

ELECTRONIC AUDIO EXPERIMENTS



Scattering

Technical Manual v1.0

Firmware v1.0

2026-09-11

John W Snyder

Foreword

私はしばしばインスピレーションの源になりうるものについて思いを馳せることがあります。自分を形成した音源、強烈なライブパフォーマンス、そして特定の機材との間に築かれた極めて個人的な関係。もしハードウェアに心底陶醉していれば、最終的にはさらに細かいレベルへと入り込み、特定の IC にまで執着するようになるでしょう。

私は長い間リバーブと良い関係を構築できずにいました。残響を生み出すための興味深い手法が非常に多く存在するなかで、テクスチャー/アンビエント的な用途と、より実用的な用途との間に隔たりを感じていたのです。

そこで登場したのが MN301I でした。2017 年頃、私はこの奇妙なバケット・ブリゲード・デバイスと、それが生み出す原始的でローファイなリバーブに心を奪われていきました。この BBD が登場したのはデジタルでの音声信号処理の黎明期であり、アルゴリズムによるリバーブの台頭とともにその座を追われてしまいました。(以前のマニュアルでも書いたように、MN301I は「実現しなかった一つ未来の姿」でした。) 私の実験は Hypersleep という、素晴らしくも運命に恵まれなかったペダルへと結実しました。リバーブとモジュレーションの中間のような存在で、バンドのミックスの中でも、テクスチャー的・実験的な文脈でも、同じようにその居場所を見つけることができました。しかし、MN301I の供給が尽きてしまったことで、私はもう一度ゼロから始めざるを得なくなりました。

Prismatic Wall の開発を通して、私は人気の高い（そして時として悪評もある）Spin FV-1 を扱う方法を学びました。その制約には悩まされる一方で、同時にインスピレーションも与えられました。適切なサポート回路と組み合わせることで、私にはそれが初期のデジタルシステムと現代の DSP との間にある、失われていた架け橋のように感じられたのです。そこには BBD のような可変サンプルレートと、アドレス指定可能なメモリシステムが持つモジュール的な柔軟性、その両方が備わっています。

私の夢は MN301I をエミュレートするだけでなく、それをさらに発展させることでした。このアイデアこそが Scattering の核となっています。これを「続編」と呼ぶことには抵抗がありますが、Hypersleep が残した空白を確かに埋めるものです。このペダルで私たちはついにステレオ化という一大決心をしました。アナログ的な思考回路を改め、あらゆるコストが2倍になるフォーマットの中で考え、作業することを学び直しました。これはステレオデバイスである価値のあるエフェクトだと思います。それでいて新感覚なリバーブとしては、実に実用的な設計思想を保っています。

名前について少し。私はリバーブの構造が持つ物理的なアナロジーに強く惹かれました。従来のリバーブは滑らかでぼんやりとしていて、光の拡散反射やすりガラスに似ています。一方タップド・ディレイ・ラインは鏡面反射、あるいは高エネルギー粒子同士の衝突のように感じられます。(これはアートワークのインスピレーションにもなりました。)

ここでたくさんの人々に感謝を述べたいと思います。Asheville Music Tools の Hawker には、回路図についてのサニティチェックをしてもらいました。ここ EAE の Brad、Ryan、そして Jasper とは設計上の選択について話し合い、いくつものプロトタイプを聴いてもらいました。Andy Pitcher には彼の手によってこのペダルを生き生きとしたものにしてもらい、私が崖っぷちに立たされていたところから引き戻してもらいました。そして Eric Nyffeler には、とてつもなく才能のあるアーティストであると同時に、揺るぎない応援者でいてくれたことに感謝します。

さらに、特に感謝を述べるべき人が2人がいます。まず私たちのファームウェアエンジニアである Kyle Gardner に感謝したいと思います。彼はすべてのアイデアをまとまりのある1つのUIへとまとめる手助けをしてくれただけでなく、自身の巧妙なアイデアもいくつか加えてくれました。そして Reflective の Max Lord にはマトリックスリバーブのより細かな部分について私を指導してくれたただけでなく、実験用のクールなコードスニペットまで惜しみなく提供してくれたことに、心から感謝しています。

最後に、この文章を読んでいるあなたへ。私たちの仕事を信じてくれて、ありがとう。

John Snyder
May 2026

Contents

1	Introduction	4
2	Setup	5
2.1	Power	5
2.2	Signal I/O	5
2.3	Getting Started	6
3	Controls	8
3.1	Main Controls	8
3.2	Alt Functions	10
3.3	Presets	11
3.4	LFO and Mod Matrix	11
3.5	Morphing	12
3.6	Expression and CV	13
4	MIDI	13
4.1	Connectivity	13
4.2	CC Messages	14
4.3	PC Messages	14
4.4	MIDI Notes	14
5	Lore and Ephemera	15
5.1	Hardware Design Notes	15
5.2	Musings on Reverb	17
5.3	MN3011 Permutations	18
6	Suggested Settings	23
7	Firmware	25
7.1	Configuration Mode	25
7.2	Firmware Updates	25
A	MIDI CC Assignments	26
B	Specifications	28
C	Changelog	28

1 Introduction

Electronic Audio Experiments Scattering をご購入いただきありがとうございます。このマニュアルはペダルを正しく理解し、楽しむための詳細なガイドです。

Scattering は複雑なディレイラインのネットワークを中心に構築されたステレオリバーブです。一般的なデジタルリバーブが持つ滲んだ残響を捨て、空間に散りばめられた揺らめくエコーが生き生きとダンスするような残響を創り出します。

このペダルではアナログとデジタルが非常に密接に関係しています。核となる残響は鋭く共鳴するようなものにも、あるいは濁って歪んだものにもなります。4つのモードはそれぞれ失われた MN3011 バケット・ブリゲード・デバイスの異なる組み合わせ方を表現しており、リバーブアルゴリズム黎明期を思わせる領域へと続く分岐した道筋を提供します。

あらゆるテクスチャーの反射音を見つけることができる Scattering は、単なるサウンドスケープ・ツールではありません。ロックンロールでの実用に耐える即応性を備えつつもサチュレーションやモジュレーションが可能なほか、広大な空間を生み出すことができます。

このドキュメントはセクション (§) ごとに構成されています。最初から順番に読むことも、興味のある部分へ読み飛ばすこともできます。最初にコントロールと基本的な機能について説明します。その後 Alt ファンクション、LFO とモジュレーションマトリクス、モーフィングとエクスプレッションコントロール、MIDI などより高度な機能について掘り下げていきます。後半では DSP と回路設計の背景にある物語についても説明します。またいくつかのおすすめセッティングも収録しています。Appendix (付録) には、隠しユーティリティと MIDI CC アサインメントに関する情報があります。

このマニュアルを楽しんでいただければ幸いです。そして、皆さんが作り出すサウンドを聴くことを、私たちは楽しみにしています。

2 Setup

2.1 Power

Scattering の電源にはスタンダードで信頼できる 9VDC センターマイナスのパワーサプライを使ってください。このペダルは起動時に 160mA を消費します。安定した動作のためには 200mA を供給できるサプライを推奨します。Scattering を他のペダルを使う場合はアイソレートされたものを推奨します。

Scattering は 9V を超えない限りデ이지チェーンでも動作しますが、信号にノイズが乗る場合があることにご留意ください。できる限り努力をしても、それら全てを制御することはできません。

電源入力には過電圧 ($\pm 20V$ まで) や逆相の電源への保護機能を備えています。正しくない電源が入力された場合は素早くシャットダウンするか、ペダルの電源が入らなくなります。この場合は正しい電源が接続されているかご確認ください。

Scattering への電流が足りない場合もペダルはシャットダウンします。これが発生したら電源を抜いて 30 秒待ち、正しい電源をつなぎ直してください。なお EAE 製品はバッテリーでの駆動はできません。

2.2 Signal I/O

Scattering は上部に 3 つの 1/4" ジャックを備えます。

IN	アンバランス、ハイインピーダンス、ステレオ 1/4" 入力。
OUT	アンバランス、ハイインピーダンス、ステレオ 1/4" 出力。
CTRL	エクスプレッション、CV、MIDI を接続する多目的ジャック。§3.6 で詳しく解説します。

Scattering はアンプリファイされた楽器、シンセサイザー、またいかなるラインレベルのソースで使用できます。入出力はステレオで左のシグナルが Tip、右のシグナルが Ring に流れます。

