

デジタル鉄道模型
Beginner's Manual
Version 0.10

Index

1. はじめに.....	- 3 -
2. DCC のメリット.....	- 4 -
3. DCC を始めるには.....	- 4 -
4. スケールとゲージについて.....	- 4 -
5. コマンドステーション.....	- 5 -
6. デコーダ.....	- 7 -
7. 安く DCC を実現するには.....	- 9 -
8. 車両やポイントに組み込む.....	- 10 -
9. CV.....	- 12 -
10. FAQ.....	- 13 -
10.1. アナログと DCC を同じ車両で自動切り替えで使えないか？.....	- 13 -
10.2. DCC は高い！.....	- 13 -
10.3. DCC は難しい！.....	- 13 -
10.4. DCC でも集電不良が起きる！.....	- 13 -
10.5. DCC は危ない！.....	- 13 -
11. DCC の細かい話.....	- 15 -

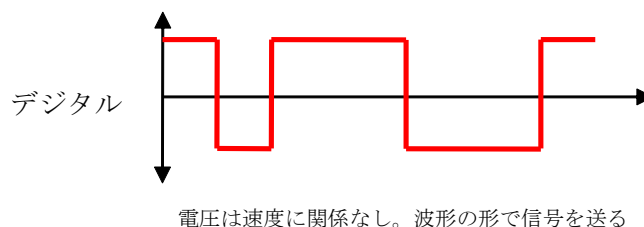
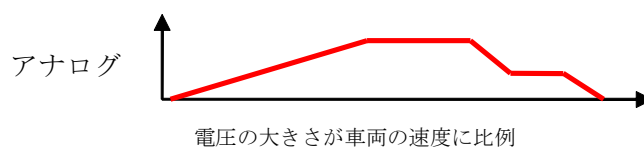
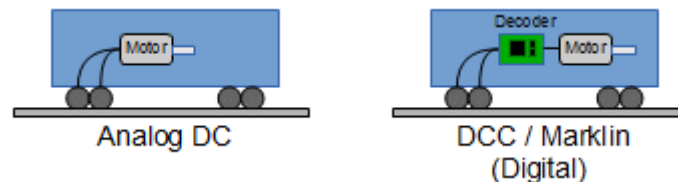
1. はじめに

日本では、線路に供給する電圧を 0~12V(直流)で変えて、鉄道模型車両の中に入っているモーターの速度を変えて走らせるアナログ DC 式が主流です。

しかし、欧米では、デジタル鉄道模型が既に主流になっています。デジタル鉄道模型とは、制御信号と電力を同時に送るため交流のパルス状の電圧を線路に流し、鉄道模型車両の中（もしくはポイントの中）にデコーダーと呼ばれる基板をモーターと線路（車輪,ソレノイド）の間に組み込み、コントローラーから信号と電力と一緒に受け取って、車両を動かす制御方式です。

鉄道模型車両の電動車（モーター車）に、コンピュータが 1 台に 1 つずつ入っていると考えてもらって差し支えありません。コントローラと車両間で通信ができるようになるため、たとえば線路上に複数台の車両がいても、個別に運転制御ができますし、常に電力を供給するので、速度が遅いときはヘッドライトが光らないということもありません。ポイントなどのアクセサリにも同様にデコーダーを組み込むことで、ポイントを操作する機器などが不要になる（省配線化）もできます。

世界では、大きく分けて DCC(Digital Demand Control)方式と、メルクリン方式(Marklin Motorola, MM2, Marklin digital 等)の 2 方式があります。メルクリン方式（メルクリン社の鉄道模型）は旧式の MM2 と、現在の mfx 方式の 2 種類があります。近年発売されているもののほとんどが mfx 方式のものですが、mfx 方式のデコーダ搭載の機関車は例外なく、MM2 下位互換機能を持っています。つまり、MM2 のコントローラで制御可能です。



2. DCC のメリット

DCC は、アナログ鉄道模型からのステップアップとして、以下の様な方に最適です。

- 複雑、複数車両の制御、自動運転にチャレンジしたい方
- 信号制御を厳密にしたい方
- ポイント制御の配線をシンプル化したい方
- 電車が好きで、電子工作ユーザー、コンピュータプログラミングが得意な方
- 車両のギミックを搭載して楽しみたい方（サウンド、サーボ、照明など）
- 高度な鉄道・信号制御が可能なことからプログラミング・電気・情報の教育用に使いたい教育関係者

