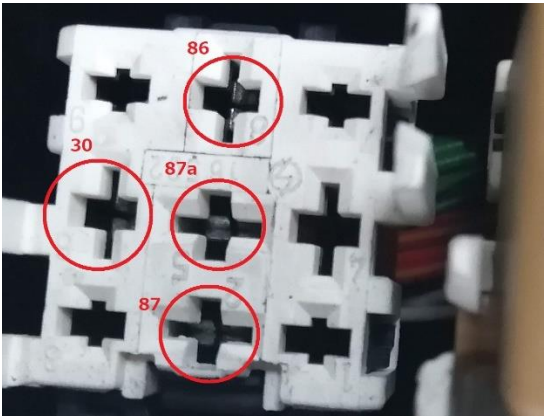
```
ff ff ff ff ff yyyyyyyyyyyyyyyyyyy
20 20 20 20 20 yyR1100 S ECE-Kat
20 20 20 52 31 R1100 S US-Kat/TE R1
36 52 31 31 30 100S ECE Nmax 8446R110
31 31 30 30 53 0S US Nmax 8446 R1100S
30 30 53 20 43 CH-Kat R1100S C
20 53 45 52 49 H Nmax 8446 KEINE SERI
45 52 49 45 20 E KEINE SERIE
36 31 32 30 34 13429820201204
03 05 00 02 05 7091037359252.....
13 00 00 00 00 .....
ff ff ff ff ff .....yyyyyyyyyyyyyy
ff ff ff ff ff yyyyyyyyyyyyyyyyyyy
ff ff ff ff ff .....
```

コーディングプラグの仕様

R1150 のコーディングプラグのデータは以下のフォーラムを参考にしてください。

<https://forums.bmwmoa.org/showthread.php?58495-Coding-Plugs-R1100-R1150-Decoded>

1998 年式 R1100S のコーディングプラグの情報は以下の通りです。

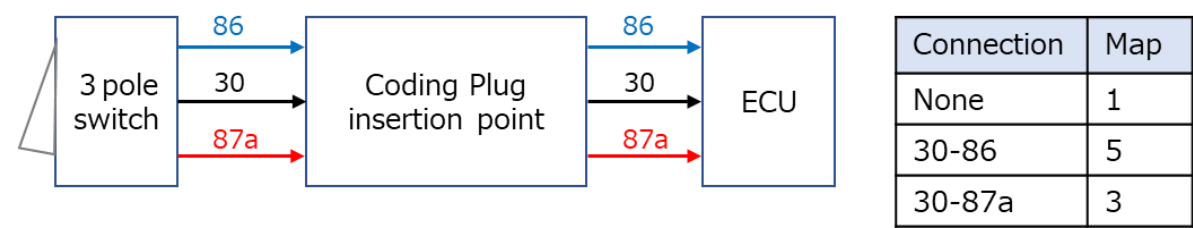


Connection	Map Descriptor	Map Number
30-86	R1100S CH-Kat	5
30-87a	R1100S ECE Nmax	3
No-Plug,Etc	R1100S ECE-Kat	1

ケーブル 2 本、3 本のパターンも試しましたが、この 3 つのいずれかとなります。
尚、2002 年式以降のツインスパークの R1100S は、30-86-87 で、もう一つマップを選択できるという情報があります。※筆者は試せていません。

コーディングプラグによるマップ切替・

スイッチ等でコーディングプラグを切り替えられるように工夫すれば、チップ内のマップが切替えられます。
ただし、切替にはイグニッションスイッチの OFF/ON が必要です。



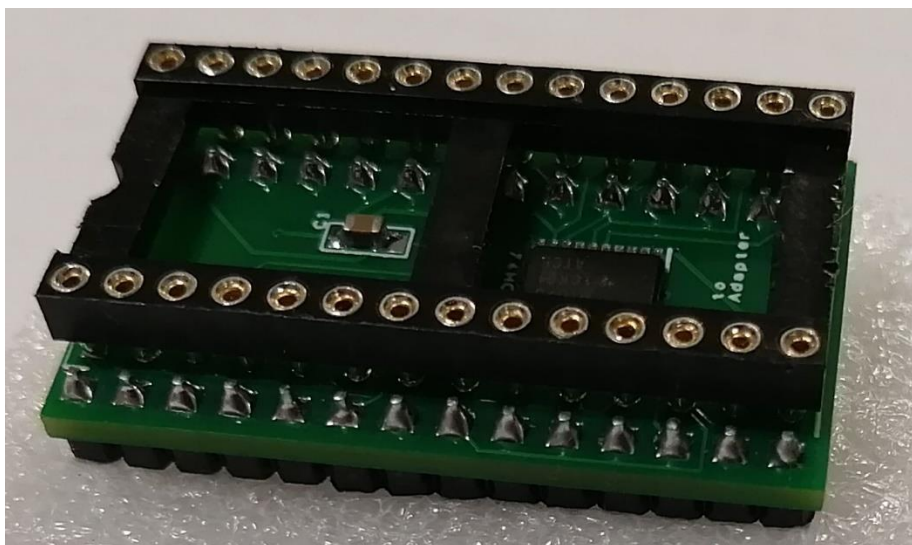
Appendix5 87c510 to 27C512 アダプター

87c510 チップは市販されていないため、入手が容易な 27c512 チップを使えるアダプターを入手する必要があります。このアダプターは一時期市販されていましたが、現在は廃盤のため、基板製造業者に委託する必要があります。発注に必要なデータとファイルを以下に取りまとてあります。

<https://drive.google.com/drive/folders/1TjKBreAP3PcyNmIQKFCrxLElePlc1LsI?usp=sharing>

尚、筆者は以下のサイトで\$120 弱で調達しました。(日本への送料\$30 含む)

<https://www.pcbgogo.com/>



Appendix6 筆者の連絡先

筆者の連絡先です。すべての連絡に応えられるとは限りません。

<https://www.facebook.com/yosuke.tanaka.169>
y3tanaka@gmail.com

このドキュメントに関するコメントは、フィードバックの過程もオープンとしたいため、Facebook のスレッドで連絡頂きたいです。Web で調べられるような質問には回答しないです。

経歴

- ・ 電子工作とはあまり関係ない IT コンサルタント/エンジニア
- ・ 日本の二輪車ジムカーナ A 級
- ・ 二輪モトクロス国内 A 級
- ・ ミニバイクコースでコースレコード保持していた時期もありました…。
- ・ いちおうモーターサイクルを全部分解して組み立てられる程度のレンチスキル持ち
※調子が良くなるとは限らない。
- ・ 小さい子供が二人いるのでレースは中断し、今はツーリングがメインでモーターサイクルに乗っています。