OUT ジャックの隣には  とラベルされた MISO (モノ入力・ステレオ出力) 用のトグルスイッチがあります。下側のポジションでは左右のチャンネルがそれぞれ独立して処理され、モノまたはトゥールステレオでの動作に適しています。上側のポジションでは左入力が左右両方のシグナルパスに送られます。全体のステレオワイズはセカンダリーファンクションの Spread でコントロールできます。詳しくは §3 および §5 を参照してください。

最後に、バイパスシグナルは常にバッファーされていることに注意してください。そのためシグナルをバイパスするためにはペダルに電源が供給されている必要があります。

2.3 Getting Started

Scattering は実際に使って実験することで理解していくのが最適なペダルですが、以下に示す手順がその良い出発点になるでしょう。コントロールについての包括的なガイドは§3にあります。

初めて Scattering を接続するときは以下に示すようにセットアップしてください。シンプルにするため、まずはモノラルのシグナルチェーンで始めることをおすすめします。

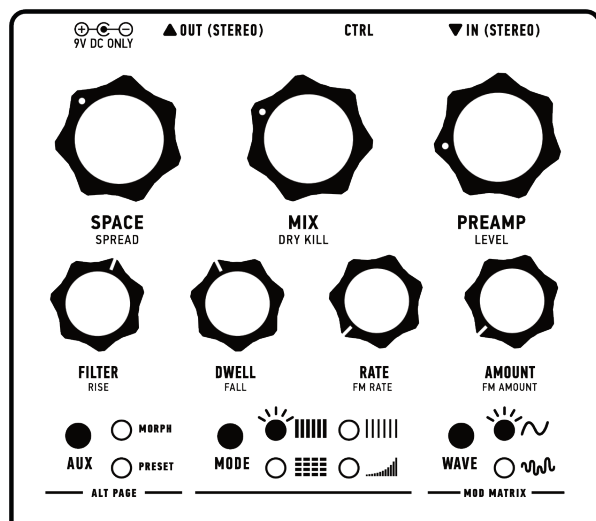


Figure 1: 301I スタイルのリバーブのための良い出発点

まずは Space ノブを回して、サイズ、リバーブタイム、そしてサンプルレートが生み出すアーティファクトの変化を感じてみてください。短いリバーブはより金属的でルーム感のあるサウンド、長いリバーブはまばらでローファイなサウンドになります。好みのポイントが見つかったら Dwell を調整してフィードバックを加えたり、逆にリバーブテールをタイトにしてみたりしてみてください。

理想のリバーブができた次は Mix と Preamp のコントロールに慣れていきましょう。各ノブの機能は名前の通りです。Preamp ノブは広いゲインレンジを持っています。出力レベルを抑えたい場合は Mix ノブが役立ちます。またはセカンダリーファンクションの Level を試してみてもよいでしょう。Aux ボタンを長押しして Alt ページに入り、Level を好みの出力レベルに調整したら再度 Aux を押して保存して終了します。

ここからは Filter を調整してみてください。Filter はリバーブを完全にカットすることができる（スウェルさせるのに便利です）ので、その可変範囲を把握しておくとい良いでしょう。リバーブのテールが鳴り続けている間に Filter を動かしてみてください。

操作に慣れてきたら4つのモードを切り替えて、それぞれの異なる個性を体験してみてください。コントロールはすべてのモードで一貫していますが、それぞれに独自のスイートスポットがあります。

最後に、ここまで LFO はずっとオフになっています。Rate と Amount をそれぞれ半分程度まで上げて、Space にモジュレーションが適用されるのを聴いてみてください。控えめなも

のであれ極端なものであれ、ここがモジュレーションエフェクトを試す出発点になります。モジュレーションは他のコントロールを理解してからの方が、よりその効果が分かりやすくなるでしょう。

この集中講座を終えたことで、Scattering の持つ可能性は今や全てあなたのものになりました。さらに詳しい情報が必要な場合は、ぜひこの先も読み進めてください。

3 Controls

3.1 Main Controls

このセクションではフロントパネルのコントロールについて概要を説明します。ユーザーインターフェースはすぐに良いサウンドを得られ、後でより詳細な設定を変えに戻れるよう設計されています。おすすめのセッティングについては\$6を参照してください。また、製品ページではクイックリファレンスガイドもご用意しています。各機能の仕組みについてより詳しく知りたい場合は\$5を参照してください。