3. DCC を始めるには

DCC を始めるには、コマンドステーションと、デコーダを搭載した車両を入手する必要があります。もちろん、レールや、レールに流すための配線も一緒に必要となります。これに加えて、鉄道模型の究極の楽しみであるジオラマ（情景）、レイアウトを作るとさらに臨場感が高まって楽しみが倍増します。

- レール（N ゲージ、HO ゲージ、Z ゲージ、G ゲージなど）
- DCC に対応した車両（後述）、もしくは車両と車載用 DCC デコーダ
- DCC コマンドステーション（DCC コントローラ、DCC パワーパック）
- レールとコマンドステーションをつなぐフィーダー線
- その他（ポイント、ポイント用デコーダ）

4. スケールとゲージについて

DCC を始めるにあたり、どのゲージ・スケールを選ぶかが重要です。諸外国では HO ゲージが主流なため、DCC のデコーダや搭載車両も HO の方が圧倒的に多いです。また、諸外国では世界シェアトップのメルクリン社と、それ以外で半分ほどのシェアに分かれています。メルクリン社のレールは三線式（通称 AC）と特殊で、日本で一般的な車輪のみで集電する方式と互換性がありません。それ以外のメーカーは、車輪のみで集電するので車両の互換性があります。三線式はシェアもあるので、サードパーティから対応台車や車両が出ており、海外製の車両だけで楽しむ方にはあまり不都合はありません。また、集電不良に強い、レールの作りが頑丈という特徴もあり、子供でも楽しめるようになっています。しかしながら、国内の車両でも遊びたい方は、メルクリン社のレールシステムは採用しないほうが良いでしょう。

日本のメーカーで入手性を考えると、HO では UNITRACK しかありません。N ゲージであればトミックス FineTrack と KATO の UNITRACK のいずれかを選べば良いです。ゲージが一緒であれば、レールはどの会社のシステムを使っても車両は共通で動かせます。

5. コマンドステーション

日本で入手性の良い DCC コマンドステーションを以下に挙げさせていただきます。基本的には欧米のメーカーのものが主流であり、唯一の KATO のコマンドステーションも、アメリカのデジトラックス社の OEM 製品となっております。マニュアルは日本語化されているケースもありますので、使い方についてはそれほど戸惑う事は少ないと思われます。

コマンドステーションでは、車両の運転やポイントの制御を 1 台ですべて行えます。余計な配線は必要なく、2 本の配線だけで電源と信号を送る事ができるので、シンプルになります。

コマンドステーションの形状は様々ですが、多くの場合はスロットルと呼ばれる操作部分については、ケーブルで延長して動きやすくした製品を出しています。画面表示は、液晶のメーカーもあれば 7 セグで限定した表示としている場合もあります。パソコンとの接続については非対応のケースが多く、接続できる場合でもオプションのキットが必要なケースがほとんどです。



動かす対象	操作する機能
車両	スピード調整 ファンクション（ライト、サウンドなど）
ポイント・信号	進行方向切り替え 点灯パターンの切り替え
デコーダ自体	CV の設定、調整

