

はじめての診断

— Diagnostic Communication入門 —

ver. 1.0.1

本書は、自動車メーカーやECUサプライヤーでECUの診断機能を利用する方々のために、その通信仕様の概要を説明するものです。

診断を含めて通信仕様は、人間が考えたルールの集まりです。最初はシンプルだった要件が、後に用途が広がるなどして肥大化したり、当初は考えもしなかった使用法に対応するために変更を重ねて、複雑怪奇なものになったりすることがしばしばあります。診断のための通信仕様も、長年「改良」を重ねてきた結果、かなり面倒なものになってしまっています。仕様を規定する標準も、当初は一冊数ページだったものが、今では分野を限って数えても十冊を越え、分量も千ページ台になっています。

この膨大な仕様をすべて説明するのは困難なので、ここでは基本的な枠組みだけを説明します。これはイコール、この資料で説明する仕様がすべてではないし例外もある、ということです。また、分かり易く説明するために、あえて多少不正確な表現にしているところもあります。ECUやEOL設備、診断テスターの設計を担当される方など、業務で仕様をきちんと理解する必要がある方は、本書に依拠するのではなく、仕様書の原文を読み込むなり職場の先輩に教えを請うなりして、仕様全体を正確に把握するようにしてください。

目次

1. 診断の基本	3
1.1. オンボード診断.....	3
1.2. オフボード診断.....	3
1.3. 診断コネクタ.....	4
2. 診断のための通信.....	5
2.1. ダイアグ通信.....	5
2.2. 診断メッセージの宛て先タイプ	6
2.3. レスポンス返信時間	7
2.4. ポジティブレスポンスの抑制	7
3. さまざまなネットワークでのダイアグ通信	8
3.1. CANを使ったダイアグ通信.....	8
3.2. Kラインを使ったダイアグ通信.....	10
3.3. その他のネットワークを使ったダイアグ通信	12
4. 診断メッセージの形式を定める標準仕様.....	13
4.1. 利用されている標準仕様.....	13
4.2. 乗用車のECUのダイアグ通信仕様	14
4.3. 診断メッセージの大枠	14
5. 診断機能を使った業務と診断メッセージの例.....	16
5.1. 故障診断	16
5.2. 測定・キャリブレーション	25
5.3. ECUのリフラッシュ.....	27
5.4. EOL処理	28
5.5. セッション・セキュリティ	30
5.6. OBD.....	32
6. 参照標準規格.....	35

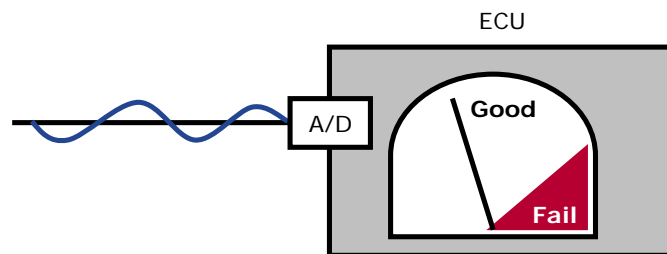
1. 診断の基本

最初に、そもそも「診断」とは何か、ということをご簡単に説明します。一般に自動車のECUの診断というと、以下の二つの機能のいずれか、あるいは両方を指します。

- > オンボード診断: いわゆる「ECUの自己診断機能」のこと
- > オフボード診断: 診断テスターと通信し、その指示を受けて特別な動作を行う機能のこと

1.1. オンボード診断

ECUが、自身に接続されるセンサーやアクチュエータ、またECU自身やシステム、サブシステムが正常であるか否かを、あらかじめ組み込まれたソフトウェアで判定し、その結果と関連データを記録する機能のことをオンボード診断といいます。上記のとおり、いわゆる「自己診断機能」のことです。

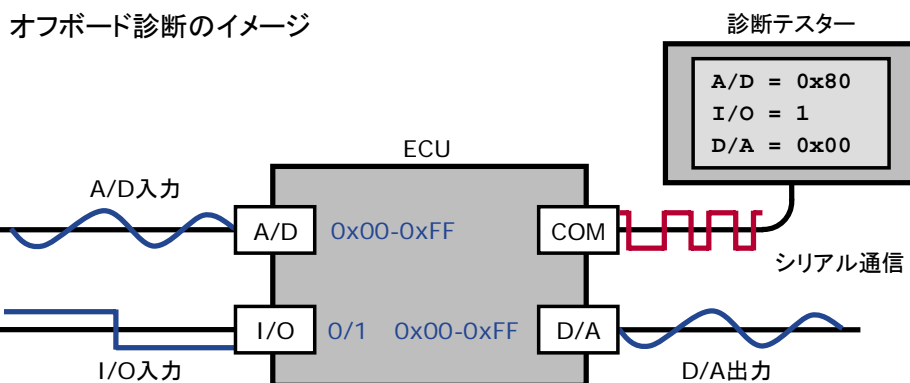


オンボード診断のイメージ

判定結果によってバックアップ制御を行うことも、よくあります。オンボード診断の結果は、診断の項目を識別するための番号であるDTC (**D**iagnostic **T**rouble **C**ode) と、そのステータスの組み合わせとして記録されます。

1.2. オフボード診断

オフボード診断というのは、(主に車外の) 診断テスターからECUに指示を出して、前記オンボード診断の結果を含むさまざまなデータを読み出したり、通常の制御とは異なる動作をさせたりする機能のことです。

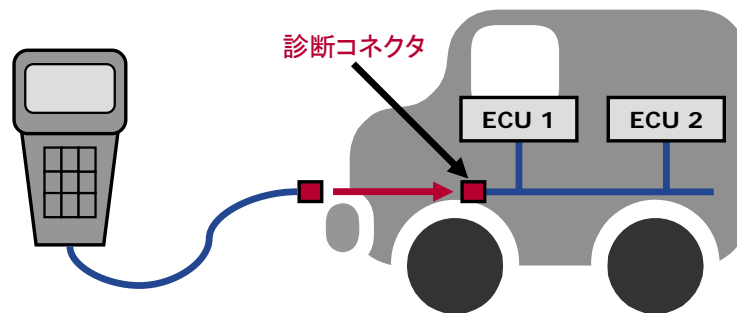


オフボード診断のイメージ

このオフボード診断機能を使ってECUに行わせる動作のことを、診断サービスといいます。米国では昔、同じことを(診断)モードと呼んでいました。このため、今でも「診断サービス」のことを「(診断)モード」と呼ぶ場合があります。

1.3. 診断コネクタ

オフボード診断を行うためには、ECUと診断テスターとを接続する必要があります。診断を行うたびに車両のワイヤーハーネスを改造したり延長ハーネスを割り込ませたりするのは大変なので、あらかじめ診断テスターを接続するための専用コネクタを設けておきます。このコネクタのことを、診断コネクタといいます。日本では、診断関係の用語が統一されておらず、同じことを示すのにさまざまな呼称が使われます。診断コネクタも、故障診断コネクタ、OBDコネクタ、OBD-IIコネクタ、DLCコネクタなど、さまざまな呼ばれ方をします。



診断機能が使われ始めた頃はさまざまな形式の診断コネクタが利用されましたが、現在はほとんどの車両に、ISO 15031-3/SAE J1962で規定された、断面が台形の診断コネクタが設けられています。これは、後述のOBD規制により、すべてのOBD対象車両にこの診断コネクタを設けるようになったためです。同じ目的のために複数のコネクタを設けるのは無駄なので、OBD対象外のECUも、このコネクタを経由して診断できるようになっています。さらに、診断テスター側のコネクタを統一するために、OBD規制対象外の車両でも同じコネクタが広く利用されています。

大半の車両では、運転席の足元にこの診断コネクタが設けられています。ここに診断テスターを接続すると、搭載されているECUを診断できるようになります。

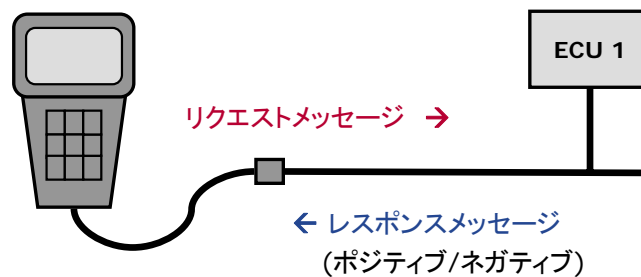
2. 診断のための通信

2.1. ダイアグ通信

ECUと診断テスターとの間で行われるオフボード診断のための通信についても、統一された日本語の呼称がありません。自動車メーカーやECUサプライヤーによって、ダイアグ通信、診断通信、診断データ通信、故障診断通信などさまざまな名称で呼ばれます（英語では、「Diagnostic Communication」です）。ここでは、ダイアグ通信という言葉を使って説明を続けます。

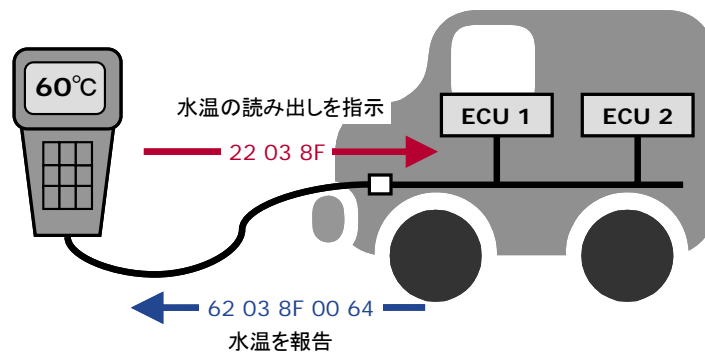
このダイアグ通信ですが、原理的にはどんな手順で行ってもかまいません。しかし、各社、各車、あるいは各システムで通信手順がバラバラだと、診断機能の使い勝手が非常に悪くなります。このため、電子制御システムの採用拡大に伴って通信仕様が標準化されてきました。現在は、以下の手順を基本とするようになっています。