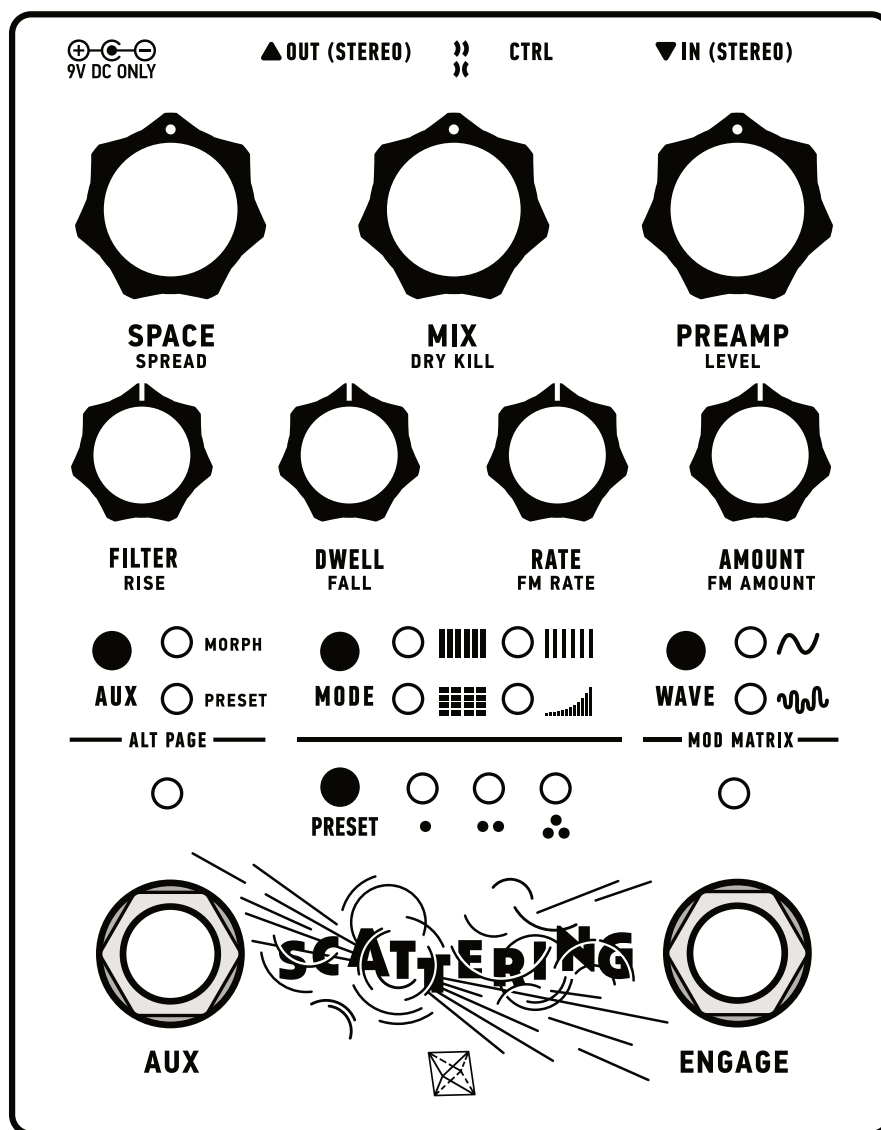


Figure 2: Scattering メインパネル

Space	各リバーブモードを構成する個々のディレイの長さを設定します。右に回すとディレイタイムが長くなります。長く設定すると個々のディレイタップがより明瞭に聞こえるようになります。このコントロールは DSP のサンプルレートを変更することで動作しており、設定を長くすることでアーティファクトが発生します。
Mix	入力信号（Preamp 通過後）とリバーブ出力を、完全なドライから 100% ウェットまでブレンドします。
Preamp	入力に配置されたステレオのアナログゲインステージをコントロールします。ウェット信号とドライ信号の両方に影響します。この設定が高いと温かみのあるアナログサチュレーションが加わります。（注意：かなり大きな音量になる可能性があります。調整には Alt ファンクションの Level が役立ちます。）
Filter	リバーブ出力に適用される、ステレオかつアナログの 2 ポール・ローパスフィルターをコントロールします。カットオフ周波数は 20Hz よりも下まで拡張されており、スウェルを生み出すのに便利です。
Dwell	リバーブタップをフィードバックさせ、ディケイタイムを長くします。Dwell を高く設定すると一部のモードでは制御不能な発振につながります。
LFO Rate + Amount, Wave ボタン	Space コントロールをモジュレーションすることでコーラスやビブラートを生み出す、LFO（低周波オシレーター）のためのコントロールです。Rate と Amount はそれぞれ揺れの速度と深さを調整します。Wave ボタンでは波形を周期的なもの（ )とランダムなもの（ )から選択します。詳しくは §3.4 を参照してください。
Engage	ペダルを ON にします。長押しで Trails のオン／オフを切り替えます（変更は LED の点滅で確認できます）。Trails が有効になっている場合 Preamp は常にアクティブな状態になり、ペダルがバイパスされた際にリバーブが自然に減衰していきます。
Aux (フットスイッチ)	多機能なパフォーマンスツールです。Aux フットスイッチの動作は Aux ボタンを使って選択します。Morph モードでは Aux フットスイッチを踏むことで、2 つの設定の間をダイナミックに移動することができます。モーフィングについて詳しくは §3.5 を参照してください。Preset モードでは Aux フットスイッチで保存済みのプリセットを順番に切り替えることができます。詳しくは §3.3 を参照してください。
Aux (ボタン)	Aux フットスイッチの機能を選択します。長押しすると Alt ファンクションにアクセスできます (§3.2 を参照)。
Mode	リバーブアルゴリズムを 4 種類から選択します。それぞれの挙動については §5.3 を参照してください。

- ||||| **X1:** MN3011 BBD 本来の長さを持つ6つのディレイタップ。
- ||||| **X2:** MN3011 のタップを2倍の長さにしたもの。よりディレイに近いサウンド。
- ||||| **Matrix:** 安定した無限ディケイを可能にするディレイラインのネットワーク。
- ||||| **Nonlinear:** スウェルするエンベロープで再生されるタップド・ディレイライン。

Preset プリセットの保存と呼び出しに使用します。詳しくは§3.3を参照してください。

3.2 Alt Functions

Scattering には便利な機能が並ぶ二つ目のレイヤーがあります。Morph/Preset LED が左右に点滅し始めるまで Aux ボタンを長押しすることでアクセスできます。ここでは以下のコントロールにアクセス可能です。

- Spread** 特定のディレイタップをパンニングすることで、ウェット信号のステレオの広がりを調整します。0 に設定した場合、ペダルは機能的にはデュアルモノとして動作します。MISO モードで Spread を上げることでモノソースのステレオ幅を広げたり、ステレオソースに複雑さを加えたりすることができます。
- Dry Kill** 半分より右まで回すと、ドライの信号をミュートします。
- Level** マスターの出力ボリュームです。Preamp を高めに設定した際に音量を制御するのに適しています。
- Morph Rise** Morph 機能の Rise タイムを設定します。右に回すと変化し切るまでにかかる時間が長くなり、左に回すと短くなります。
- Morph Fall** Morph 機能の Fall タイムを設定します。右に回すと変化し切るまでにかかる時間が長くなり、左に回すと短くなります。
- FM Rate**
+ FM Amount プライマリー LFO を更にモジュレーションする、2つ目の LFO をコントロールします。詳しくは §3.4 を参照してください。

Alt メニューを終了する場合はもう一度 Aux ボタンを押します。Alt 設定は全てプリセットの一部として保存されます。

もし行き詰ったら

Aux ボタンを押したまま Preset ボタンを押すことで、Alt ファンクションをデフォルトの状態にリセットできます。デフォルト状態は【Spread：オフ、Dry Kill：無効、Level：最大、Morph Rise / Fall Time：中央、FM Rate / Amount：左に回し切り】です。

3.3 Presets

Scattering には最大 16 個のプリセットを保存できます。このうち 3 つはフロントパネルからアクセスでき、残りの 13 個は MIDI 経由でアクセスできます。

プリセットにはすべてのプライマリーおよびセカンダリーファンクションの設定に加えて、バイパスモードやエクスプレッション／モーフィングの状態、そして MIDI CC でのみ変更できる設定が保存されます。バイパス状態（オンまたはバイパス）はプリセットごとではなくグローバルに保存されます。

最初の 3 つのスロットにはファクトリープリセット（\$6 にある最初の 3 つセッティング）が入っています。Preset ボタンを押すとこれらのスロットを順番に切り替え、その後は元のペダル設定に戻ります。Preset モードでは Aux フットスイッチを使用して、演奏中でもプリセットをロードすることができます。Aux フットスイッチを押すと Preset ボタンと同じ動作をします。

スロット 1～3 にプリセットを保存するには、プリセット LED のいずれかが点滅し始めるまで Preset ボタンを押し続けます。Preset ボタンを押して保存したいスロットまで移動し、その後長押しして保存を確定します。

プリセットが読み込まれた状態でコントロールを調整するとそのスロットの LED が点滅し、編集されたことを表示します。変更を含めて再度保存を行わなかった場合、次回プリセットは元々保存されていた状態でロードされます。これにより元のプリセットを変更したり失うことなく、新たなサウンドの出発点として活用することができます。

プリセットは MIDI PC メッセージを使用した保存や呼び出しが可能です。スロット 4～16 には MIDI 経由でのみアクセスできます。これらのスロットに保存されたプリセットを呼び出すと 3 つすべての LED が点灯します。これらのプリセットのいずれかを編集すると 3 つすべての LED が点滅します。詳しくは \$4 を参照してください。

3.4 LFO and Mod Matrix

内蔵 LFO を用いてディレイに動きを加えることができます。デフォルトでは LFO が Space コントロールを揺らすことでコーラスやビブラートに似たモジュレートされたディレイ音を生み出し、Rate と Amount のコントロールによってこの動きの速度と強度を変更します。この二つのコントロールは控えめな設定から極端な設定まで幅広い範囲を持っており、Wave ボタンではサイン波と、Lorenz アトラクターから生成された滑らかでランダムな波を切り替えることができます。¹

¹Lorenz アトラクターについて詳しくは Sending V2 のマニュアルをご確認ください

Alt パラメーターの FM Rate と FM Amount はプライマリー LFO をさらにモジュレーションする、より高速な2つ目の LFO をコントロールします。波形をより複雑にすることで実質的に LFO の速度範囲を拡張する他に、控えめな揺れや震えを加えたり、LFO を擬似的なリングモジュレーションへと押し進めたりすることができます。

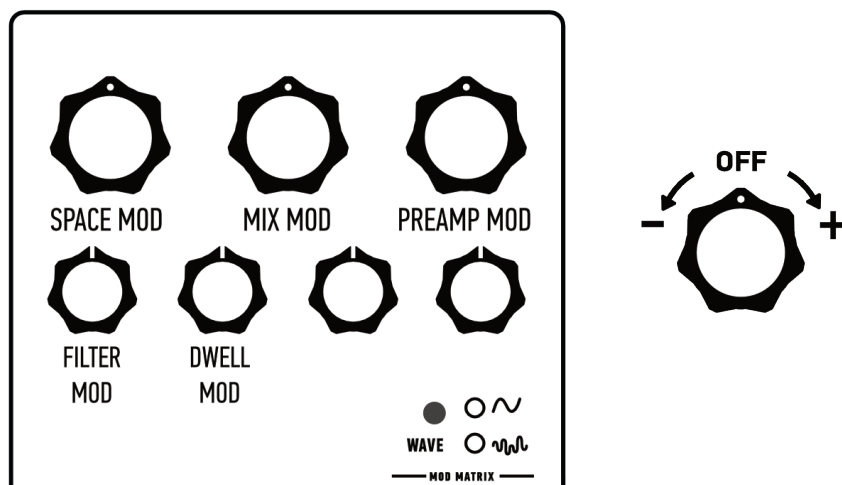


Figure 3: Mod Matrix のレイアウトとアッテニューバーターの操作

Mod Matrix は LFO を Space 以外にも Mix、Preamp、Filter、Dwell など、さまざまなパラメーターに割り当てるために使用します。このメニューに入るには、2つの波形 LED が交互に点滅し始めるまで Wave ボタンを長押しします。各ノブはアッテニューバーターとして機能し、それぞれのパラメーターに対するモジュレーションの量と極性を選択できます。つまり、あるパラメーターのノブが中央にある場合、そのパラメーターにはモジュレーションが適用されません。時計回りに回すと正方向のモジュレーション、反時計回りに回すと負方向のモジュレーションになります。これによって複数のパラメーターを互いに反対方向へモジュレーションすることができます。Mod Matrix を終了するにはもう一度 Wave ボタンを押します。Aux ボタンを押したまま Wave ボタンを押すことで、Mod Matrix をデフォルト状態（Space のみをモジュレーションする状態）にリセットできます。