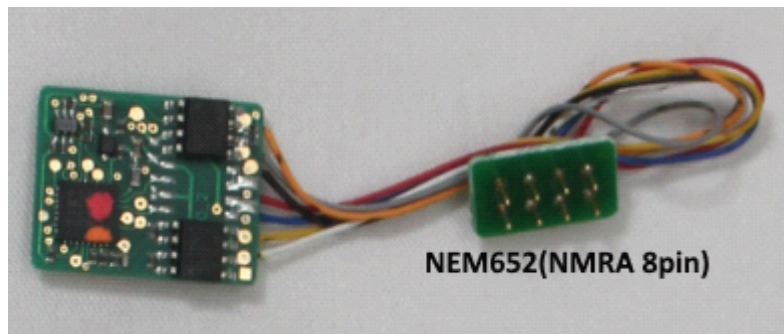
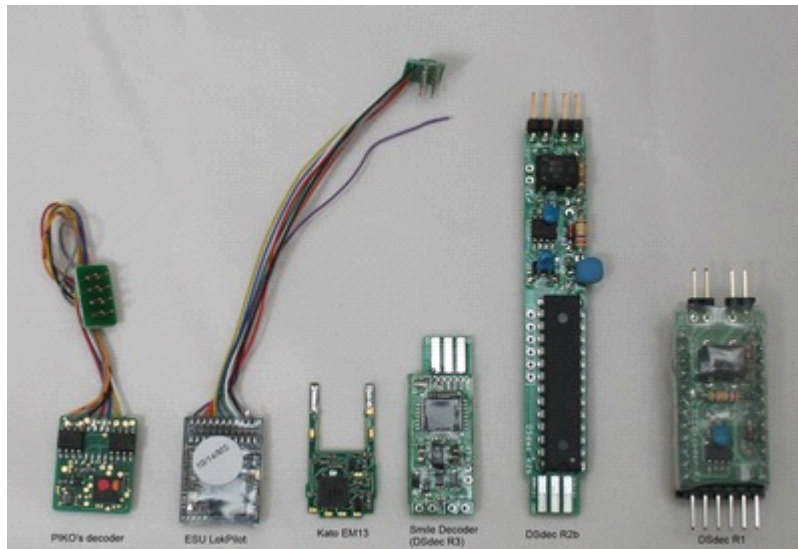
メーカー	機種	備考
カトー(Digitraxx)	D102(DCS51)	単独動作可能。事実上の国内スタンダード。
Roco	Multimaus	Roco の入門コマンドステーション。DCC 専用
Roco	Z21	スマホなどで模型を操作できるシステム。
Marklim	CS2	メルクリンの高級コマンドステーション。DCC も動かせる。
Marklin	MS2	メルクリンの入門コマンドステーション。DCC も動かせる。
永末システム	赤い箱 DP1	設定変更機能にフォーカスしたもの。
Desktop Station	ミント缶	世界最安 DCC コントローラ
Desktop Station	mainR5	大容量4A 機種。USB 標準搭載で PC からの制御向け。S88-N 標準搭載。
Desktop Station	DSone	PC 接続専用の簡易型コマンドステーション。1.5A 出力。
Desktop Station	DCC/MM2シー ルド	別途 Arduino UNO が必要，プログラミングの知識必須。 S88-N 標準搭載。小容量(1.5A)向け
Desktop Station	basic	別途 Arduino UNO が必要，プログラミングの知識必須。 S88-N 標準搭載。
Desktop Station	DSbluebox	CV の設定と試運転が行える設定用コマンドステーション

6. デコーダ

デコーダは、コマンドステーションからの司令を受け、モータを動かしたり照明を光らせたり、ポイントを動かしたりと、スケールや機能ごとに製品が提供されています。

日本で入手性の良い **DCC** デコーダを以下に挙げさせていただきます。2016年現在、DCC デコーダの電子工作では日本が最先端になりつつあります。電子工作ができる人は世界でも一番安く、自分でプログラミングできるデコーダを入手できます。

メーカー	製品	特徴
カトー	EM13, FL12, FR11	入手性は良いが用途が限定されている。DCC フレンドリー車両向け専用
永末システム	各種デコーダ	車載デコーダなど
ESU	各種デコーダ	LokSound はサウンドデコーダで有名だが非常に高価。安定性や質については一級品です。
デジトラックス	各種デコーダ	安価で入手性もそこそこ悪くありません。小型なものが多く、取り付けの際のスペースで困ることは少ないでしょう。
Nucky	ワンコインデコーダ 4	世界最安 500円の車載・ポイント DCC デコーダ
Nucky	ワンコイン FL デコーダ 4	世界最安の290円 DCC デコーダ
Nucky	日本型信号機デコーダ	唯一の日本型 DCC 対応信号機デコーダ
Desktop Station	スマイルデコーダ 4	ソフトの書き換えができる Arduino ベースの完全オープンな車載・ポイント用 DCC デコーダ！
DCC 館	スマイルファンクションデコーダ	サーボや照明などで変わったファンクションを実現できる DCC デコーダ！
名古屋電鉄	MP3デコーダ 4	microSD カードに MP3 ファイルを入れて超高音質で自由に音を鳴らせる！



