

放送信号発生器を用いた 任意信号再生のための I/Q 波形ファイル変換 アプリケーションノート

Products:

- | R&S®IQ Converter
- | R&S®IQ Stream Extractor
- | R&S®SFU/ R&S®SFE/ R&S®SFE100

I/Q 波形ファイルには、無線信号のデジタルサンプル値が含まれています。

それらは正確に定義された内容を生成できるように、コンピュータにより計算し合成することが可能です。また、実際の電波環境を記録した信号波形を再生することが可能です。

これらのファイル構造は今日標準化されていないため、非常に多くの形式が存在します。

R&S IQ Converter と R&S IQ Stream Extractor は、ほぼすべての形式の I/Q 波形ファイルを、R&S の放送信号発生器 R&S SFU, R&S SFE ならびに R&S SFE100 の任意信号発生器で再生できるフォーマットに、直ちに交換できるツールです。これにより放送波に限らず、様々な電波の I/Q 波形ファイルの管理、生成を一台の信号源で管理することが可能になります。

目次

1	はじめに	4
1.1	I/Q 波形ファイル	4
1.2	R&S IQ Converter	4
1.3	R&S IQ Stream Extractor	4
1.4	R&S SFU、R&S SFE、R&S SFE100	5
2	R&S IQ Converter	6
2.1	IQ Converter の機能	6
2.1.1	サポートするフォーマット	6
2.1.2	メタデータの自動展開	6
2.1.3	シームレス再生のサポート	7
2.1.4	信号処理	7
2.1.5	バッチ処理モード	8
2.2	必要なシステム	8
2.3	インストール	8
2.4	操作方法	9
2.4.1	GUI の見方	9
2.4.2	メタデータ解析	14
2.4.3	I/Q 解析	16
2.4.4	信号処理	20
3	R&S IQ Stream Extractor	22
3.1	概要	22
3.2	パケット解析	24
4	使用例	27
4.1	R&S IQ Stream Extractor	27
4.2	R&S IQ Converter	34
5	よくある質問	40
5.1	概要	40
5.2	R&S IQ Converter	40
5.2.1	解析	40
5.2.2	変換	41

6	参考文献	43
7	追加情報	43
8	オースタ情報	43

The following abbreviations are used throughout this document:
R&S IQ Converter is abbreviated as R&S IQ Converter.
R&S IQ Stream Extractor is abbreviated as R&S IQ Stream Extractor.
R&S SFU is abbreviated as R&S SFU.
R&S SFE is abbreviated as R&S SFE.
R&S SFE100 is abbreviated as R&S SFE100.
R&S PR100 is abbreviated as R&S PR100.

1 はじめに

このアプリケーションノートは2つのプログラムツールについて説明をします。IQ Converter と IQ Extractor はほぼすべての I/Q 波形ファイルを R&S SFU、R&S SFE、R&S SFE100 で使用できるように独自の形式に変換できます。この章では、アプリケーションの個々の要素について説明します。2章、3章では、使用方法を説明します。4章では使用例を説明します。5章ではよくある質問をまとめて紹介します。

1.1 I/Q 波形ファイル

I/Q 波形ファイルは、無線信号のデジタル複合サンプル値が含まれています。それらは、統合的に計算処理することで正確に定義されたコンテンツを生成する事が可能です。新しい放送方式の評価や、隣接妨害波試験に用いることが可能です。

ライブ波形の記録から I/Q サンプル値が生成されるため、ラボにおいて、再現性の高い実践的な試験を行うのに適しています。

それらのファイルの構造は規格化されておらず、今日では数多くの異なるフォーマットが存在します。

1.2 R&S IQ Converter

R&S IQ Converter は、パケット志向でないほとんどの I/Q 波形ファイルを即座に、かつ簡易に適切なファイルフォーマットに変換するプログラムです。生成されたファイルは、ローデシュワルツの R&S SFU, R&S SFE, R&S SFE100 で再生することが可能です。