3.5 Morphing

Scattering には2つの設定グループの間をシームレスにモーフィングし、演奏中にダイナミックな変化を起こす機能があります。まずは Aux ボタンを押して Morph モードに切り替え、希望する音になるよう各コントロールを調整してください。次に Aux フットスイッチを押します。Aux LED が点灯している間は第二の設定を調整できます。設定が完了したら、Aux フットスイッチを押すことでこの2つの設定の間をスムーズに移行できるようになります。Morph 機能にはインテリジェントなモーメンタリー／ラッチ動作が備わっています²。短くフットスイッチを押すとオン／オフが切り替わり、長押しではモーメンタリー

²長押し時間の長さはユーティリティメニューで設定可能です。詳しくは7.1をご確認ください

動作として認識されます。Morphはフロントパネルのすべてのノブと、Dry KillおよびRise/Fallを除くすべてのAlt機能に適用できます。(ModeやLFO Waveformなど、段階的に切り替わる設定にはモーフィングを適用できないことに注意してください。) Morph 機能の Rise/Fall 時間はAltメニューで設定できます。素早く切り替えたり、ゆっくりと変化させたりすることが可能です。すべてのモーフィング設定はプリセットの一部として保存されるため、基本的には1つのプリセットに2つの設定が含まれていることになります。Expression/Morphの値を初期状態に戻したい場合は、Aux ボタンを押したまま Mode ボタンを押すことで値をクリアできます。

3.6 Expression and CV

CTRL ジャックはエクスプレッション、CV、またはMIDI シグナルに対応したTRS 入力です。何が接続されたかは自動的に検出されます。ポテンショメーター式のエクスプレッションコントローラーを使用する場合、CTRL ジャックはRingをへ電流制限付きの5V 電源を供給します。Tipはワイパー、Sleeveはグラウンドとして機能します。シンセサイザーやEurorack モジュール、またはCV ユーティリティ・ペダルから生成されたCV (コントロール・ボルテージ) を入力することもできます。この場合はリングがフローティングになっているTRS ケーブルを使用し、CVが0~5Vの範囲内であることを確認してください。MIDI 接続については §4.

エクスプレッションおよびボルテージ・コントロールを用いることで、Morphの機能性をさらに拡張することができます。EXP コントローラーまたはCVでは2つの設定の間を連続的に変化させることができ、フロントパネルの設定(ライブセッティング)が最小値=0Vの状態、Morphで割り当てた設定(2つ目の設定)が最大値=5Vの状態となります。つまりCVやEXPが接続されていなくても、Auxフットスイッチを使ってMorph機能としてエクスプレッションの操作幅を設定できる、と考えることができます。外部ソースからパッチングしてボルテージ・コントロールを設定する際に便利な方法です。さらにこの操作幅はMIDI経由でもアクセスできます。CTRLジャックにMIDIコントローラーを接続しつつEXPコントロールも使用したい場合に便利です。

4 MIDI

Scattering はフル MIDI コントロールが可能です。ペダル単体で設定できる全ての機能に加え、追加の便利な機能も外部機器からコントロールすることが可能です。

4.1 Connectivity

MIDI シグナルはCTRL ジャックを介して受信します。CTRL ジャックはMIDI ケーブルが接続されているか、エクスプレッション／CV ソースが接続されているかを自動的に検出します。MIDI Box 側を Tip Active に設定し、TRS ケーブルで接続してください。(MIDI データはジャックのチップから送信され、リングは使用されません。) 詳しい手順についてはお使いの MIDI Box または MIDI コントローラーのマニュアルを参照してください。なお MIDI Box の規格にはブランドごとの違いがあるため、すべてのブランドで動作することを保証することはできません。

MIDI チャンネルはデフォルトで 2 に設定されています。別の MIDI チャンネルへ変更するには Aux ボタンを押しながら起動して Configuration Mode に入り、その後任意の MIDI チャンネルで PC メッセージを送信してください。これでペダルは自動的にそのチャンネルへ設定されます。Configuration Mode の詳細は Appendix 7.1 を参照してください。

4.2 CC Messages

フロントパネルの各コントロール、セカンダリーパラメーター、フットスイッチの状態にはそれぞれ CC ナンバーが割り当てられています。一部のパラメーターは 14bit MIDI に対応しており、2つの CC をペアで使用しより高い解像度でコントロールすることが可能です。通常 MIDI を使用する場合は MSB (Most Significant Bit) の CC を使用し、LSB (Least Significant Bit) は無視してください。Expression/Morph のすべてのパラメーターにもそれぞれ個別の CC ナンバーが割り当てられているため、これらの設定を MIDI だけで行うことができます。またいくつかの追加機能にも専用の CC ナンバーが割り当てられています。CC ナンバーの完全な一覧については Appendix A を参照してください。

4.3 PC Messages

対応するプリセットを呼び出すには、そのプリセットに対応する Program Change (PC) ナンバーを送信します。最初の 3 つのプリセットはフロントパネルから呼び出すことができ、それ以降のプリセットは MIDI からのみ呼び出すことができます。プリセット 4 以降に設定を保存するには、Preset ボタンをセーブ状態 (いずれかのプリセット LED が点滅している状態) になるまで長押しします。この後に PC メッセージを送信することで、現在の設定を PC ナンバーに対応するスロットに保存できます。また目的の PC ナンバーに 64 を加えた番号を送信することでもプリセットを保存できます。たとえばプリセットスロット 4 に保存するには、PC68 (64 + 4) を送信します。なお PC0 を送信すれば、ペダルを最後に設定した状態に戻すことができます。

4.4 MIDI Notes

Space ノブは MIDI ノートを使ってプレイすることもできます。Space ノブの可変範囲は C1 を中心とした 4 オクターブに対応しており、低いノートほど Space の設定値が長くなります。このモードはシーケンスでモジュレーションする際や、Matrix モードで残響のピッチを変化させる際に便利です。

MIDI ノートの範囲は 2 つの領域に分かれています。C(-1) から C3 までの最初の領域ではピッチ情報のみが処理されます。C4 から C8 までの 2 つ目の領域では、MIDI Note On メッセージを受信すると Morph 機能がトリガーされます。これはノートが演奏されたときに Aux を押すのと同じ挙動が発生し、Rise/Fall を使うことでシンプルなエンベロープを生成できます。特に Filter を Morph に割り当てた場合には特にパワフルな機能となり、Scattering を原始的なシンセサイザーボイスのように使用することができます。そしてさらなる利便性のために、C9 を演奏すると LFO のサイクルがリセットされるようになっています。なおベロシティは無視され、CC107 でピッチベンドの範囲を設定することができます。

Scattering はシンセサイザーではありませんが、MIDI ノートを使えばキャプチャしたリバーブのピッチ情報を思い通りにトランスポーズすることができるのです。

5 Lore and Ephemera

5.1 Hardware Design Notes

Scattering 内部のシグナルフローを示したブロック図を Figure 44 に示します。この図では入力バッファ、スイッチング、およびアナログのゲインとフィルタリングに関する細かな部分の一部は省略しています。全体としてシグナルフローは単純明快で、その複雑さの多くはすべてのアナログ要素が2系統であることに由来します。

通常 DSP 設計ではできるだけ少ないステップでオーディオをプロセッサに入出力することが目標となります。しかしこのペダルではそうはせず、設計全体でプリアンプと入力リミッター、フィルターによるアナログな色付けを施しました。この理想的ではないアプローチを意図的に採用することで、DSP 出力に一体感を与えています。