1. 診断テスターから、「ECUへの指示」を伝えるリクエストメッセージを送信する
2. 指示を実行できる場合ECUは、指示された動作を行い、「指示を実行したこと、その結果」を示す、ポジティブレスポンスメッセージを送信する
3. 何らかの事情で指示を実行できない場合ECUは、「指示を実行できないこと、その理由」を示す、ネガティブレスポンスメッセージを送信する



リクエストメッセージとレスポンスメッセージ

ECUが診断テスターからの指示を実行できないケースは、いくつか考えられます。単純にリクエストメッセージの形式やデータ値が誤っていて指示を実行できない場合や、安全確保のために指示を実行できない（車両が走行中である等）場合などです。診断テスターは、ECUからネガティブレスポンスを受信したら、これを受けて一連の診断の処理を中止します。



診断機能を使って水温を読み出す例

ポジティブレスポンスメッセージとネガティブレスポンスメッセージとを総称して、レスポンスメッセージといいます。また、リクエストメッセージとレスポンスメッセージとを合わせて、診断メッセージといいます。

2.2. 診断メッセージの宛て先タイプ

診断メッセージは一般に、複数のECUが接続されたバスを経由してやり取りされます。このため、診断メッセージは宛て先を指定して送信する必要があります。診断メッセージの宛て先の指定方法として、フィジカルアドレッシング (Physical Addressing) とファンクショナルアドレッシング (Functional Addressing) の二種類のタイプが用意されています。

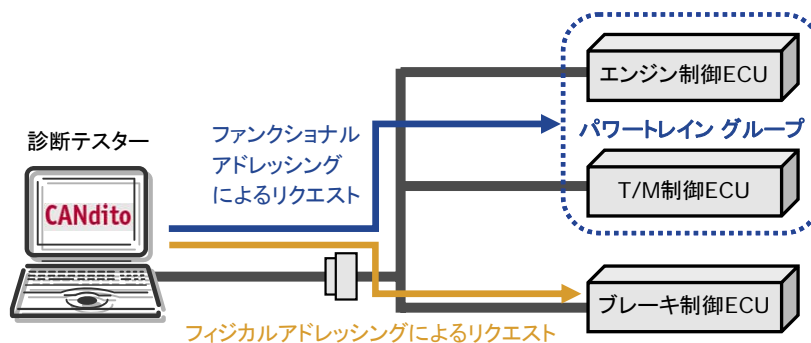
2.2.1. フィジカルアドレッシング

一つの診断テスターから一つのECUに指示を伝達する、あるいは一つのECUから一つの診断テスターに結果を報告するための、宛て先指定方法です。「フィジカル」を和訳して、物理アドレッシングと呼ばれることもあります。ダイアグ通信機能を持つすべてのECUが、フィジカルアドレッシングに対応します。フィジカルアドレッシングを使って指定する宛て先のことを、フィジカルアドレスあるいは物理アドレスといいます。

2.2.2. ファンクショナルアドレッシング

こちらは、一つの診断テスターから一つのグループのECUに指示を伝達するための、宛て先指定方法です。対象のグループに含まれるECUは1個でもかまいませんし、複数でもかまいません。一つのバス上の全ECUを対象とするグループを設けることも、よくあります。ファンクショナルアドレッシングによって指定する宛て先のことを、ファンクショナルアドレスといいます。

「ファンクショナル」を和訳して機能アドレッシング、また機能アドレスと呼ぶこともあります。



フィジカルアドレッシングとファンクショナルアドレッシング

車両の製造過程で記録された故障情報を消去する場合や、ECUの書き換えを行う際に、書き換え対象外のECUの通信機能を一時的に停止させる場合など、バス上のすべてのECUに同じ処理を行わせたいことがよくあります。ファンクショナルアドレッシングを使うと、複数のECUに一度に指示を出せますので、このような処理を大幅に簡略化できます。

これに対してECUからのレスポンスメッセージは、必ずリクエストを送信してきた一台の診断テスターに向けて送信されるので、フィジカルアドレッシングしか用いません。

2.3. レスポンス返信時間

診断リクエストを受信したECUは、所定の時間内にレスポンスメッセージを返信します。診断テスターは、この時間内にレスポンスを受信できなければ、次節による例外を除いて、リクエストかレスポンスの送受信に異常が生じたものと判断し、必要に応じてリクエストを再送信したり、新たなリクエストを送信したりします。このレスポンス受信のタイムアウト値を、P2と呼んでいます。P2の具体的な値は自動車メーカーが規定しますが、数十ms程度であるのが一般的です。

EEPROMデータの書き換えなど時間がかかる処理を要求され、このP2時間内に処理が終わらない場合ECUは、リクエストを受信して処理を進めているが未完了であることを伝える、RCRRP (**R**equest **C**orrectly **R**eceived - **R**esponse **P**ending) と呼ばれる特別なネガティブレスポンスを返信します。これも正式な名称ではありませんが、日本では「レスポンスペンディング」と呼ばれることが多いように見えます。

このRCRRPのネガティブレスポンスを受信した場合診断テスターは、改めて最終的なレスポンスを待ち直します。このとき、P2時間を延長し、P2* (P2 Enhanced、またはP2 Extendedと呼ばれます) をタイムアウト時間とします。ECUは、RCRRPのネガティブレスポンスを送信した後、「延長されたP2」 = 「P2*」 時間内に最終的なレスポンスを返信します。P2*時間が経過しようとしているのに最終的なレスポンスを返せない場合は、再度RCRRPのネガティブレスポンスを返信します。P2*は、5秒程度にするのが一般的です。

一般にこれらの処理は、診断テスターがすべて自動的に行ってくれます。しかし、P2とP2*の値を自分で設定あるいは変更する場合があります。

2.4. ポジティブレスポンスの抑制

リクエストメッセージの中で、ポジティブレスポンスメッセージを返信しないように要求する場合があります (ポジティブレスポンスの抑制 - 後述のUDS仕様での機能)。この要求は、診断リクエストの中に埋め込まれたSPRMIB (**S**uppress **P**ositive **R**esponse **M**essage **I**ndication **B**it) と呼ばれるフラグをセットすることで行われます。

この要求を受けた場合ECUは、診断リクエストの指示に従えるときは、指示を実行するだけでポジティブレスポンスメッセージを返信しません。指示を実行できないときは、ネガティブレスポンスメッセージを返信します。診断テスターは、前記P2時間内にレスポンスメッセージが返って来ない場合、リクエストを送ったECUが自分の指示に従っているものとして処理を進めます。

たいていの場合、ポジティブレスポンスの抑制機能は、ファンクショナルアドレッシングによるリクエストメッセージで用いられます。ポジティブレスポンスを受信する処理が不要になりますので、バス上の複数のECUに同じ指示を出す処理をさらに簡略化できます。

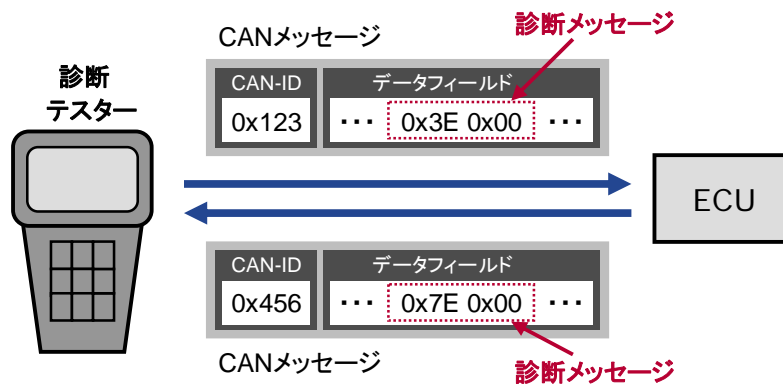
3. さまざまなネットワークでのダイアグ通信

ECUの診断には、さまざまなネットワーク（物理層）が利用されます。現在もっとも広く使われているのはCANですが、昔から使われて来たKラインも一部では現役ですし、イーサネットやFlexRay、LINを介して診断が行われることもあります。

3.1. CANを使ったダイアグ通信

繰り返しになりますが、現在もっとも広く利用されているのが、CANを使ったダイアグ通信です。現在では、診断の対象となるECUが、たいていCANでネットワーク化されているので、追加のハードウェアを設けずに診断機能を実装でき、かつ十分な通信速度が得られるためです。

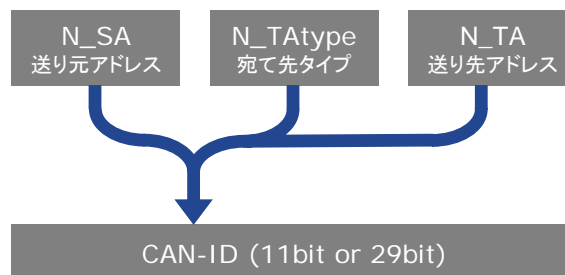
CANを使ってダイアグ通信を行う場合、診断メッセージの送り元・送り先・宛て先タイプ（フィジカルまたはファンクショナル）の組み合わせに対して一つのCAN-IDを割り当てます。割り当てられたCANメッセージのデータフィールドに診断メッセージを埋め込んで、これをやり取りします。