初めはわからない構造のファイルであっても、このソフトの強力な解析機能を使用して、変換することが可能です。

デジタルフィルター、再サンプリングなど必要な信号処理モジュールを統合されています。

1.3 R&S IQ Stream Extractor

R&S IQ Stream Extractor は、パケット志向の I/Q 波形ファイルであれば、どんなファイルでも利用ができます。

このプログラムは独立した I/Q ストリームを個々のファイルに分割して同時に、パケット構造を解きます。

これによって、R&S IQ Converter を用いて、I/Q それぞれのデータが独立して処理することができます。

1.4 R&S SFU、R&S SFE、R&S SFE100

これらの R&S の信号発生器は、任意信号発生を利用して I/Q 波形ファイルから高精度な RF 信号を生成できます。

	R&S SFU	R&S SFE	R&S SFE100
			
General			
周波数	100 kHz to 3000 MHz	100 kHz to 2700 MHz	100 kHz to 2700 MHz
レベル	-120 dBm to +19 dBm(*)	-110 dBm to +15 dBm(**)	110 dBm to +27 dBm(*)
変調品質	high (MER typ. 43 dB)	high (MER typ. 43 dB)	high (MER typ. 43 dB)
任意信号発生器	R&S SFU-K35	R&S SFE-K35	R&S SFE100-K35
メモリ	1024 Msample (***)	1024 Msample (***)	1024 Msample (***)
クロックレート	400 Hz to 100 MHz	400 Hz to 100 MHz	400 Hz to 100 MHz
Nonvolatile memory	hard disk	hard disk	hard disk
干渉波発生	yes (R&S SFU-K37)	no	no
デジタル I/Q 出力	yes (R&S SFU-K80)	no	no
Additional features			
フェージングシミュレータ	up to 40 paths (R&S SFU-B30/K30)	up to 12 paths (R&S SFE-K30)	no
フェーズノイズ発生器	yes (R&S SFU-K41)	no	no
インパルスノイズ発生器	yes (R&S SFU-K42)	no	no
ガウシアンノイズ発生器	yes (R&S SFU-K40)	yes (R&S SFE-K40)	yes (R&S SFE100-K40)
パワー測定	yes (R&S SFU-K55)	no	no
リモートコントロール	GPIB, LAN	LAN	LAN

ハイエンド機の SFU は、I/Q 波形を隣接妨害波として生成し、リアルタイム変調された放送波に付加することが可能です。

SFU は 80MHz の変調帯域幅を持ち、信号の発生周波数を変えると、同一チャンネル妨害、隣接チャンネル妨害試験を実施することが可能です。[1]

(*) ハイパワーオプション B90 が必要です

(**) 1GHz 以下の条件; otherwise minimum 7 dBm.

(***) 1024 Msample は 2011 年に利用可能。現在 256 Msample が利用可能です

2 R&S IQ Converter

2.1 IQ Converter の機能

2.1.1 サポートするフォーマット

ソフトウェアは次の要素の構成で表現されるいかなるフォーマットもサポートします。

File structure

- ・ I と Q データが共にひとつのファイルになっている、あるいは2つに分かれている。

Metadata

- ・ None/header のみ/trailer のみ/header と trailer
- ・ Text/binary (Little または Endian)

I/Q sample value

- ・ Text: integer/ floating point / hexadecimal
または、
Binary (Little または Big Endian)
 - Floating point (32bit/64bit)
 - Integer (8/16/32/64bit, signed または unsigned)
- ・ Sequence: IQ/QI/I のみ(Q が 0 にセット)/I のみ(Q が 1 にセット)
- ・ I または Q サンプル値の前に最大 10 マーカースキップする

強力な解析機能によって、構造が不明なファイルのフォーマット要素を特定します。

2.1.2 メタデータの自動展開

R&S ファイルフォーマットは、I/Q のサンプル値だけではなく、ユーザー用のコメントや、サンプル周波数の記述の領域が用意されています。

ソフトウェアは、ソースファイルのメタデータ(header または trailer)から、それらの2つのパラメータを自動的に決定することが可能です。

2.1.3 シームレス再生のサポート

短い再生時間のため、I/Q 波形ファイルは再生機によって、繰り返し再生されます。そのため、I/Q 波形の最後はいかなる不連続性や、その変異点で形成される干渉スペクトラムを防ぐように、開始ポイントと合致しなければなりません。