7. 安く DCC を実現するには

DCC に必要な機材は、デコーダは数千円、コマンドステーションは数万円と、高価です。また、故障のリスクもあります。そこで、腕のある電子工作が得意な各国の有志が、自作をして安価に DCC を楽しんでいます。

日本では、DCC 電子工作連合というアライアンスが、ユーザー向けに安価な DCC 用機器の販売を行っています。トラブルがある場合は、インターネットの掲示板などでユーザー同士でサポートをし合う形となり不便ですが、非常に安価に部品を入手できるので、安く DCC を実現したい人にはうってつけです。

キットにはいくつかの種類があり、それに応じて価格も変わります。作り方は、各頒布元の Web を参照ください。余り情報を出していないところもあれば、細かく作り方を解説しているところもあります。

・完成品

配線は自分で行う形で、はんだ付けなどは必要最小限で良い。市販品に近いレベルのものです。難易度は高いですが、必要に応じて、マイクロコントローラのソフトを書き換えて自分好みにすることも出来ます。

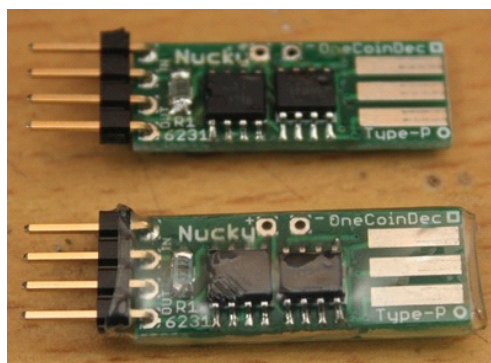
・キット品

部品が全て同梱されているか、基板と入手が難しい部品だけ入っているもので、部品は自分でハンダ付けして取り付けます。足が長い部品 (DIP) で構成されているものもあれば、小型の表面実装部品の場合もあります。前者は難易度は低いですが、大きくなります。後者は、難易度は非常に高いですが小型に作れます。

マイクロコントローラには、自分で Web に掲載されているソフトウェアを書き込む必要があります。

・基板のみ

基板だけで頒布を受けて、自分で部品を秋月電子などで購入して作る方法です。自分で基板を起こすのが面倒ではあるがやってみたいという電子工作パワーユーザーにはお薦めです。

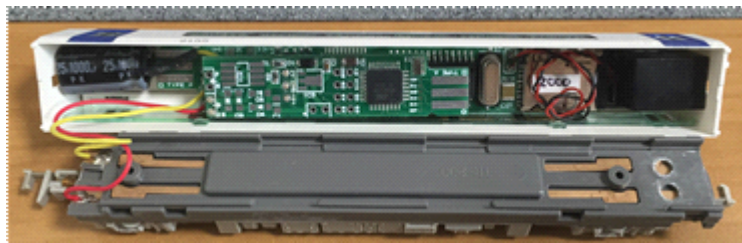


8. 車両やポイントに組み込む

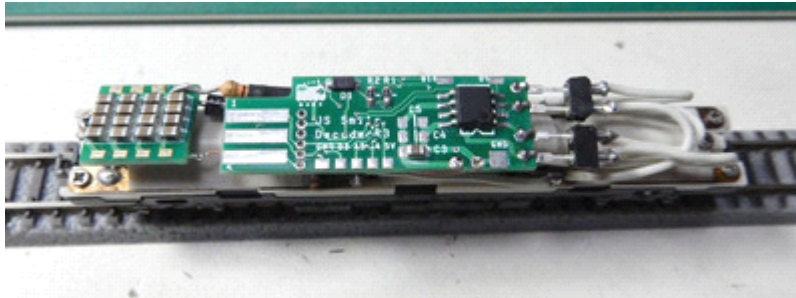
DCC を始めるうえで、一番のハードルは車両に DCC デコーダを組み込むことです。ヘッドライト、テールライトの制御も入れると、車両の配線が非常に複雑になってきます。日本では、(1)自分で改造する、(2)KATO の DCC フレンドリー車を使う、(3)HO で採用されている NEM652 コネクタ等の搭載車両を使う の3通りから選ぶことになります。