診断メッセージをCANメッセージに埋め込んで送受信する

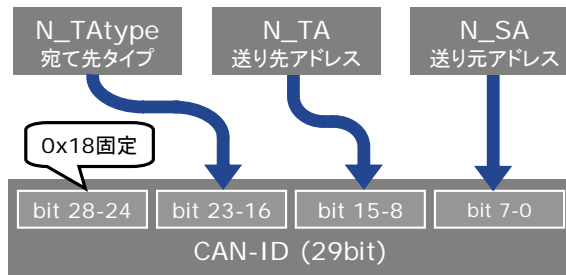
3.1.1. CAN-IDの割り当て

CAN-IDの割り当て方には複数の仕様が用意されています。下の図は、送り元・送り先・宛て先タイプの各項目とCAN-IDの間には一切関連がなく、これらの組み合わせに対して一つのCAN-IDを決める、という割り当て方です（この方法をNormal Addressingといいます）。



CAN-IDの割り当て方の例 (Normal Addressing)

この他に、送り元と宛て先タイプの組み合わせに対して一つのCAN-IDを割り当て、送り先はデータフィールドの先頭バイトに埋め込む方法 (Extended Addressing) や、29ビットのCAN-IDを5ビット/8ビット/8ビット/8ビットの4つに分割し、下位側の3バイトでそれぞれ、宛て先タイプ/送り先/送り元を表す方法 (Normal Fixed Addressing) が用意されています。ゲートウェイ越しの診断を行うために、ゲートウェイの先のネットワークにおける送り先を、やはりデータフィールドの先頭バイトに埋め込む方式 (Mixed Addressing) もあります。どの方式を用いるかは、自動車メーカーが決定します。ここで説明した方式とは少し異なる、変則的な方法 (=ISO仕様とは異なる割り当て方) を採用している自動車メーカーもあります。

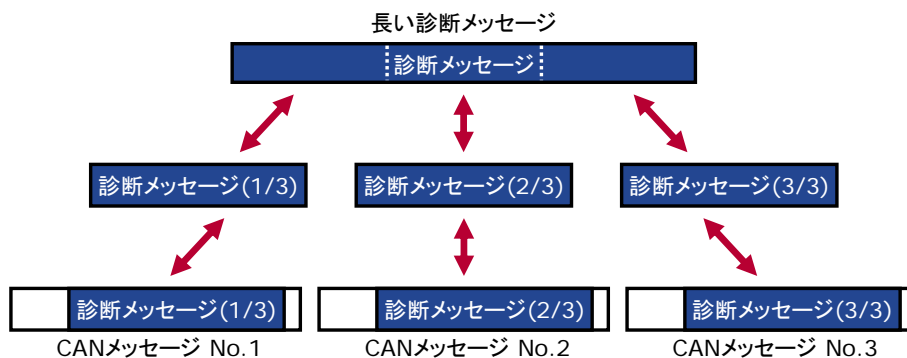


CAN-IDの割り当て方の例 (Normal Fixed Addressing)

いずれの場合も、CANを使って診断を行うためには、(フィジカル) リクエスト用とレスポンス用として最低二つのCAN-IDが必要になります。前述のファンクショナルアドレッシングによるリクエストに対応する場合は、CAN-IDをもう一つ利用します。さらに、これまで説明してきたリクエスト/レスポンスとは別に専用のCAN-IDを割り当て、これを使ってECUの内部データを周期的に送信させることもあります。診断テスターにこれらのCAN-IDと、Extended AddressingやMixed Addressingを用いる場合は、CAN-IDに加えて送り先アドレスの値を設定することで、ECUの診断が可能になります。

3.1.2. 診断メッセージの分割送受信

CANの仕様により、一つのCANメッセージに載せられるデータは最大で8バイトです。しかし、診断メッセージの長さをこの8バイト以下に制限すると、ごく限られた診断機能しか実現できなくなってしまいます。そこで、長い診断メッセージを分割し、複数のCANメッセージを使って伝送する方式が採用されています。



長い診断メッセージを分割送受信

この診断メッセージの分割と結合 (再構成) は一般に、診断テスターが自動的に行ってくれます。診断機能を利用する方が詳細を勉強しておく必要はありません。したがって、この仕様の細かい内容については、ここでは触れません。詳細はISO 15765-2に定められていますので、業務で必要な方、あるいは興味がある方はこの規格を確認してください。

3.2. Kラインを使ったダイアグ通信

Kラインは、1980年代から利用されている、低速の診断専用バスです。この仕様が採用された頃は自動車中のネットワーク化が進んでおらず、診断を行うためには専用のバスを設ける必要がありました。そのために開発されたのが、UARTベースの安価なインターフェースであるKラインです。その後、車載ECUのネットワーク化 (CAN化) が進み、わざわざ診断専用のバスを設けなくても、はるかに高速のバスを無料で利用できるようになったため、診断もCANを利用するようになりました。

しかし一部の車両では、過去に設計したECUをそのまま使い続けていたり、CAN化が不要なECUがあったりして、今でもKラインを使っています。また新興国向けの安価な車両では、高度なネットワークを設ける必要がないことも考えられます。この場合は、少しでもコストを削減するために今後もKラインが使われるかもしれません。

3.2.1. 通信の初期化

Kラインは診断専用のバスですので、普段はまったく使われていません。診断を始めるときには、通信を開始するための処理を行う必要があります。この処理のことを初期化 (initialization) といっています。初期化の方法には、先に設けられた5ボアの初期化 (5 Baud initialization) と、後に追加された高速初期化 (fast initialization) の二種類があります。

通信を終了する場合も、診断テスターから通信終了を指示する診断リクエストを送信し、ECUにダイアグ通信を終了させます。

3.2.1.1. 5ボア初期化

この初期化は、あらかじめECUに割り当てられたアドレスを使って行います。最初に診断テスターは、ECUのアドレスを5 Baudで送信します。指名されたECUは、同期を取るための固定データ0x55を返信します。Kラインでは、1200~10400 Baudの通信速度が利用できます。診断テスターは、この固定データを使ってECUの通信速度を特定します。ECUはこの固定データの後に、キーバイトと呼ばれる自身の通信仕様を示す2バイトのデータを送信します。診断テスターとECUは、これらのデータを互いに確認した後、本来のダイアグ通信を開始します。

3.2.1.2. 高速初期化

高速初期化を用いる場合、通信速度は10400 Baudに限定されます。初期化を行う際は、最初にウェイクアッ

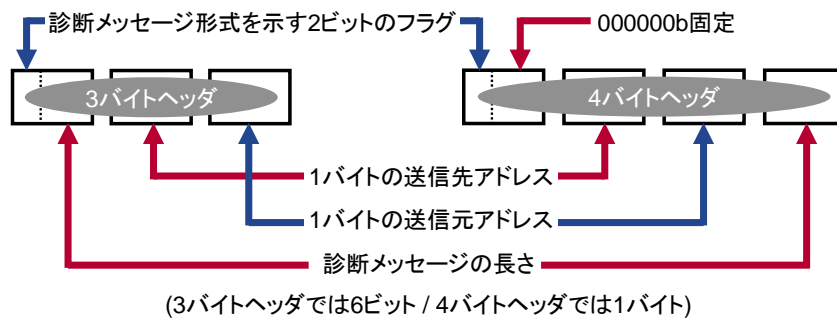
プパターンと呼ばれる特定の波形（電圧レベルLowを25ms、Hiを25ms）を、診断テスターから送信します。ECUは、このウェイクアップパターンを認識して、これに続けて送信されてくる、ダイアグ通信の開始を要求するリクエストメッセージを受信できるように準備します。リクエストメッセージが送信されてきたら、ECUは宛て先を調べて、自分か自分が属するグループであったらキーバイトを含むポジティブレスポンスを送信し、ダイアグ通信を開始します。自分が指名されていない場合、ECUは返信を行わず、次のウェイクアップパターンを待ちます。

3.2.2. Kライン通信で用いるヘッダ

CANを使った診断では、診断メッセージをCANメッセージに載せて運んでいました。これに対して、Kラインは診断専用のバスなので、宛て先などを示すヘッダと伝送エラーを検出するためのCRCを付加した診断メッセージを、そのままバスに送信します。規格上は1～4バイトのヘッダを使えますが、実際に利用されているのは3バイトのヘッダと4バイトのヘッダです。

それぞれの構成を、下の図に示します。

Kラインの診断メッセージに付加されるヘッダ



診断メッセージの長さを示す領域が、3バイトヘッダでは6ビット、4バイトヘッダでは8ビットなので、それぞれ63バイトまでの診断メッセージと、255バイトまでの診断メッセージを送れます。

それぞれのヘッダの使い分けとして、以下の三通りの方法が考えられます。

- > 3バイトヘッダのみを利用し、1～63バイトの診断メッセージを送受信する
- > 4バイトヘッダのみを利用し、1～255バイトの診断メッセージを送受信する
(この場合も、高速初期化の通信開始リクエストメッセージには3バイトヘッダを使います。)
- > 3バイトヘッダと4バイトヘッダの両方を使い、63バイトまでの診断メッセージには3バイトヘッダを付加して、64バイト以上の診断メッセージには4バイトヘッダを付加して送受信する