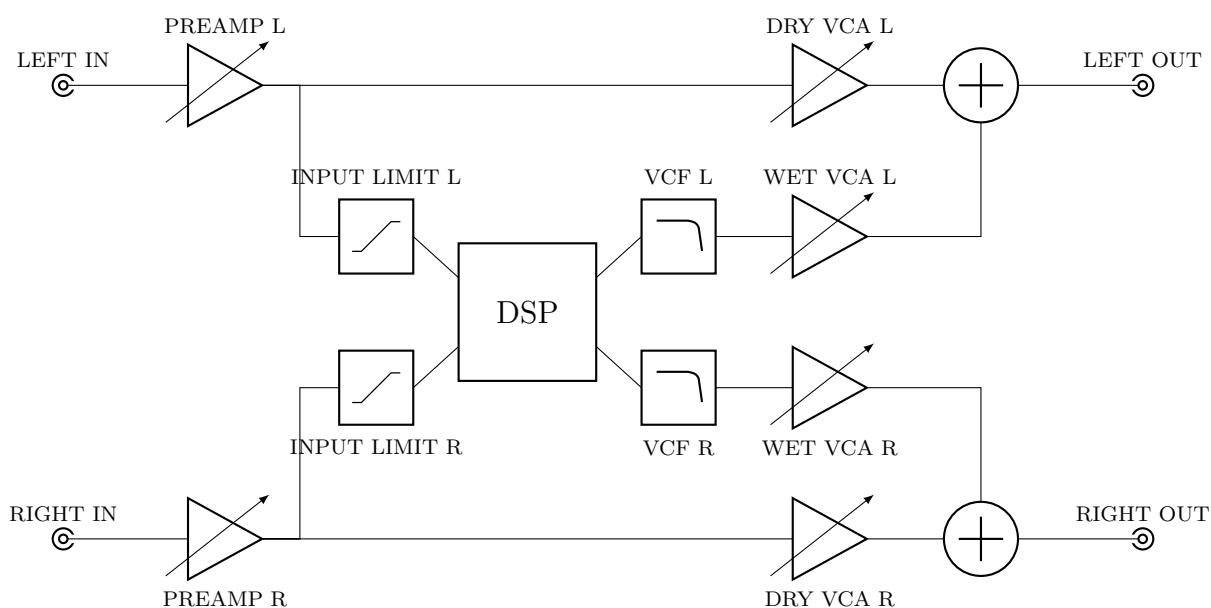


Figure 4: Simplified signal flow block diagram.

まず各入力はウェットとドライの両方に等しく影響する VCA プリアンプステージを通過します。プリアンプは高いヘッドルームを持ち、サチュレーションへと緩やかに移行します。ここからシグナルはミキサー (Dry Level VCA を経由) とリバーブへのセンドパスに分岐します。このセンドパスでは2段目のクリッピング・リミッターを通過します。このリミッターにはノイズ低減のための高域プリエンファシスと、DSP の ADC 入力のヘッドルームに合わせたクリッピング・スレッシュولدが含まれています。

入力部にプリアンプを配置する構成は初期のアナログディレイを模倣したもので、ボリュームブーストに使用することも、より歪んだリバーブサウンドのために使用することもできます。ドライパスのサチュレーションはよりオープンでダイナミックなのに対し、ウェットパスはよりコンプレッションされています。これによってリバーブがドライ信号の背後に存在しているようなフィーリングになります。セカンダリーコントロールの Level は全体の出力ボリュームを抑えるのに便利ですが、コンプレッション量の相対的な違いを補正するために Mix も調整する必要がある場合もあります。

DSPは古いチップながら長く使われ続けている Spin FV-1を中心に構築されています。多くの点で、私たちはこれをデジタルパーツというよりも BBD に近いものとして扱っています。このアプローチの中核となるのは、Space の設定によって DSP のサンプルレートを変える外部クロックです。ディレイのサンプル数はすべて固定されているため、再生速度を可変できるメディアのように、サンプルレートを変更するとそれらすべてが一斉に変化します。このデジタルクロックシステムは非常に高い分解能を持っており、アナログ VCO のような滑らかなピッチ変化を生み出します。これによってモジュレーションの動きがナチュラルになり、リバーブが響いている空間の広がりを実タイムかつ連続的に変化させることができます。サンプルレートは通常の動作範囲を大きく超えて設定することもでき、音楽的なエイリアシングとノイズを伴う独特の“アンダークロック”サウンドを生み出します。

シグナルパスに関して言えば DSP は自己完結しており、フィードバックループも内部的に処理しています。これをアナログで実現する場合、リバーブに必要な複雑なフィードバックネットワークを構成するためにはるかに多くの入出力が必要になっていたでしょう。リバーブアルゴリズムそのものについては §5.3 で詳しく説明しています。

DSP 出力はステレオの 2 ポール電圧制御フィルター (VCF) に送られます。フィードバックはすべてプロセッサ内部で完結するため VCF はリバーブの減衰の仕方を変えるのではなく、リバーブ全体のサウンドを整えるために使われています。これは (固定値のフィルターだったものの) 同様の構造を持っていた Hypersleep から意図的に引き継いだ仕様です。このフィルターはエフェクト全体の音色に大きな影響を与えます。フィルターのカットオフ設定を使えばリバーブの音色を劇的に変化させることができるほか、デジタルアーティファクトを抑制したり強調したりとより実験的な用途で使用することもできます。

ここで使用している VCF は 70 年代後半から 80 年代初頭の OTA (Operational Transconductance Amplifier: 演算トランスコンダクタンス・アンプ) のリイシュー品を使用して構成されており、比較的ヘッドルームが低くソフトクリッピングであることが特徴です。リバーブからの大きなピークによってフィルターをスムーズにオーバードライブさせることができ、(特にカットオフ周波数付近で) さらなる倍音を加えます。このフィルターは Sallen-Key 型で、Q は 0.5 に固定されています。フィルターをスweepするとカットオフポイントは聴き取ることができますが、それ以外では明確な (つまり、気を散らすような) ピークとして現れることはありません。

出力ミキサーには標準的な VCA ベースの方式を採用しており、ウェット／ドライのブレンドと、Preamp を高く設定した際の全体的なレベルコントロールの両方を可能にしています。また Trails バイパスが有効な時のドライパスのノイズフロアを低く保つために、特別な配慮がなされています。

なお DSP を含め、すべてのアナログ要素は左右それぞれで独立しています。唯一の例外が MISO モードで、MISO トグルが上側のポジションにある場合は左入力が入力と右の両方のプリアンプに接続されます。その後入力シグナルはそれぞれ半分ずつ個別にリバーブ処理され、出力時に完全なステレオイメージとなります。ドライ信号は左右両方に均等にミックスされます。

5.2 Musings on Reverb

Scattering は MN3011 BBD を使用したアナログリバーブ、Hypersleep の後継機です。MN3011 は1つの入力と6つの出力を持つシンプルな構造になっています。出力のいくつかを組み合わせて入力にフィードバックすることでBBDを通過するたびにエコーの数が増加し、最終的にはそれらが混ざり合って区別できなくなるまで増えていきます。リバーブアルゴリズムの用語では、この「区別できなさ」は密度 (*density*) の関数であると言えます。1秒あたりのエコー回数はどれだけリバーブをリアルに感じるかに大きく影響します。ある意味で密度は一方の端にディレイ、もう一方の端にリバーブがあるスペクトルとして考えることもできます。

MN3011を使用した製品にはさまざまなものがあります。最もよく知られた MN3011 搭載機は DOD、Morley、EHX によるものです。DOD FX45 は2つの MN3011 を直列に使用し6つすべてのタップをフィードバックに利用していたため高密度でしたが、ディケイがかなり短く不安定でした。Morley については回路図を持っていませんが、サウンドは DOD の製品と似ています。この2つは MN3011 が商業的にあまり成功しなかった理由の一つかもしれません。EHX Solid State Reverb (少なくとも私が試したプロトタイプ——結局製品化されませんでした) は特徴的なアプローチを採用しており、最も長いタップをフィードバックに使用しています。低密度のテイルと濁ったフィルターによってアナログディレイとリバーブの境界を曖昧にしており、素晴らしいプリアンプも搭載していました！ EHX と似ていたのが ETI Solid State Reverb Unit³ で、これはサミングアンプとして構成したマルチプルフィードバック・ローパスフィルターを使った、巧妙なアンチエイリアシングフィルターを搭載していました。

おそらく最も伝説的な MN3011 搭載機は A/DA STD-1 Stereo Tapped Delay でしょう。これはラックマウント型のプロセッサーで、MN3011 の各タップに出力として使用するか、フィードバックに使用するかを切り替えるスイッチが備わっていました。これはまさにサウンドデザイナーのためのツールであり、モジュレーションとリバーブの両方に対応していました。またこの一連の製品の中で唯一コンパンダーを搭載しており、真のスタジオグレードの選択肢としての地位を確立していました。ただ MN3011 だけがリバーブの選択肢だったわけではありません。10個のBBDを使用し、クロスルーティングされたフィードバックによって2つの並列ディレイラインを作り出す、伝説的な Dynacord VRS23 も素晴らしいサウンドを持っています。