(1) 自分で改造する

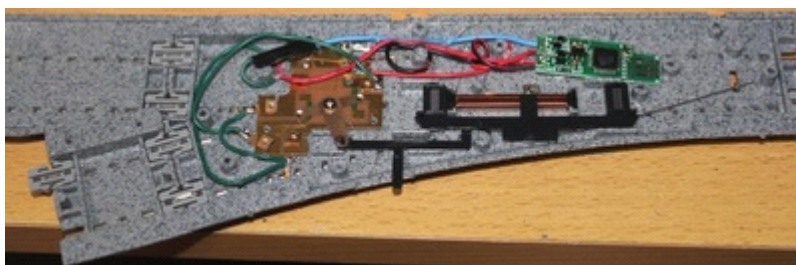
鉄道模型車両が DCCready になっていない場合、自分でモータと線路からの配線を取り出して、デコーダを装着する必要があります。慣れるとそれほど難しい作業ではありませんが、時間がかかり失敗のリスクもあるのも事実です。しかしながら、そのほかにスピーカーの装着や、照明をつけるとなると、コネクタ搭載車でも似たような作業があるため、自分で改造できる知識も持つことが重要です。



MP3 デコーダを名鉄 N ゲージ車両に搭載した例。



Z ゲージ車両にスマイルデコーダを装着した例。

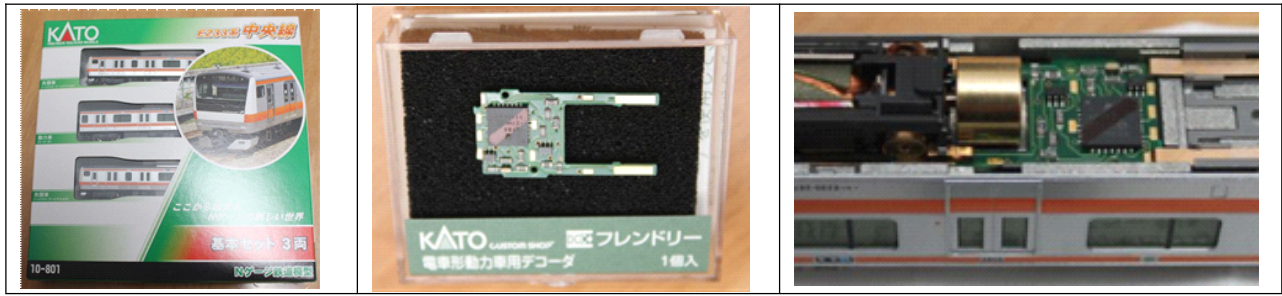


KATO の HO ポイントにデコーダを内蔵させた例。

(2) KATO DCC フレンドリー車両を使う

カトーが DCC フレンドリーという簡単に DCC を始められる車両セットを発売しています。EM13 という 2000 円程度の DCC デコーダを以下のように簡単に装着して DCC 準備が完了します。フレンドリー車両は、モータだけを DCC

化するのみで、サウンドや照明のギミックの実現はできません。



(3) NEM652 等標準搭載車両を使う

欧米の車両では標準的な、DCC デコーダ装着用コネクタが用意されているものです。簡単にデコーダを装着でき、たいはスピーカー用の装着穴もあり、サウンドやギミックが簡単な作業で実現できます。日本のメーカーも、2017年現在、H0 ゲージ向けにコネクタを標準搭載してきており、今後の発展が期待されます。

9. CV

DCC デコーダには、モードや設定があり、それを切り替えることで動きを直したり、調整したりすることができます。CV は、1-1024 までありますが、DCC で必須と呼ばれる CV 値以外は、各社まちまちで、数字の意味が異なるケースが多いです。設定の際は、必ず、デコーダのマニュアルを参照して設定しなければなりません。

CV を車両から読み出す場合、わざと微動させて電流を流す事で内部データを読み出します。この微動は異常ではありません。また、電流をあまり消費しないデコーダの場合、コマンドステーションの仕様によっては、うまく読み出せませんので注意が必要です。