自動車メーカーによって、特定の方法を指定する場合と、どの方法をとっても良い場合とがあります。

3.2.3. Kラインでの通信タイミング

Kラインでの通信についても、いくつかの通信タイミングのパラメータが規定されています。ダイアグ通信を行うためには、診断テスターにこれらの値が正しく設定されている必要があります。

P1: ECUが送信する、レスポンスメッセージのバイト間時間

- P2: リクエスト受信完了からレスポンス送信開始までの時間
- P3: レスポンス受信完了から、次のリクエスト送信を開始するまでの時間
- P4: 診断テスターが送信する、リクエストメッセージのバイト間時間

P2~4については、ダイアグ通信機能を使って動的に値を切り換える機能が設けられることもあります。

Kラインを使った通信の詳細（低位層）は、ISO 14230-1および2で定められています。業務で必要な方は、規格書を読んで詳細を確認してください。

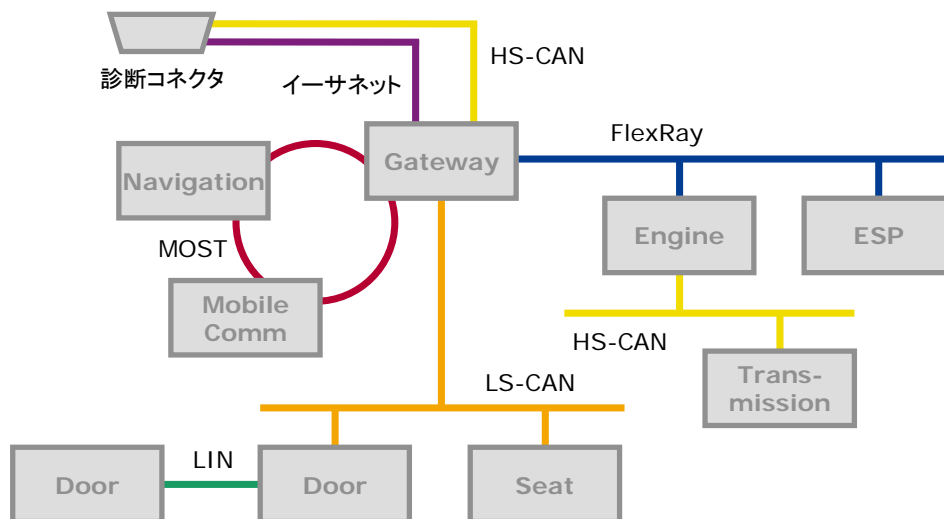
3.3. その他のネットワークを使ったダイアグ通信

診断の対象としたいECUがCANネットワークに接続されていない場合、CAN以外のネットワークを使って診断を行うことがあります。

LINスレーブの診断を行う場合は、CANなどのメインネットワークに接続されたLINマスターが、ゲートウェイとなって診断メッセージを中継します。診断テスターは、LINマスターにスレーブ宛のリクエストメッセージを送信し、スレーブからのレスポンスメッセージをLINマスターから受け取ります。

また最近、インターネット経由の診断やワイヤレスでの診断、あるいは高速なデータ転送を行うために、インターネットプロトコルを使って診断を行おうとする動きがあります。これをDiagnostics over IP、略してDoIPと称しています。現在考えられている構成は、診断テスターに対するゲートウェイとなるECUと、特に高速なデータ転送が求められるECUだけがイーサネットでの通信を行い、他のECUはCANやFlexRayなどの車載ネットワークでゲートウェイECUと接続され、このゲートウェイECU経由で診断を行うというものです。

FlexRay通信機能を持つECUについては、FlexRayで診断を行うこともあります。ただし、診断テスターのインターフェースはCANに集約されつつあり（将来的にはイーサネットに移行するものと思われます）、開発ツールを除いて、FlexRayで直接ダイアグ通信を行うことはありません。FlexRayで診断を行うECUがあっても、車外からのアクセスはCAN、あるいはイーサネットを使って行います。



これからのネットワーク構成の例

4. 診断メッセージの形式を定める標準仕様

低位層の通信プロトコルや診断メッセージの送り方に加えて、上位層の仕様である診断メッセージの形式も、ISOなどで標準化されています。本章では、これらの標準規格の概要を説明します。

4.1. 利用されている標準仕様

診断メッセージの標準仕様として、制定の目的や規格の新旧によって異なる、いくつかの仕様 (プロトコル) が利用されています。

プロトコル名称	概要	標準規格
KWP	すべてのECUで利用するために開発された、ダイアグ通信仕様の枠組み仕様の規定が不十分で、標準化のメリットが十分には得られないため、欧州では利用されなくなっている (プロトコル名称は、 K ey w ord P rotocolの略)	ISO 14230
UDS	実務に利用した経験を踏まえてKWPを大幅に改良した、新しいダイアグ通信仕様の枠組み 仕様が整理され、標準化の範囲が大きく広げられている (プロトコル名称は、 U nified D iagnostic S ervicesの略)	ISO 14229
OBD	乗用車の排ガス浄化機能を診断するために開発された、統一仕様 多くの国で、エンジン制御ECUなどに対応が義務づけられている (プロトコル名称は、 O n- B oard D iagnos t icsの略)	ISO 15031 SAE J1979
WWH-OBD	大型商用車で利用するために開発が進んでいる、新しいOBD仕様 UDS仕様がベースとなっている 将来は、乗用車でも利用することが考えられている (プロトコル名称は、 W orld W ide H armonized - O BDの略)	ISO 27145 (開発中)
1939	大型商用車で広く使われている、制御・診断・ネットワークマネジメントなどを含む通信仕様 診断については、近い将来UDS/WWH-OBD仕様に切り替えられてゆくと考えられる	SAE J1939

4.2. 乗用車のECUのダイアグ通信仕様

乗用車に搭載されるECUの各個の通信仕様は、自動車メーカーの標準仕様をもとに、ECUの個別仕様を盛り込んで作成されます。自動車メーカー毎の標準仕様は、KWPかUDSをベースに各社が開発・制定しています。

自動車メーカーの標準仕様がカバーする範囲は、会社によって大きく異なります。ベースのISO仕様に対して、わずかな制限や追加を加えているだけの会社もあれば、ほとんど自由度がないくらい広範に標準仕様を規定している会社もあります。

エンジン制御ECUやトランスミッション制御ECUなど排ガス浄化性能に影響を与え得るECUについては、上記KWP/UDSベースの診断機能に加えて、OBDの機能が実装されます (一つのECUが、両方の機能を持ちます)。それぞれの診断機能の概要については、次章で説明します。

4.3. 診断メッセージの大枠

前の節で多数の標準仕様を紹介しましたが、KWP、UDS (WWH-OBD)、OBDの診断メッセージの基本的な構造は同じです。SAE J1939だけが、独自の形式を使っています。

診断メッセージは、(SAE J1939仕様の診断を除き) 以下の要素から成ります。

リクエストメッセージの構成

SID	Sub function	Data ID	Data
-----	-----------------	---------	------

- > SID (必須)
要求する診断サービスの大枠を示す、1バイトの識別番号 (サービスID)
- > サブファンクション (オプション)
要求する診断サービスの詳細を示す、1バイトの識別番号
- > データID (オプション)
要求するサービスの対象を示す、1~2バイトのID番号
- > データ (オプション)
サービスの実施に必要な、上記以外のデータ

ポジティブレスポンスメッセージの構成

SID	Sub function	Data ID	Data
-----	-----------------	---------	------

- > SID (必須)
要求された診断サービスを確認するための識別番号 (サービスID)
<リクエストメッセージのSID + 0x40> を返信する
- > サブファンクション (オプション)
要求されたサブファンクションの値を、そのまま復唱する
- > データID (オプション)
要求されたデータIDの値を、そのまま復唱する
- > データ (オプション)
診断サービスを実施した結果得られたデータを報告する

ネガティブレスポンスメッセージの構成

SID	SIDRQ	NRC
-----	-------	-----

- > SID (必須)
ネガティブレスポンスであることを示す識別番号 (0x7F固定)
- > SIDRQ (必須)
実行できなかったサービスのSIDを、そのまま報告する
- > NRC (必須)
実行できなかった理由を、コード番号で報告する
ネガティブレスポンスコード

診断メッセージの例

リクエストメッセージ

SID	SF	Routine ID	Data
0x31	0x01	0x1234	0x0000

- SID: 診断専用ルーチンを使った動作を要求
- Subfunction: ルーチンの起動を指示
- Routine ID: 識別番号0x1234番のルーチンを指定
- Data: ルーチン起動時に用いるデータを指示

ポジティブレスポンスメッセージ

SID	SF	Routine ID
0x71	0x01	0x1234

- SID: 診断専用ルーチンを使った動作を了承
- Subfunction: ルーチン起動を復唱
- Routine ID: ルーチン識別番号0x1234番を復唱

ネガティブレスポンスメッセージ

SID	SIDRQ	NRC
0x7F	0x31	0x33

- SID: ネガティブレスポンスであることを示す
- SIDRQ: 実行できなかったのはルーチンを使った動作
- NRC: 実行できなかった理由はセキュリティ未解除

5. 診断機能を使った業務と診断メッセージの例

この章では、診断機能の使い方とそこで利用される診断メッセージを、例をあげて説明します。

具体的な診断機能の使い方をイメージするために診断メッセージの例を示しますが、UDSでの例が中心となります。KWPは標準化の範囲が狭く、標準仕様だけではごく一部の機能についてしか具体的な例を示せないからです。これはイコールKWPの場合、標準仕様といいながら、実は自動車メーカーによって仕様がバラバラな部分が多いということです。この自動車メーカー毎の仕様を知らないと、診断機能を利用できません。