しかし商業的な実現性という観点から見ると、MN3011 の終焉は最初から運命づけられていました。Lexicon や Alesis のラックユニットに搭載されている先駆けともいえるシュローダー (Schroeder) リバーブ⁴ のように、アルゴリズムリバーブは1960年代初頭から開発されており、すでにどのソリッドステートのアナログリバーブよりも進んでいました。プロセッサーが十分に安価になるとラックマウント型のデジタルリバーブが爆発的に普及し、BBD リバーブの必要性は無くなっていきました。

こうしたアルゴリズムリバーブの特徴的な要素の一つがオールパスフィルターの使用でした。これはフラットな周波数特性を維持しながら密度を最大化することを目的とした構造です。実際にはオールパスフィルターはトランジェントを効率的かつ急速に拡散するために使用され、私たちが一般的にリバーブだと感じる滑らかな音の層を作り出します。Schroeder

³Electronics Today International, April 1982

⁴Schroeder, Manfred R.; Natural Sounding Artificial Reverberation [PDF]

の論文では、リアルなリバーブに必要な密度のしきい値は1秒あたり約1000エコーだとされています。つまりフラッターのようなアーティファクトがなく滑らかな、リアルなルーム・サウンドを作るには、大量のエコーが必要ということです。MN301Iでは6つすべてのタップをフィードバックし、フィードバックループを4回通過することで1000エコーを超えることができます（実際のクロックタイムは考慮しないものとします）。オールパスフィルターはトランジェントを引き伸ばすことで、この密度をはるかに速く構築します。

オールパスリバーブを一括りに扱うことには注意が必要ですが、私の意見ではオールパスを用いた構造はリバーブのサウンドを均質化します。これは特にAlesis系統のリバーブに当てはまります。これらの設計は最終的にSpin FV-1⁵の開発へとつながり、現在ペダルで非常に広く使われています。Spin FV-1は何百ものリバーブペダルに採用されているシンプルで効率的、かつモジュール式のオールパス実装を特徴としています。

オールパスディレイの開発と並行してフィードバック・ディレイ・ネットワーク、略してFDNという概念も生まれました。構成には無限ともいえる可能性があります、ディレイの行列と相互接続されたフィードバックループを組み合わせればリバーブ、あるいは少なくともリバーブに似たエフェクトを生み出すことができます。1971年にMichael Gerzonによって初めて導入され⁶、その後1982年にJohn StautnerとMiller Pucketteがさらに発展させた（あるいは、収斂進化したとも言える）⁷FDNは、密度を生み出す別の手段を提示しました。こうした構造の中には非常に複雑なものもあり、数十本のディレイラインを含むものもあります。

これについて語るには私よりはるかに適任な人たちがいますが、私を惹きつけたのはMN301I（およびその他のBBDリバーブ）を原始的なFDNの構成要素として捉え直すことでした。これはデジタルとアナログが相互作用するための有望な領域であり、アナログ機器をデジタルでエミュレートするという典型的な方向性を逆転させるものだと考えています⁸。BBDの荒々しさ、クロックを変更して複数のディレイラインをパラメトリックに調整できること、そして色付けのためのアナログ回路を組み込む余地。そのすべてが私には響きました。そのためMN301Iは、正当な後継機を開発するための私たちの出発点であり続けたのです。

5.3 MN301I Permutations

Hypersleepを設計していた当時私は、どれも素晴らしいものではあるものの、どこか似通ったデジタルリバーブばかりであることに気づきました。そこでDSP黎明期に忘れ去られた犠牲者とも言えるMN301Iに出会ったことは、全く新しいリバーブを生み出すまたとない機会のように感じられました。オールドストックはほぼ即座に枯渇してしまいました⁹が、少なくともDSPへの移行の中で、自分がリバーブをどのような音にしたいのかについての軸を見つけることができました。その当初の意図を尊重し、私はMN301Iのタッ

⁵MXRの創設者であり後にAlesisを設立した故Keith Barrは、彼の初期のデジタル技術に関する発見のほぼすべてをFV-1に凝縮しました。これが1980年代のラックリバーブのような音に聞こえるのは、ある意味でFV-1がそのミニチュアであるからです。

⁶Gerzon, Michael; Synthetic Stereo Reverberation (Pt.1); Studio Sound, December 1971, pp.632-635

⁷J. Stautner and M. Puckette, "Designing multi-channel reverberators," Computer Music Journal, vol. 6, no. 1, p. 52, 1982. doi:10.2307/3680358

⁸その目的に向けてFairfield Circuitryの素晴らしい仲間たちは最近、4096段のBBDを使用して3×3のFDN構造を実現したPlaceholderをリリースしました。このペダルは素晴らしいですよ

⁹友人のSteve Demedash曰く「MN301Iを絶滅するまで狩りつくしていた。」

プ比を出発点として選びました。出力はそれぞれ 396、662、1194、1726、2790、3328 番目のステージからタップされています¹⁰。これらのタップは倍音の蓄積やコムフィルタリング（フランジャー／レゾネーターの領域に近づいてしまうもの）を生じさせないように不均等な間隔で配置されていますが、間隔を感じ取れるほど広げたときには心地よいリズムも生み出します。

ここからは4つすべてのモードの概要を説明します。これらは外部クロックでクロックされる DSP システム内に構築されています。そのためここで示されるすべての時間間隔は相対的なものであり、着想を得た BBD と同じようにクロックの速度に基づいて拡大または縮小することができます。

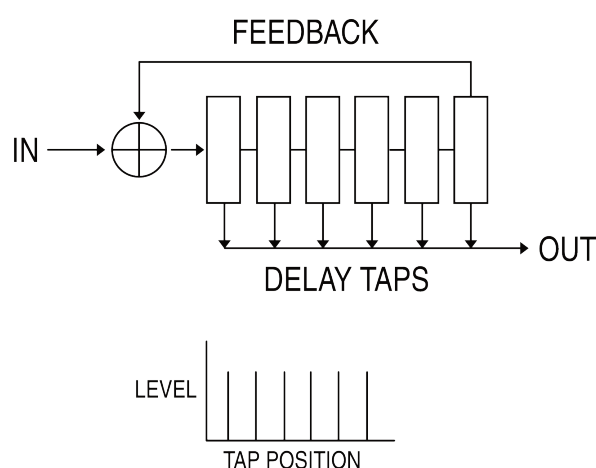


Figure 5: 3011-style tapped delay algorithm.

最初のモードである X1 は Hypersleep で使用された MN3011 を直接置き換えたしたものです。6 番目のタップが入力へフィードバックされ、顕著なレゾナンスを持つ低密度のフィードバックテイルを生成します。6 番目のタップまでの時間の長さがプリディレイとして機能します。この密度の低さによって、特に個々のタップがより明確になる低いクロック速度ではリバーブというよりもディレイに近いサウンドになります。すべてのタップは一定の音量で読み出されるため、減衰するエンベロープではなく、よりパーカッシブな感触の出力になります。このモードはコーラスやフランジャーに似たモジュレーションエフェクトに適していますが、マルチタップの構造によってよりぼやけた、美しく不自然な質感が加わります。

2 つ目のモードである X2 はステージ数が 2 倍になった MN3011 のようなものです。6 つのタップが同じ比率で広げられ、ディレイタイムが 2 倍（または密度が半分）になっています。つまり X1 と同じ設計思想で、個々のタップ間の分離をさらに強調したモードです。この違いは特にクロック速度が低い領域、ディレイタイムを 2 倍の長さまで引き伸ばした、エイリアシングが聞こえる寸前の領域で特に顕著です。

¹⁰ Panasonic, “MN3011 3328-Stage BBD with 6 Taps”, BBD Series Bucket Brigade Devices Catalog (late 70s/early 80s)

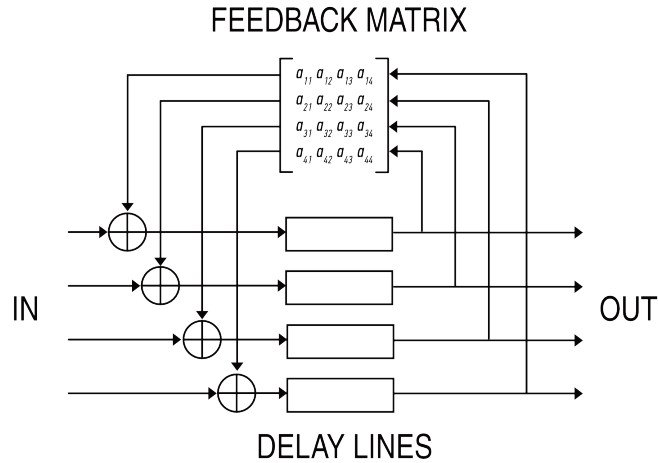


Figure 6: 3011-inspired FDN, one channel only.