CV No.	内容	値の例
1	車両のアドレス： ただし、1-127 までです。128 以降は、CV17, CV18 を使って表現します。	
2	開始電圧： 走り出しの電圧値を設定します。	
3	加速比率： 加速速度を設定します。フライホイールの重さを調整できるイメージです。	
4	減速比率： 減速速度を設定します。フライホイールの重さを調整できるイメージです。	
5	最高電圧： 最高速度を指定したときの電圧を設定します。	
8	工場出荷設定&メーカー番号： 1 を書くと工場出荷設定になります。読み出すと、デコーダのメーカー番号を取得できます。	
17	ロングアドレス下位	
18	ロングアドレス上位	
29	デコーダ基本設定：	

10. FAQ

10.1. アナログと DCC を同じ車両で自動切り替えで使えないか？

一部のデコーダがアナログで動く仕組みを提供していますが、低速が不安定の傾向があります。確実な手段として、[ひでろんさんが自動切り替えモジュールを開発](#)しています。これを使うことで、DC と DCC を気にせず車両を使えます。技術的にも、かなりうまくできています。

10.2. DCC は高い！

アナログと同じことしかしないのであれば、高いのはその通りです。しかしながら、DCC でしか出来ないことはたくさんあります。よって、DCC はそのパフォーマンスを考えたらまったく高くありません。ただ走るだけ、止まるだけの鉄道模型と、サウンドや自動運転、照明、その他いろいろなギミックが楽しめる鉄道模型を同じコスト目線でみていませんか？

少しずつ買うことや、電子工作を使えば価格も抑えられます。

10.3. DCC は難しい！

確かにできることが非常に増えるので何をしていいのか、どんな知識が必要なのかすぐには分からず難しいですが、ノウハウは Web にあふれています。またコミュニティもできており、気軽に聞ける場ができています。お困りごとは Desktop Station Forum へ！

Desktop Station Forum(DCC ユーザーの相談窓口、DCC 電子工作連合商品のサポート受付)

<http://desktopstation.net/forum/wforum.cgi>

10.4. DCC でも集電不良が起きる！

DCC は、常に電力が流れているとはいえアナログと同様に集電不良だと止まったりギクシャクする現象が発生します。定期的に線路の清掃が必要です。メルクリンの三線式では、集電不良が起きにくいですが、日本で主流の二線式では車輪とレールの接触の悪い部分がでてきます。

- (1) 線路、車両の車輪はよく清掃する。
- (2) 車両同士をつなぐカプラーを通電カプラーにする（欧米では搭載車も多い）
- (3) 車両を重くする。

10.5. DCC は危ない！

DCC は、レールに常時電流を流しますので、危ないと考える方も多いでしょう。危ないのは、間違った配線をした車両を置いたときにショートして煙や異臭がするという事がほとんどです。間違った配線をしないようにする、簡単に接続できるコネクタを装着した車両を使うということが一番簡単で安全です。残念ながら、2017年現在でも、コネクタ装着済みの車両は少数で、海外の標準搭載の状況と比べるとまだまだというところです。

DCC のコマンドステーションには、通常のメーカーであれば安全機能が搭載されています。たとえば、過電流・過電圧停止機能が標準で搭載されています。このほかにメルクリンの CS2 や、DesktopStation の DSmain のような大容量機種では最大出力電流を自由に設定できますし、ヒューズや電圧監視などを搭載して安全性を強化しています。

さらに、漏電ブレーカー(三菱電機、富士電機、松下)などをコンセントと AC アダプタの間に備えると、家屋の漏電に対する安全性は高くなります。

漏電は、火災や感電を引き起こす重大な事故になりますので、その対策部品はたくさん売られています。特にご自宅にレイアウトをお持ちの方には、おすすめです。

11. DCC の細かい話

DCC は、デジタルコマンドコントロールの略称で、線路に電力とデジタル信号を混ぜて車両に搭載されたデコーダボードに送り込んで制御を行う仕組みを定義したものであり、全米鉄道模型協会(NMRA)が規格の策定やメンテナンスを行っています。もともとはドイツの Lenz 社が開発した技術をベースにしており、競合規格としてメルクリン社の Motorola フォーマットもしくは mfx フォーマットがあります。