また自動車メーカーによっては、KWPやUDSの仕様を利用していても、独自の仕様変更や仕様追加を行っていることがあります。この場合は、以下の説明や例は適用できません。

5.1. 故障診断

ECUに診断機能が設けられるようになったきっかけが、文字通りの故障診断です。車両 (電子制御システム) に生じた故障の原因を究明するために、主に以下の機能が使われます。

- > 制御データ・制御パラメータの読み出し
- > 入出力の強制変更
- > オンボード診断結果 (DTCと関連データ) の読み出し・クリア

5.1.1. 制御データ・制御パラメータの読み出し

ECU内部のデータを読み出すための診断機能です。故障診断のために確認が必要なデータに、あらかじめID番号を割り当てておき、このID番号を指定してデータを読み出します。

5.1.1.1. バッテリー電圧を読み出す例

以下、すべての例について、データのID番号や形式は、適当に設定したものです。実際には使えませんので注意してください。ただし、ECUが対応していれば、サービスIDとサブファンクション値に加えて、一部の標準化されたデータIDやパラメータも、現実のECUで利用できます。

KWPでの診断メッセージ

リクエストメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x21	データ読み出しサービスを要求するサービスID
2	0x10	バッテリー電圧を指示するID番号 KWPでは一般に、Local ID (LID) と呼ばれる1バイトのIDを用いる

レスポンスメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x61	データ読み出しサービスに応答するサービスID
2	0x10	バッテリー電圧を指示するID番号 (LID) を復唱
3	0x8C	バッテリー電圧 = 14.0V (この例では、電圧 = 読み出した値 / 10.0)

UDSでの診断メッセージ

リクエストメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x22	データ読み出しサービスを要求するサービスID
2,3	0x0120	バッテリー電圧を指示するID番号 UDSではデータID (DID) と呼ばれる2バイトのIDを使う

レスポンスメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x62	データ読み出しサービスに応答するサービスID
2,3	0x0120	バッテリー電圧を指示するデータIDを復唱
4	0x8C	バッテリー電圧 = 14.0V (この例でも、電圧 = 読み出した値 / 10.0)

5.1.1.2. ECUのソフトウェアバージョンを確認する例

KWPでの診断メッセージ

リクエストメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x1A	ID情報読み出しサービスを要求するサービスID KWPでは、ECUのID情報を読み出す場合と、それ以外のデータを読み出す場合とで、異なるSIDを使う
2	0xF7	ソフトウェアのバージョン番号を指定するID番号 (identificationOption) 読み出しには別のサービスを用いるが、書き込みは同一のサービスで行う (後述) ので、LIDとID空間を共用する

レスポンスメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x5A	ID情報読み出しサービスに回答するサービスID
2	0xF7	ソフトウェアのバージョン番号を指定するID番号を復唱
3,4	0x0102	バージョン番号は、1.0.2

UDSでの診断メッセージ

リクエストメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x22	データ読み出しサービスを要求するサービスID UDSの場合、ECUのID情報を特別扱いせず、同じSIDを用いる
2,3	0xF189	ソフトウェアのバージョン番号を指定するデータID データIDについても、ID情報を特別扱いせず、他のデータと同一の空間にID番号を割り当てる データの種類の、ID番号が含まれる範囲で区別する

レスポンスメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x62	データ読み出しサービスに回答するサービスID
2,3	0xF189	ソフトウェアのバージョン番号を指定するデータIDを復唱
4,5	0x0102	バージョン番号は、1.0.2

5.1.2. 入出力の強制変更

ECUが正常に負荷を駆動できているか、また入力の変化に対して正しく制御を行うか否かを確認するために、入力値や出力値を診断テスターから強制的に変更する機能が設けられます。以下に電子制御スロットルの開度を強制的に変更する場合の、診断メッセージの例を示します。これらはすべて、UDS仕様での例です。

5.1.2.1. 強制変更を指示する

リクエストメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x2F	入出力の強制変更を指示するサービスID
2,3	0xA001	スロットル開度を指定するデータID
4	0x03	一時的な変更を要求する制御パラメータ (ControlParameter)
5	0x4B	75%位置への駆動を指示 (この例では、指示値[%] = データ値)

レスポンスメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x6F	入出力の強制変更サービスに応答するサービスID
2,3	0xA001	データIDを復唱
4	0x03	制御パラメータを復唱
5	0x28	レスポンスを返す時点でのスロットル開度は40%

5.1.2.2. 現在の状態を確認する

リクエストメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x22	データ読み出しサービスを要求するサービスID
2,3	0xA001	スロットル開度を指定するデータID UDSでは、データ読み出しサービスと強制変更サービスとで共通のDID、共通のデータ形式を使う

レスポンスメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x62	データ読み出しサービスに回答するサービスID
2,3	0xA001	スロットル開度を指定するデータIDを復唱
4	0x4B	スロットル開度は75%に到達している

5.1.2.3. 制御をECUに返す

リクエストメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x2F	入出力の強制変更を指示するサービスID
2,3	0xA001	スロットル開度のデータID
4	0x00	ECUに制御を返すための制御パラメータ (ControlParameter)

レスポンスメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x6F	入出力の強制変更サービスに回答するサービスID
2,3	0xA001	データIDを復唱
4	0x00	制御パラメータを復唱
5	0x19	レスポンスを返す時点でのスロットル開度は25%

本項で例示した強制変更サービスの制御パラメータは、以下の4通りの値をとります。

パラメータ値	意味
0	制御をECUに返す (returnControlToECU)
1	入出力値をデフォルト値に戻す (resetToDefault)
2	現在の状態を維持する (freezeCurrentState)
3	診断リクエストで指示した値に変更する (shortTermAdjustment)

5.1.3. DTCとステータス

次項でオンボード診断結果の読み出し機能について説明しますが、その前にDTCとステータスについて、少し詳しい説明をしておきます。

オンボード診断の結果は、診断の項目を識別するための番号であるDTCと、そのステータスの組み合わせで記録されます。DTCにもまた、故障コード、診断コード、ダイアグコード、トラブルコード、Pコードなど多数の異名があります。診断メッセージなどと同様、DTCとステータスも大枠は標準化されており、多くの自動車メーカーがこの標準仕様を利用しています。

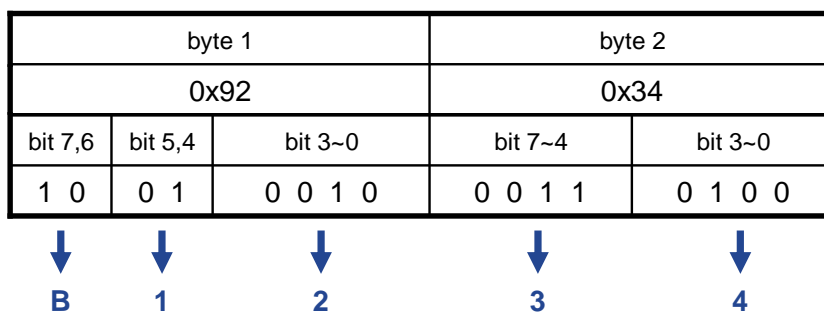
5.1.3.1. KWPのDTC

KWPでは、2バイトのDTCで診断の項目（診断の対象と故障の種類の組み合わせ）を示します。DTCのデータ（生値）の上位2ビットで診断の対象のグループ分けを行い、これにしたがって下表のようにこの2ビットを読み替えます。残りの14ビットは、4桁の16進数の値をそのまま用います。

DTCの上位2ビットによるグループ分け

上位2ビット	読み替え	分類
00	P	パワートレイン (powertrain) 系の故障を示す
01	C	シャシ (chassis) 系の故障を示す
10	B	ボディ (body) 系の故障を示す
11	U	通信 (network) 系の故障を示す

DTC読み替えの例



→ DTC 0x9234は、B1234と読み替えます

KWPのDTCの例

データ値	DTC	診断の項目
0xC003	U0003	High Speed CAN Communication Bus (+) open

5.1.3.2. UDSのDTC

電子制御システムの増加と高度化 (センサーやアクチュエータの増加) に伴い、2バイトでは設定できるDTCの数が不足する恐れが出てきました。このため、UDSではDTCを3バイトに改めました。上位2バイトでKWPと同じ形式のDTCを使って診断の対象を示し、下位1バイトで故障の種類を表します。この下位1バイトのことを、FTB (Failure **I**ype **B**yte) といいます。

UDSのDTCの例

データ値	DTC	診断の対象	FTB	故障の種類
0xC00113	U0001	High Speed CAN Communication Bus	0x13	circuit open

5.1.3.3. DTCのステータス

オンボード診断の状態は、いくつかのステータスフラグを設けて表すのが一般的です。各1ビットのフラグを最大8個使い、これらを1バイトのステータスバイトにまとめてやり取りします。KWPではこのステータスフラグ/バイトが標準化されていないので、各国あるいは各自動車メーカーなどにより異なるフラグが用いられました。UDSではステータスフラグが標準化されていますので、個別のフラグの採否に違いはありますが、自動車メーカーに関わらず同じフラグが用いられます。UDSのステータスバイト (フラグ) を下表に示します。