3つ目のモードはFDN／マトリクスリバーブで、これもMN3011の比率をベースにしています。左右それぞれに4本ずつ、合計8本のディレイラインがあります。これらのディレイの長さはMN3011の4つの最長ディレイタイムをベースにしています。ディレイラインの各グループには4×4のマトリクスがあり、それぞれのディレイラインの出力を自身および他の3本へと結びつけています。たとえば最初のディレイ d_1 の入力は、以下のように d_1 、 d_2 、 d_3 そして d_4 のディレイを組み合わせたものです。

$$d_1 = a_{11}d_1 + a_{12}d_2 + a_{13}d_3 + a_{14}d_4 \quad (1)$$

定数 a_{11} 、 a_{12} などはフィードバックのゲイン量です。たとえば a_{13} はディレイライン d_3 へのゲインです。これを他の3本のディレイラインへも行う必要があるため、マトリクスの形で表すと便利です。これはマトリクスミキサーと同じ考え方です。4×4マトリクスミキサーには、考えられるすべての組み合わせをコントロールする16個のノブがあります。

これらのマトリクスは興味深く、特定の条件下では安定したリバーブを計算上保証できるのです！その具体例の1つであるハダマード行列 (Hadamard matrix) は、すべての行の間でシグナルを損失なくシャッフルする方法を表します。これは次のような形になります。

$$H_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

マトリクス内の各要素は1または-1のいずれかです。これが損失のないケースを表すのであれば、0（フィードバックなし）から1（無限フィードバック）までの範囲の1つのフィードバック値によってスケーリングすることで、異なるDwellタイムを得ることができます。これは1つの普遍的なフィードバック値があり、それぞれのディレイラインが正または負の極性でフィードバックされるものと考えられます。

この説明はかなり表面的なものです、要点は理解してもらえと思います。FDNについての知識はかなり奥深いものです。もし興味があるなら、オンライン上に素晴らしい文献がたくさんありますよ。¹¹

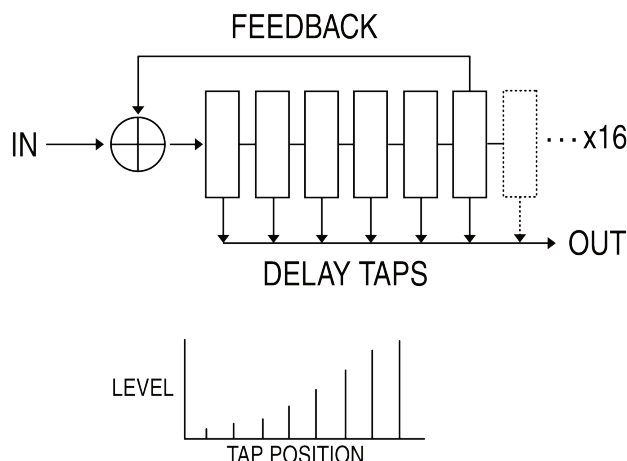


Figure 7: 3011-inspired nonlinear reverb.

4つ目のモードは16個のタップを持つノンリニアリバーブです。ノンリニアリバーブでは、通常の物理空間とは異なる音量エンベロープでタップが読み出されます。現実の空間において初期反射音は後期反射音よりも音量が大きくなります。したがってより短いタップをより小さい音量で、より長いタップをより大きい音量で読み出すと、リバーブはボリュームスウェルのような挙動を見せます。これにディフュージョンを加えることで初期のAlesisやLexiconのリバーブにおける”リバース”リバーブに似たサウンドを実現できます。このエフェクトを根本的な構成要素まで分解することで、Scatteringではサウンドのディテールと整然さを維持しつつリバース的なキャラクターを保っています。

このモードではMN3011での6つのタップの比率をさらに16個のタップまで延長し、レゾナンスの蓄積を避けるよう長いタップをずらすことに注意しました。フィードバックは6番目のタップから取ることで、Dwell設定が高い時のテイルを均一にしつつ、他のモードとの整合性もとっています。

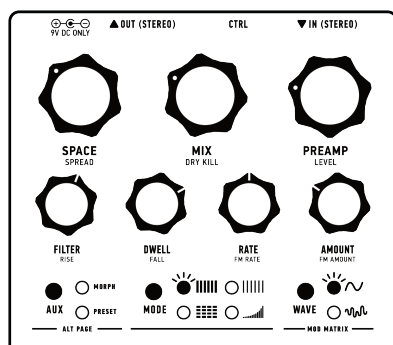
4つすべてのモードに共通するのがアンチエイリアシング・フィルタリング、内部リミッティング、そしてステレオイメージのコントロールです。各モードには耳障りなアーティファクトやブーミーな低域が溜まるのを避けるため、内部フィードバックフィルタリングが備えられています。またDwellを高く設定した場合などDSP内部でオーバーロードする可能性がある際に、それを防ぐべくサウンドを圧縮するためのソフト・クリッピング・ポリノミアルもあります。このポリノミアルのスレッシュホールドを出力VCF (§5.1) よりも高く設定してあり、実際の目的は純粋なデジタル・クリッピングを取り除くことです。

¹¹わかりやすい概説としては、この説明が気に入っています：<https://signalsmith-audio.co.uk/writing/2021/lets-write-a-reverb/> 学術論文よりよっぽど親しみやすいですね。

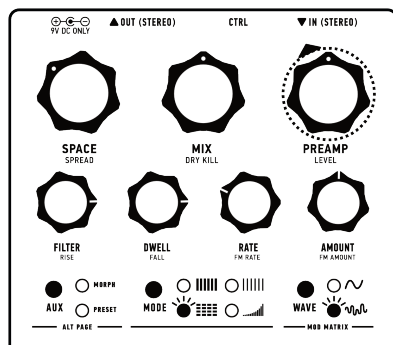
各モードは完全なステレオ仕様で、すべてのモードに共通してステレオ幅を可変させるための機構があります。Spread ノブを0にすると、リバーブはデュアルモノで動作します。Spread を上げていくと左右それぞれのタップの一部が徐々に反対側へルーティングされます。モノソースでリバーブが短い設定だと、これによってステレオイメージが広がります。より長い設定では Spread を上げることで、ピンポンエコーが次々と生じます。ステレオ入力では Spread を上げることで、左右のリバーブタップが混ざり合った、より一体化したステレオフィールドが生まれます。

6 Suggested Settings

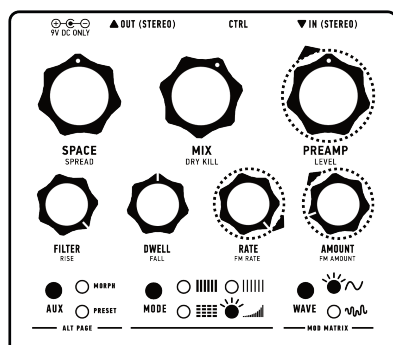
これらのセッティングはScatteringで生み出せるサウンドに慣れるためのさまざまな出発点となります。ユーザーインターフェースを一通り理解したら、より複雑なサウンドを生み出せるMorphingやLFOの割り当てを試してみてください。最初の3つはペダルに保存されているファクトリープリセットで、Morphingの割り当てでも一緒に保存されています。関連するAlt機能は点線で示しています。



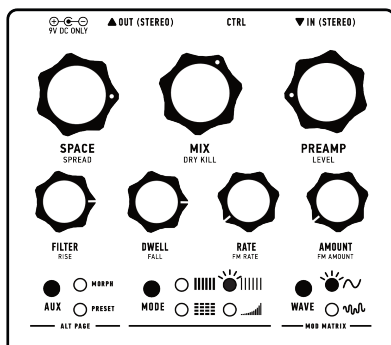
Voyager Golden Record. 典型的な BBD リバーブのフレーバーがついに大幅に拡張されました。時に揺らめき、時にメタリックな、エフェクトの境界にあるサウンドです。このペダルを探索する良い出発点です。（これはファクトリープリセット 1 です。Morphing によって Dwell が最大まで上がり、フィードバックスウェルが生じます。）