2016 年現在では、DCC とメルクリン社の仕様の 2 つが主要なデジタル鉄道模型の規格になっており、両方に対応したマルチプロトコルデコーダやコマンドステーションが多くのメーカーからリリースされています。メルクリン社のコマンドステーションやデコーダも、一部は DCC にも対応しているなど、ユーザーにとってはあまり規格を意識せずに利用することが出来ます。

しかしながら、スケールや線路の違い（メルクリン社は三線式、他社は 2 線式）等があるため、車輪やセンターシューなどの部品の差異で、どちらからに統一する必要があります。

表 2.1 NMRA 発行の DCC 仕様書

No.	表題, 内容	発行
S-9.1	Electrical Standards 電気的な要件。電圧、パルス幅など。	2006
S-9.2	DCC Communications Standard 信号の仕組み、仕様。	2004
S-9.2.1	DCC Extended Packet Formats S-9.2 を拡張して機能を強化した仕様。	2012
S-9.2.2	DCC Configuration Variables デコーダの設定項目の定義。	
S-9.2.2	Appendix A, DCC Manufacturer ID codes DCC 対応メーカーのコード一覧	2016
S-9.2.3	DCC Service Mode CV の書き込み通信仕様の定義	2012

・パルスの要件

デジタル鉄道模型では、交流信号を用いてデジタル信号（0 または 1）と電力を同時に送る方式を利用しています。たとえば、図 2.2 に示すように、アナログでは線路に流す電圧自体が車両のスピード制御に使用されますが、デジタルでは電圧の大きさは交流の矩形波状であり、波形の形に意味を持たせて、信号を車両上のデコーダに搭載されたマイクロコンピュータに伝えます。

波形の形では、“1bit”は 58us の幅のパルスで表し、“0bit”は 90us 以上、10000us 以内と NMRA DCC 仕様書 S9-1 で定義されています。

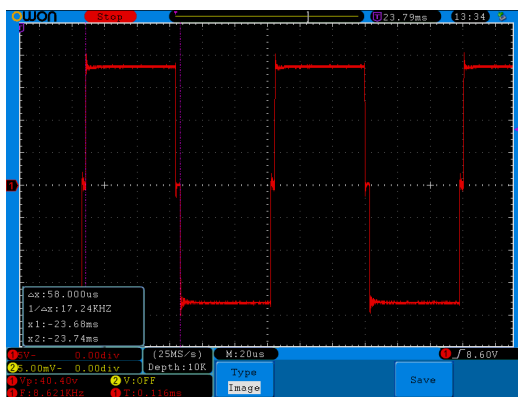


図 2.1 DCC の波形例

表 2.2 DCC パルス波形の要件

	仕様	要件	
		コントローラ	デコーダ
1bit	58us	55us to 61us	52us to 64us
0bit	100us 以上	95us to 9900us	90us to 10000us

・ 電圧範囲

電圧範囲は、DCC ではスケールごとに標準電圧が表 2.2 のように定義されていますが、あくまでも一般的な例としてであり、各メーカーの実装は異なるケースが多いです。DCC の機器としては、表 2.3 に定める電圧範囲で動作するように設計することが要求されています。

表 2.3 スケールごとの標準電圧

スケール	標準電圧	備考
G	18V	LGB では 20V 以上。
O, HO	14V	日本では 12V が主。メルクリンでは 18V。欧州でも 12V 採用のケース(PIKO)がある。
N, Z	12V	

表 2.4 機器毎の最小最大動作電圧範囲

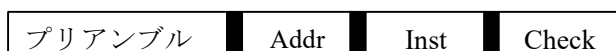
機器	最小	最大	備考
コントローラ	7V	27V	
デコーダ	7V	27V	N スケール以外
		24V	N スケールの場合

・ パケット

DCC のパケットには基本(Baseline)と拡張(Extended)の 2 種類があります。古いコマンドステーションは基本パ

ケットのみですが、現在入手可能なコマンドステーションのほとんどは拡張ケットにも対応しています。

基本ケット:



拡張ケット(最大の場合):