ビット位置	フラグ名称	フラグが示す内容
0	testFailed	直近の診断テストの結果がNGだったことを示す
1	testFailedThis OperationCycle	今回の運転中に、診断テストの結果が一度以上NGとなったことを示す
2	pendingDTC	未確定 (フィルタリング中) の故障であることを示す
3	confirmedDTC	故障が確定したことを示す
4	testNotCompleted SinceLastClear	診断結果を最後にクリアして以来、一度も診断テストが完了していないことを示す
5	testFailed SinceLastClear	最後に診断結果をクリアしてから、診断テストの結果が一度以上NGとなったことを示す
6	testNotCompleted ThisOperationCycle	今回の運転中に、一度も診断テストが完了していないことを示す
7	warningIndicator Requested	診断結果がNGであるために、ドライバーに警告表示をしていることを示す

パワートレイン制御関連の項目を中心にDTC自体の標準化も進んでいますが、ボディ系/シャシ系/通信系については、標準化されている項目はそれ程多くありません。標準化されていない項目については、自動車メーカ

一やその設計担当者がDTCを定めます。標準仕様が存在する項目でも、自動車メーカーが独自にDTCを割り当てることがあります。

このDTCの枠組みや標準DTCは、ISO 15031-6/SAE J2012で規定されています。またUDSのステータスフラグについてはISO 14229-1で規定されています。詳細についてはこれらの規格を参照してください。

5.1.4. オンボード診断 (自己診断) 結果の読み出しとクリア

車両に故障が生じた場合、その原因を究明するためにECUからオンボード診断 (自己診断) の結果を読み出します。具体的には、なんらかの条件を指定して、この条件に合致したDTCとそのステータスを読み出します。また、これに加えてスナップショットデータや拡張データを読み出すこともあります。

以下に、UDSでの診断メッセージのやり取りの例を示します。

5.1.4.1. 確定故障か未確定故障のフラグが立っているDTCだけを読み出す

リクエストメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x19	DTCの読み出しを指示するサービスID
2	0x02	ステータスでフィルタリングしたDTCを読み出すためのサブファンクション値
3	0x0C	読み出し条件を指定する、DTCStatusMaskデータ 本例では、confirmedDTC=1、pendingDTC=1、その他のフラグを0として、 確定故障か未確定故障を検出しているDTCを返信するよう要求している

レスポンスメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x59	DTC読み出しサービスに応答するサービスID
2	0x02	サブファンクション値を復唱
3	0x7F	ECUが対応するステータスフラグをテスターに通知する、 DTCStatusAvailabilityMaskデータ
4~6	0x011017	吸気温センサーの入力電圧異常 (電圧が基準値より高い)
7	0x2F	上記DTCの現在のステータス
8~10	0x040911	EGRセンサー入力のGNDショート故障
11	0x24	上記DTCの現在のステータス

5.1.4.2. すべてのDTCのクリア

故障の修理が完了したら、それ以降に発生した故障だけを記録するために、いったんオンボード診断の記録をクリアするのが一般的です。

リクエストメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x14	DTCと関連情報の消去を指示するサービスID
2~4	0xFFFFFFFF	クリアの対象とするDTCまたはDTCのグループを指示するパラメータ この例では、すべてのDTCをクリアするよう要求している

レスポンスメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x54	DTCと関連情報の消去サービスに応答するサービスID

5.1.4.3. スナップショットデータと拡張データ

DTCが残っていても、修理の際に故障を再現できない場合など、原因究明が困難なことがよくあります。このような事態に備えて、故障発生時にはDTCとそのステータスだけではなく、スナップショットデータ (DTC snapshot data) や拡張データ (DTC extended data) と呼ばれるデータを、合わせて記録しておくのが一般的です。

スナップショットデータ (フリーズフレームデータとも呼ばれます) というのは、オンボード診断で故障と判定した瞬間のECUの制御データを、DTCとセットで記録したデータのことです。拡張データは、故障発生頻度や最初に故障を検出した際のオドメータ値など、スナップショットデータ以外の故障関連データを、同じくDTCと共に記録したデータです。

複数の故障が生じたり、同じ故障を何回も検出したりする場合に備えて、複数のデータセットを記録できるようにします。UDS仕様では、それぞれのデータセットにレコード番号と呼ばれるID番号を割り当てて、各データセットを識別できるようにしています。レコード番号の付け方は、標準仕様では決まっていません。単純な検出順の番号を使ってもかまいませんし、レコード番号に特定の意味を持たせてもかまいません。

これらのデータの記録仕様は、自動車メーカーによって異なります。データの読み出し仕様も、この記録仕様にしたがって少し異なります。このため、ここではデータの読み出し仕様の詳細については触れません。詳細の確認が必要な方は、ISO標準と自動車メーカーが発行する仕様書を確認してください。

5.2. 測定・キャリブレーション

高速な制御を行わないECUや、調整する制御パラメータの数が少ないECUについては、CCP/XCPを使わずに、診断の機能を使って測定やキャリブレーションを行うこともできます。このためには、故障診断と同じ方法で制御データや制御パラメータを読み出したり、別の診断メッセージを使って制御パラメータを書き込んだりします。ID情報など、他のパラメータも同じ方法で書き換えられます。

測定・キャリブレーションのために、直接メモリのアドレスとサイズを指定してデータを読み書きする機能を設けることもあります。ただし、この機能が実装された場合でも、開発中しか利用できないように制限するのが一般的です。

データを読み書きする際に、診断機能を利用する側が対象となるメモリの種類 (RAM/EEPROM/Flashメモリなど) を区別する必要はありません。診断テスターはID番号やアドレスだけを指定し、ECUがメモリの種類に応じて適切な処理を行います。

また下記の例以外に、診断のために生じる余分なバストラフィックを減らすために、診断テスターからの指示で動的にデータIDの中身を構成してデータを読み出す機能や、同じデータを周期的に読み出す機能が利用されることもあります。これらの機能の詳細については、ISO標準や自動車メーカーが発行する仕様書を参照してください。

5.2.1. ECUのソフトウェアバージョンを書き換える

KWPでの診断メッセージ

リクエストメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x3B	データの書き込みを指示するサービスID
2	0xF7	ソフトウェアバージョンを指定するID番号 (identificationOption)
3,4	0x0200	書き込みデータ (バージョン2.00)

レスポンスメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x7B	データ書き込みサービスに回答するサービスID
2	0xF7	ソフトウェアのバージョン番号を指定するID番号を復唱

UDSでの診断メッセージ

リクエストメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x2E	DID指定のデータ書き込みを指示するサービスID
2,3	0xF189	ソフトウェアバージョンを示すデータID DIDとデータ形式はSID 22による読み出しサービスと共通
4,5	0x0200	書き込みデータ (バージョン2.00)

レスポンスメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x6E	データ書き込みサービスに応答するサービスID
2,3	0xF189	ソフトウェアのバージョン番号を指定するデータIDを復唱

5.2.2. アドレス指定によるデータの読み書き

以下の例はすべて、UDS仕様にもとづいて作成した診断メッセージの例です。

5.2.2.1. アドレス0xC00040から0xC0005Fまでの32バイトのデータを読み出す例

リクエストメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x23	メモリーの値を読み出すサービスを指示するサービスID
2	0x13	以下に続く、アドレスと読み出し長さのサイズを規定するパラメータ この例では、読み出しデータ長のサイズが1バイト/アドレスサイズが3バイト
3~5	0xC00040	読み出し先頭アドレスが、0xC00040
6	0x20	読み出し長さが、32 (0x20) バイト

レスポンスメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x63	メモリー読み出しサービスに応答するサービスID
2~33	0x11....	メモリーの値 (実際は32バイト)

5.2.2.2. アドレス0x2048からの2バイトに、データ0x55AAを書き込む例

リクエストメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x3D	メモリーにデータを書き込むサービスを指示するサービスID
2	0x22	以下に続く、アドレスと書き込み長さのサイズを規定するパラメータ この例では、書き込みデータ長のサイズとアドレスのサイズが共に2バイト
3,4	0x2048	書き込み先頭アドレスが、0x2048
5,6	0x0002	書き込み長さは2バイト
7,8	0x55AA	書き込みデータ

レスポンスメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x7D	メモリー書き込みサービスに応答するサービスID
2	0x22	アドレスと書き込み長さのサイズを規定するパラメータを復唱
3,4	0x2048	書き込み先頭アドレスを復唱
5,6	0x0002	書き込み長さを復唱

5.3. ECUのリフラッシュ

近年多くのECUが、診断の機能を利用したリフラッシュ (ECUの中のソフトウェアやキャリブレーションデータを、外部から書き換える機能) に対応しています。書き換えデータや書き換えソフトウェアを開発する人以外は、提供されたデータやツールを使って書き換えを実行するだけなので、中味の処理について詳細を知っておく必要はありません。そこで、ここでは概要だけを紹介します。

書き込みデータの転送には、専用の診断機能を利用します。最初に書き換え範囲を宣言して、その後、連続的にデータを転送する形をとります。また、実際の書き換え処理の前後に、他の節で説明している診断機能を利用して、さまざまな処理を行います。

- > 書き換え対象ECUの仕様確認 (読み出したECUのID情報にもとづいて、書き換えファイルを選択する)
- > セキュリティの解除 (詳細は後述)
- > リフラッシュに伴い変更になるデータの書き込み (ソフトウェアのバージョンや、書き換え日付など)
- > 通信速度の変更 (低速CANの場合など)
- > フラッシュドライバ (実際にフラッシュメモリーを消去したり、データを書き込んだりするソフトウェア) の転送、検証、起動

- > 書き換えデータの検証 (伝送エラーや不正データの検出)