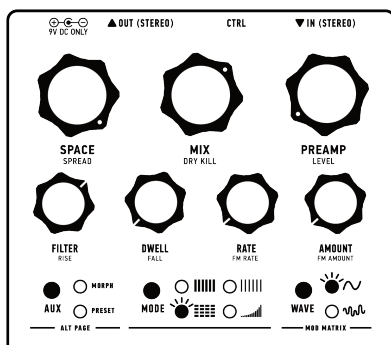
Infinite Drone. 高い Dwell 設定での安定性と Matrix モードを活かした、まったく異質なサウンドです。Random LFO モードによってテープのような揺らぎが加わります。Filter をスワイプしてみたり、LFO でカットオフをモジュレーションしてみたりしてください。（これはファクトリープリセット 2 です。Morphing によって Space が増加し、タイムストレッチされたピッチダイブの爆弾がドロップされます。）



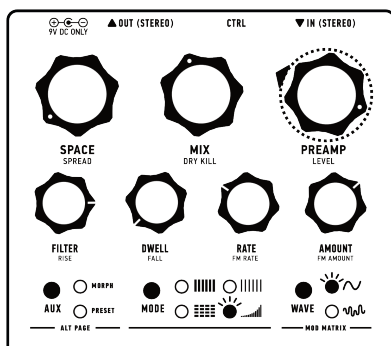
Nonlinear FM. 2 つ目の LFO オペレーターを加えてもろい質感を生み出します。Filter は完全に開かれており、隠されていたアーティファクトを白日の下に曝します。（これはファクトリープリセット 3 です。Morphing によって Dwell が増加し、LFO がより劇的になります。）



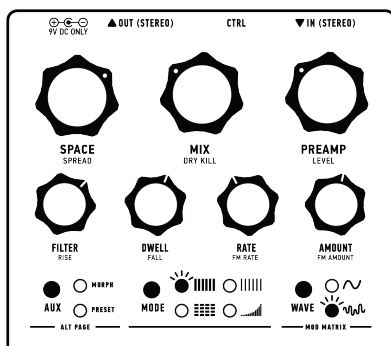
Tapped Out. X2 モードでは Space を高く設定するとまばらなタップが完全に分離します。Spread を上げるとよりはっきりと聞こえます。または Filter を調整して、せわしなく動き回るステレオフィールドからより暖かく濁った広がりへと変化させてみてください。



Undersampled. Matrix モードは DSP がかるうじて動作を維持できるような、最も長い Space 設定に適しています。Filter を使って、高域のエイリアシングアーティファクトを加えたり取り除いたりしてください。Nonlinear モードでも楽しめます！



Gated Chorus. コーラスでもなくゲートリバーブでもなく、スラップバックエコーでもないものです。プリアンプを大いに活用するために、補正で Level を下げるようにしてください(大音量が好き？ その場合…私たちはあなたに敬意を表します)。



Lunar Lander. 私たちのスタート地点、でもより奇妙。Hypersleep にランダム LFO があつたらどんなサウンドになるのか。もし気になったことがあるなら、もう試す必要はありません。

7 Firmware

7.1 Configuration Mode

Configuration Modeはグローバルなユーティリティ機能やファクトリーでのデバッグに使用されます。このモードに入るにはAux ボタン（フットスイッチではありません）を押したまま電源を入れます。Morph LED だけが一定の点滅を始めるまで押し続け、その後離してください。Configuration Mode では以下の操作を行うことができます：

- **Set MIDI Channel:** 希望する MIDI チャンネルで PC メッセージを送信すると、ペダルは自動的にそのチャンネルに更新されます。これはシステムメモリーに保存されるグローバル設定です。
- **Morph Hold Time:** Dwell ノブを回して Morph 機能におけるフットスイッチの長押し時間を設定します。設定範囲は 125ms～625ms です。
- **Debug Presets:** プリセット 1～3 をスクロールすると、ハードウェアのデバッグに使用されるプリセットが有効になります。プリセット 1 はドライパスのみを通してシグナルを出力します。プリセット 2 は DSP のみを通してシグナルを出力します。プリセット 3 は Preamp コントロールを最大にした状態で、DSP を通してシグナルを出力します。このモードではその他すべてのノブが無効になります。

Configuration Mode を終了するには Aux ボタンを LED が通常の状態に戻るまで押し続けます。

7.2 Firmware Updates

ファームウェアは electronicaudioexperiments.com のポータルを使用し、MIDI System Exclusive (sysex) メッセージを介して更新できます。必要なのは USB から MIDI への変換と MIDI ボックスだけです。Boot Mode に入るには Aux フットスイッチを押したまま電源を入れ、Aux LED と Engage LED が点滅し始めるまで押し続けます。この状態の時ユニットはアップデートを受け付ける準備ができています。

アップデートを実行するにはまず Erase sysex コマンドを送信します。その後 Aux LED だけが点滅します。これはメモリーが消去され、ユニットがアップデートを受け付ける準備ができたことを示します。

次にファームウェア sysex を送信します。プリセット LED が左から右へストロボのように点灯し、ファームウェアが転送されていることを示します。完了すると Mode LED が円を描くようなアニメーションを表示します。転送が中断された場合、ストロボのようなアニメーションが停止します。この場合は安全にもう一度試すことができます。（転送が毎回早い段階で中断される場合、お使いの USB-MIDI 接続では長い sysex メッセージを送信できない可能性があります。）

追加の手順については Web ポータルで確認できます。あるいは Sysex Librarian などのローカル・ユーティリティを使用してファイルを読み込む場合は、sysex ファイルが当社の Web サイトで提供されています。

A MIDI CC Assignments

Table 2: MIDI CC assignments.

CC	Parameter	Values
1	14 Bit Expression MSB	0-127
12	Preamp	0-127
13	Mix	0-127
14	Filter	0-127
15	Dwell	0-127
16	LFO Rate	0-127
17	LFO Amount	0-127
18	Space	0-127
19	Mode	0-31 = X1 32-63 = X2 64-95 = Matrix 96-127 = Nonlinear
20	Level	0-127
21	Dry Kill	>63 オン
22	Morph Rise	0-127
23	Morph Fall	0-127
24	FM Rate	0-127
25	FM Amount	0-127
26	Spread	0-127
27	LFO Mode	0-63 = ノーマル 64-127 = ランダム
28	Preamp Mod ±	0-127, 63 = モジュレーションなし
29	Mix Mod ±	0-127, 63 = モジュレーションなし
30	Filter Mod ±	0-127, 63 = モジュレーションなし
31	Dwell Mod ±	0-127, 63 = モジュレーションなし
32	Space Mod ±	0-127, 63 = モジュレーションなし
33	14 Bit Expression LSB	0-127
34	Preamp Exp MSB	0-127
35	Mix Exp MSB	0-127
36	Filter Exp MSB	0-127
37	Dwell Exp MSB	0-127

Continued on next page

Table 2: MIDI CC assignments. (Continued)

38	LFO Rate Exp MSB	0-127
39	LFO Amount Exp MSB	0-127
40	Space Exp MSB	0-127
41	Level Exp MSB	0-127
44	Preamp LSB	0-127
45	Mix LSB	0-127
46	Filter LSB	0-127
47	Dwell LSB	0-127
48	LFO Rate LSB	0-127
49	LFO Amount LSB	0-127
50	Space LSB	0-127
66	Preamp Exp LSB	0-127
67	Mix Exp LSB	0-127
68	Filter Exp LSB	0-127
69	Dwell Exp LSB	0-127
70	LFO Rate Exp LSB	0-127
71	LFO Amount Exp LSB	0-127
72	Space Exp LSB	0-127
73	Level Exp LSB	0-127
97	Aux Footswitch	0-63 = オフ 64-127 = オン
100	Expression	0-127
102	Bypass	0-63 = バイパス 64-127 = オン
103	Bypass Mode	0-63 = スタンダード 64-127 = トレイルバイパス
107	MIDI pitchbend range	0-127

B Specifications

サイズ	121mm × 94mm × 38mm (Hammond 1590BB2)
バイパス	電子スイッチングによるバッファードバイパス
入力インピーダンス (1kHz)	1MΩ
出力インピーダンス (1kHz)	1kΩ
I/O	TRS ステレオ入出力
電源入力	9VDC センターマイナス、2.1mm バレル
消費電流	通常時 120mA、起動時 200mA

C Changelog

August 2026 — Initial Release

Document Revision History

Version	Changes
v1.0	Initial Release (August 2026)
v0.x	Pre-release