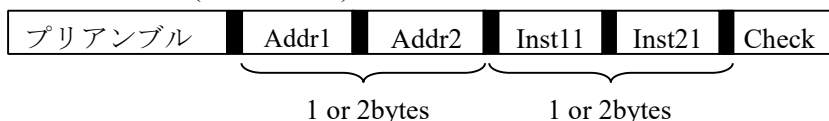


図 2.3 パケットの構成 (ブロック単位)

・速度ステップと拡張ケット

基本ケットでは、速度ステップが 14 のみですが、拡張ケットでは、速度ステップは 28 または 127 を選択でき、より滑らかな車両の運転が可能になっています。

また拡張ケットでは、最大 28 までのファンクション操作もサポートしています。

2016 年現在、市販されている DCC 対応のコマンドステーションのほとんどは、拡張ケットもサポートしています。

・ CV

CV はデコーダにパラメータを設定するために使用するための仕組みで、車両の特性に合わせて微調整することが出来ます。また、様々な機能の設定値を格納しておくことで、いろいろな機能を実現できます。

CV は多機能にするための重要な機能になっている反面、デコーダを開発するメーカーの実装方法に制約があまりないため、メーカーごとに CV 値がバラバラになっているケースが多々あります。

CV を設定する際には、デコーダの説明書をよく読んで、適切に値を設定することが求められます。

CV の書き込みは、線路の上に書き込みするための車両だけを載せて、行います。OPS モードで行う場合は、他の車両が載っている状態でも書き込みは可能です。

書き込みの際には、いったん、線路に信号を出すのを中断し、CV 書き込みのための専用コマンドを与えて CV 値書き込みを行います。書き込みに成功すると、一瞬だけ電流を流す操作(CV Acknowledge)を行います。この時、車両が一瞬動くような動きをします。車両への組み込み方によっては、電流を流す操作が出来ない場合があり、コマンドステーションによっては CV 書き込み失敗と表示する場合があります。

CV の読み込みは、流れる電流が大きい小さいか(CV Acknowledge を利用)を複数回以上チェックして、値に読み替えることで検出します。Paged モードでは、これを最大で 256 回繰り返すため読込は非常に時間がかかります。Direct モードでは、ビット単位で読み込むため、8 回から 16 回程度のため短時間で値の確認が可能です。CV の読み込みの際には、車両が連続して 8 回程度、ビクビクと微動します。これは故障ではなく、CV 値を読み出すための動作になっています。

DCC では、CV Acknowledge の際には 60mA 以上を流すことを規定しています・しかしながら、デコーダにモータを接続していない場合、60mA を流せるようになっていない場合、コマンドステーションが読込に失敗する場合があります。

OPS モードで読込ができない理由としては、他の機関車が走行していたり動いている環境を想定しているため、電流値の変化の読み出しが困難だからです。このような場合に向けて、Railcom などの特殊な CV 値読み出し技術が

ありますが、対応していないデコーダも多々あることや、線路環境によってはうまく読み出せないケースやデコーダが誤作動することもあります。

表 2.5 CV の仕様

	範囲	解説
CV 番号	1~2048	1 はアドレス(0-100)。 29 はデコーダの基本設定。
CV 値	0~255	8bit のため、範囲が 255 までとなっている。

表 2.6 CV モードの解説

モード	書	読	仕組み
Paged	○	△	DCC 策定当初から対応しているモード。読込が非常に遅いのが欠点。古いデコーダはこのモードのみをサポートしている場合があります。
Direct	○	○	Paged モードの欠点を解消したモードで、高速読込・書き込みが可能。最近入手可能なデコーダはほぼ対応しており、このモードを標準的に使用することが推奨されています。
Operations (OPS)	○	×	通常の運転操作の命令体型を使って CV 書き込みを行います。車両のアドレスを指定して書き込みができます。アドレスの書き込みができないデコーダもあります。



発行元・著作：

Desktop Station

Tokyo, JAPAN

MAIL yaasan@desktopstation.net

URL <http://desktopstation.net/>

本マニュアルはデジタルデータ・印刷物を問わず自由に再配布できます。

一部を再構成するなどして不特定多数に営利目的で配布・出版する場合には許諾が必要です。