さらに、書き込み処理の前段として、書き込み対象ではないECUに以下の指示を出すことがあります。

- > 制御のためのCANメッセージの送受信を禁止 (バスを占有して、書き込み処理時間を短くするため)
- > 通信を対象にしたオンボード診断の一時中止 (ECU書き換え中は、制御のための通信ができなくなるため)

具体的なECUのリフラッシュ手順は、会社によってバラバラです。ドイツの自動車メーカーは、自らが設立した業界団体であるHISによる標準仕様をベースにした、リフラッシュ手順を採用しています。また、ISO 15765-3にもリフラッシュ手順の枠組みが規定されています。しかし、ドイツ以外の多くの自動車メーカーは、自らの要件にもとづいた独自性の強いリフラッシュ手順を採用しています。

5.4. EOL処理

高度な電子制御システムを搭載した車両を製造している自動車工場では、組み立て、初期学習、検査などいろいろな場面で診断の機能が活用されています。ここで用いる診断機能とこれを使った処理のことを、組み立てラインの最後 (**E**nd **O**f **L**ine) で用いられ始めたことから、EOL機能、EOL処理などと呼んでいます。EOL処理では、以下の診断機能が利用されます。

- > 制御データの読み出し
- > 制御パラメータ・ECUの識別データの読み書き
- > オンボード診断データの読み出し・クリア
- > 特別な動作 (学習モード、工場組み立てモード、検査モード、等々) の利用

5.4.1. 特別な動作の利用

複雑な電子制御システムを搭載した車両やモジュールを、工場では組み立てたり整備工場では修理したりする際、ECUに特別な動作をさせることがあります。このためには、あらかじめECUに特別な動作を実行するためのソフトウェアを組み込んでおき、ダイアグ通信機能を使ってこれを起動あるいは終了させます。特別な機能を実行した結果を読み出したい場合は、そのための機能も設けておきます。

この特別な動作のことを、ルーチンといいます。ルーチンを複数利用することもありますので、各ルーチンにはID番号を割り当てておき、これを指定して動作を制御します。このID番号のことを、ルーチンIDといいます。動作の中で利用するために、ルーチンを起動する際の初期値を別に指定することもあります。

5.4.1.1. 特別な動作の起動

以下に、工場の組み立てラインで、パワーウィンドウを強制的に動作させて全閉位置を自動的に学習させる機能を、診断テスターから起動する際に利用される診断メッセージの例を示します。

リクエストメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x31	特別な処理を求めるサービスID
2	0x01	処理の起動を指示するサブファンクション値
3,4	0xB101	上記初期学習を指示するID番号 (ルーチンID)

レスポンスメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x71	特別な処理を求めるサービスに応答するサービスID
2	0x01	サブファンクション値を復唱
3,4	0xB101	ルーチンIDを復唱

処理の「起動/終了/結果の読み出し」の各機能は、以下のように利用されます。

- > すぐに処理が完了するルーチンや、一度処理を始めると途中で止められないルーチンについては、「起動」のみを用いる
- > 任意の期間だけ処理を続けることが求められ、診断テスターの責任で処理を終了するようなルーチンについては、「起動」と「終了」を用いる
- > 処理に時間がかかり、途中で処理を中断することもあり得るようなルーチンについても、「起動」と「終了」を用いる
- > ルーチンを実行した後、それによって生じた結果のデータを読み出したい場合は、上記に加え「結果の読み出し」を用いる

5.5. セッション・セキュリティ

5.5.1. セッション機能

先の節で説明したECUの書き換えや自動車工場での処理で用いる診断機能は、通常の故障診断では使いません。また、これらの機能を動作させたまま車両を走行させたり他のシステムを機能させたりすると、問題が生じることがあります。そこで、これらの機能を間違えて起動しないように、また誤って起動したままにすることがないように、セッション機能を設けて制限を加えます。

セッション機能というのは、セッションと称するECUの動作モードを複数設け、特別な機能は特別なセッション状態でしか起動できなくする機能です。セッション状態は、診断機能を使って切り換えます。セッションを移行すると、新しいセッション状態ではサポートされない診断サービスは、自動的に終了させられます。またUDSでは、セッション移行と合わせて、タイミングパラメータP2およびP2*を自動的に切り換える機能が設けられます。

以下に、セッション状態を切り換えるための診断メッセージの例を示します。

リクエストメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x10	セッション移行を要求するサービスID
2	0x03	サブファンクション値で、拡張セッション (ECU Extended Diagnostic Session) を要求

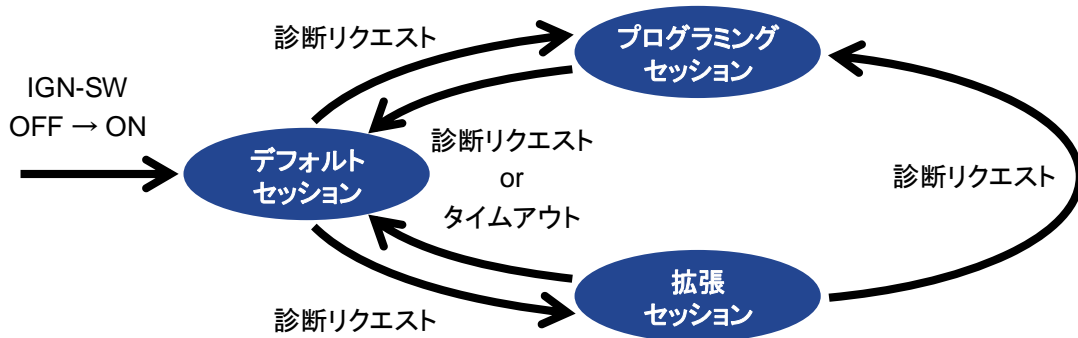
レスポンスメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x50	セッション移行サービスに応答するサービスID
2	0x03	サブファンクション値を復唱
3,4	0x0032	移行後のセッションでのP2時間を報告 (この例では、P2時間 = 受信値 = 50 [ms])
5,6	0x01F4	移行後のセッションでのP2*時間を報告 (この例では、P2*時間 = 受信値 × 10 = 5000 [ms])

通常は、特別な動作そのものか、特別な動作を起動するためのセッション状態を終了させる診断リクエストを送信して、意図的にこれらの動作を停止させます。しかし、診断コネクタの接続が外れたり、診断テスターが突然故障したりした場合に備えて、バックアップ機能が設けられます。

診断テスターとの通信が途絶えた場合ECUは、自動的に特別な機能を利用するためのセッション状態を解除してデフォルトの状態に戻し、特別なセッション状態での動作をすべて終了させます。ECUは、一定期間 (一

般には5秒間) 新たな診断リクエストを受信できなかったことをもって、診断テスターとの通信が途絶したと判定します。



セッション移行の例

しかし、診断テスターは人間が操作するものなので、リクエストを送信する必要がない期間が5秒以上続くことがよくあります。このような場合診断テスターは、ECUに通信途絶と判定させないために、テスタープレゼント (Tester Present) という診断リクエストを送信します。このリクエストは、新たな診断サービスは要求せず、それまでに要求した診断サービスによる動作を継続するよう求めるものです。一般に、このテスタープレゼントリクエストの送信は、診断テスターが自動的に行います。診断テスターを、自動的にテスタープレゼントを送信するように設定しておけば、通信の途絶と判定されることをユーザーが心配する必要はありません。

以下に、テスタープレゼントの診断メッセージのやり取りの例を示します。

リクエストメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x3E	セッション状態の維持だけを要求するサービスID
2	0x00	ポジティブレスポンスの可否を指示するためだけに設けられる、ダミーのサブファンクション (ゼロサブファンクションといいます) の値

レスポンスメッセージ

バイト順	値	意味
1	0x7E	セッション状態維持要求に応答するサービスID
2	0x00	サブファンクション値を復唱

ここで説明した、セッション解除のためのタイムアウト時間をS3といいます。ECU側の実際のタイムアウト時間のことを示すのにS3serverといたり、S3clientとって診断テスター側のテスタープレゼント送信間隔のことを示したりします。誤って通信途絶と判定されないように、S3serverには長めの値を、S3clientには短めの値を設定するのが一般的です。場合によっては、このS3serverやS3clientの値を手作業で設定することもあります。

5.5.2. セキュリティ機能

ECUのリフラッシュなど自動車メーカーの管理下でのみ処理を許可したい場合には、セキュリティ機能を利用します。これは、セキュリティが解除された状態でのみ対象の診断サービスを実行できるように、制限を加える機能です。セッション機能とは異なり、セキュリティ機能はただ要求するだけでは解除できません。解除するためには、以下のような手順を踏んでECUの認証を得る必要があります。

1. 診断テスターからECUにSEEDと呼ばれる数値を要求し、ECUがこれを送信する
2. 診断テスターは、受信したSEEDから特別なアルゴリズムを使ってKEYと呼ばれる数値を算出し、これをECUに送信する
3. ECUは、受信したKEYの値を自身で算出した正しいKEYの値と比較して、一致したらセキュリティを解除する

これだけではセキュリティの強度が低いので、総当たり攻撃を防止するためのロジックを追加するなどして、セキュリティ強度を上げます。さらにSEEDの値を毎回変更したり、ごく短い有効期間を設けたりするのが一般的です。高度なセキュリティ機能が要求されない場合や開発中は、固定値を交換するだけのこともあります。

UDS仕様では、セキュリティ機能はセッション機能と結び付けられています。特定のセッション状態でのみセキュリティの解除を許可し、セッション状態が変わると同時にセキュリティが再度有効になります (= セキュリティで保護された機能は使えなくなります)。

セキュリティの解除も、診断テスターが自動的に行うのが基本です。開発中のECUを除き、診断機能を利用するユーザーが上記の手順を意識する必要はありません。

5.6. OBD

前述のとおりOBDは、乗用車の排ガス浄化機能を診断するために開発された、統一ダイアグ通信仕様です。排ガス浄化機能を診断するための仕様ですので、制御データやオンボード診断データ、ECUのID情報を読み出す機能はありますが、データを書き込む機能はありません。また、診断の対象はパワートレイン系のECU (排ガス浄化性能に影響を及ぼし得るECU) に限られます。

OBDでは、読み出せるデータの大半について、ID番号とそれに対するデータの中味までが標準化されています。さらに、ECUがこの標準化されたID番号のうち、どのIDに対応しているのかを読み出す機能が必須となっています。これらの機能により診断テスターは、標準規格に則った通信機能を備えるだけで、一部の独自仕様部分を除き、すべてのメーカーの、すべての車両を診断できるようになります。

OBD通信仕様には、以下の機能が規定されています。

- > 制御データ・フリーズフレームデータの読み出し
- > OBD DTCの読み出しとクリア
- > OBD診断テストデータの読み出し
- > 車両のID情報の読み出し
- > OBDテストの実施

具体的なOBDの診断メッセージについては、標準 (ISO 15031-5/SAE J1979) を参照してください。

5.6.1. 制御データ・フリーズフレームデータの読み出し

排ガス浄化機能を診断するために確認が必要な制御データを、パラメータID (PID) と呼ばれる標準化されたID番号を使って読み出す機能です。UDS仕様と異なり、フリーズフレームデータもこのPIDを指定して読み出します。フリーズフレームデータを記録する原因となったDTCを読み出すために、専用のPIDが設定されています。

OBDでも、複数のフリーズフレームデータのセットを保存するための仕様が用意されています。ただし、必ず対応しなければならないのは1セットだけで、2セット以上のデータを記録する機能は、自動車メーカーの判断で設けられます。

5.6.2. OBD DTCの読み出しとクリア

OBDでは、所定のオンボード診断機能を設けることが義務づけられています。単純に実施できる電気的な診断テストもありますが、多くは特定の運転条件におけるシステムの動作を確認する診断テストです。

このような診断テストは、一回のドライビングサイクルにつき、一回だけ実施されます。ドライビングサイクルというのは、エンジンを始動してから所定の運転条件を満たした上でIGNスイッチをオフするまでの期間のことです。この診断テストには、一回のドライビングサイクル (一回の診断テスト) で確実に故障したと判定するものと、二回、あるいは三回のドライビングサイクルで続けて結果がNGになった場合に、はじめて確実に故障したと判定するものがあります。

直近の、あるいは現在のドライビングサイクルにおける診断テストの結果を示すDTCを、未確定故障のDTC (Pending DTC) といいます。また、確実に故障していると判断したDTCを、確定故障のDTC (Confirmed DTC) といいます。未確定故障のDTCは、次回の診断テストでOKと判定された場合、自動的にクリアされます (故障なしの状態に戻ります)。これに対して確定故障のDTCは、診断テスターからの指示を受けて消去されるか、所定の自己クリア条件 (40回連続で診断テストの結果がOKになるなど) を満たすまで保持されます。

また確定故障のDTCを記録する際には、同時に故障履歴 (Permanent Status) を記録します。この故障履歴は、診断テスターからのクリア指示だけでは消去されず、その後の診断テストでOKと判定されてはじめて消去されます。上記の自己クリア条件が満たされて、ECUが自身で確定故障の記録を消去する際には、故障履歴も同時に消去します。

これらの定義にもとづいたOBD DTCを読み出すために、以下の三種類のサービスが規定されています。

- > 確定故障のDTCの読み出し
上記仕様にもとづき、「確定故障」と判定したDTCを読み出す機能
- > 現在のドライビングサイクル中に検出した故障のDTCの読み出し
上記仕様にもとづき、「未確定故障」と判定しているDTCを読み出す機能
- > 故障履歴があるDTCの読み出し
上記仕様にもとづき、「故障履歴」があるDTCを読み出す機能

OBDではKWPと同じ2バイトのDTCを使います。またOBDでは、DTCのステータスフラグは利用しません。その代わりに、前記の三種類のDTC読み出し方法を設けています。

前段でも少し触れましたが、KWPやUDSと同様に、OBDでもDTCのクリア機能が設けられます。ECUは、診断テスターからのDTCクリア要求を受信したら、未確定故障のDTCと確定故障のDTC、さらにフリーズフレームデータをすべて消去します。上記のとおり故障履歴ありのDTCは、診断テスターからのクリア要求を受信した後、自身で診断テストを実施して、結果がOKだった場合のみ消去します。

5.6.3. OBD診断テストデータの読み出し

前項で説明したDTCの読み出し機能は、診断テストの最終的な判定結果を読み出す機能です。これに対して、こちらは診断テストで得られたデータを読み出す機能です。

例えば、触媒コンバータが正常に機能しているか否かを診断するテストの一つに、フィードバック制御中に、O2センサーからの入力が入力範囲の周期と振幅で振動していることを確認するテストがあります。DTCはテストの結果がNGだったことだけを示しますが、この診断テストデータの読み出し機能を使うと、リッチ領域あるいはリーン領域と判定する電圧値と、これをもとに算出したリッチ～リーンの遷移時間や、センサー出力の周期を判定するための電圧値と、これをもとに算出した周期などのデータを読み出せます。これらにより、故障と判定された際の状況がより詳しく分かります。

診断テスターは、OBDモニターIDと呼ばれるテストの大項目を示すID番号を指定して、データを要求します。これに対してECUは、指示されたOBDモニターIDに属するテストの結果を、テストの小項目を示すテストIDを付けて、すべて報告します。

5.6.4. 車両のID情報の読み出し

VIN番号 (車両識別番号) やECU名称などの車両のID情報と、IPT (In-use Performance Tracking data)と呼ばれる、車両の使用過程で記録したデータを読み出すための機能です。これらのデータには、InfoTypeと呼ばれるID番号が割り当てられており、これを使って必要なデータを読み出します。

IPTとしては、車両のエンジン始動回数や、OBD診断テストを実施できる走行条件が成立した回数、さらに各OBD診断テストが実際に可能になった回数が記録されます。自動車メーカーや各国で排ガス規制を行っている行政機関は、テスト車両や一般ユーザーの車両からこのデータを回収することで、OBD診断機能が実際に動作していることを確認できます。

5.6.5. OBDテストの実施

OBD仕様で定められたテストの動作を、診断テスターから制御するための機能です。現状の標準規格では、「燃料蒸発ガス排出抑止装置 (キャニスター)」システムのリークを調べるテストを、診断テスターから起動する仕様しか規定されていません。

6. 参照標準規格

KWP on CAN

規格番号	標題	概要
ISO 14230-3	Road vehicles -- Diagnostic systems -- Keyword Protocol 2000 -- Part 3: Application layer	KWPの診断メッセージ仕様を規定した標準
ISO 15765-3	Road vehicles -- Diagnostics on Controller Area Networks (CAN) -- Part 3: Implementation of unified diagnostic services (UDS on CAN)	UDSをCAN上に実装するための仕様であるが、KWPをCANに実装する際に、一部の仕様を流用している
ISO 15765-2	Road vehicles -- Diagnostics on Controller Area Networks (CAN) -- Part 2: Network layer services	こちらもUDSをCANに実装するための標準であるが、同様にネットワーク層の仕様を流用している

※ CANの仕様については、ISO 11898を参照してください

UDS on CAN

規格番号	標題	概要
ISO 14229-1	Road vehicles -- Unified diagnostic services (UDS) -- Part 1: Specification and requirements	UDSの診断メッセージ仕様を規定した標準
ISO 15765-3	Road vehicles -- Diagnostics on Controller Area Networks (CAN) -- Part 3: Implementation of unified diagnostic services (UDS on CAN)	UDSをCAN上に実装するための仕様を規定した標準
ISO 15765-2	Road vehicles -- Diagnostics on Controller Area Networks (CAN) -- Part 2: Network layer services	UDSをCAN上に実装するための、ネットワーク層の仕様を規定した標準

※ CANの仕様については、ISO 11898を参照してください

※ 現在、標準規格の見直しが進んでおり、ISO 15765-3は近い将来ISO 14229-2および3で置き換えられる予定です

DTC

規格番号	標題	概要
SAE J2012 および DA	Diagnostic Trouble Code Definitions	DTCの枠組みを規定している標準仕様 またSAEは、標準DTCを管理し、電子附属書 (Digital Annex) と呼ばれるエクセルファイルで提供している
ISO 15031-6	Road vehicles -- Communication between vehicle and external equipment for emissions-related diagnostics -- Part 6: Diagnostic trouble code definitions	DTCの枠組みを規定している標準仕様 SAE J2012と共通の仕様 標準DTCについては、SAEが一元管理しており、SAE J2012のDAを参照する

OBD

規格番号	標題	概要
SAE J1979 および DA	E/E Diagnostic Test Modes	OBDのダイアグ通信仕様を規定している標準仕様 CANだけではなく、KラインやSAE J1850を使った通信仕様についても規定している
ISO 15031-5	Road vehicles -- Communication between vehicle and external equipment for emissions-related diagnostics -- Part 5: Emissions-related diagnostic services	OBDのダイアグ通信仕様を規定している標準仕様 SAE J1979と共通の仕様