この目的のため、ソフトウェアは特定の期間のみ変換されるようにプログラムすることができます。

I/Q 波形フォームのある期間の終わりから戻って始めに戻る変異点をプレビューできます。

不連続が最小限になるように期間の境界の最適値を決定することができます。

2.1.4 信号処理

変換作業中、I/Q の特性の数が平行して影響を受けます。

Scale factor

R&S 波形再生機は I/Q サンプルの集積値を ± 32767 の範囲で処理します。

変換された波形のレンジ値が大きい場合、すなわち scale factor が 1 以下のとき、「クリッピング」を防がなければなりません。

(たとえば、四捨五入による非線形性)

一方、レンジ値が小さい場合、scale factor が 1 以上のとき、ノイズをできるだけ低く補正するのが推奨されます。

R&S の信号発生器によって、Scale factor が信号出力の品質に影響を与えることはありません。

scale factor の最適化は自動的に決定されますが、手動で決定することで、変換時間を短縮することが可能です。

DC offset

R&S の波形再生器を最も効果的に最適する手段として scale factor がありますが、入力信号のゼロ平均でのみ可能です。

しかしながら、unsigned integer 入力フォーマットは常に + の RMS 値です。「DC offset」のパラメータで相殺を行います。

Power offset

デフォルトとして、R&S 波形信号発生器の RMS 出力電力は決定された基準値に合わせられ、そのためそれぞれ I/Q データが独立したものではありません。

必要な場合は、静的なゲインやロスを修正することが可能です。

Spectrum mirror

I/Q データスペクトラムは、必要に応じてミラー反転できます。これは、Q サンプル値の反転に相当します。

Spectrum selection

いかなる I/Q スペクトラムのセグメントでも、0Hz の基準から対称性をもって配置するようにシフトすることが可能です。残りの残ったセグメントはローパスフィルターによって抑圧されます。これは波形が複数のチャンネルを含む場合に、実用的で有用です。

Sample rate reduction

入力スペクトラムが、ナイキスト周波数まで完全に使用しない場合、I/Q サンプル値が必要以上に高いサンプル周波数を生成してしまいます。

高いサンプル周波数は、より高いデータレートを必要とし、再生時間も短くなってしまうため、ソフトウェアはサンプルレートを減少させることが可能です。

すでに述べた Spectrum selection のパートとして、再サンプルすることで、可能です。

2.1.5 バッチ処理モード

入力ファイルの数に関わらず、手順に従って、自動的に変換が可能です。

2.2 必要なシステム

このプログラムは、Microsoft Windows XP/Vista/7(32bit または 64bit)の OS で動作する PC と、約 20Mbyte のディスク容量を必要とします。

さらに、I/Q 波形ファイルのそれぞれが必要とするため、変換したファイルを保存するために 4Gbyte 以上のフリースペースが必要です。

ディスプレイのサイズは、XGA(1024x768)以上ですが、SXGA(1280x1024)以上が作業上の都合から、推奨します。

2.3 インストール

プログラムは R&S IQ Converter Setup_X_X.X.exe ファイルをスタートすると開始されます。X の部分はそのプログラムのバージョンを表しています。

このファイルは弊社のこのアプリケーションノートを紹介するページから、無料でダウンロードすることができます。

すでに古いバージョンのプログラムがインストールされている場合は、自動的に古いバージョンのプログラムは、アンインストールされますが、それまで、ユーザーが保存した設定ファイルは保持されます。

2.4 操作方法

GUIは常に現在有効になっている構成を画面の右半分に常に表示します。この構成は入力 I/Q ファイルに変換するための体系を決定します。それぞれの構成パラメータの数と柔軟性は多数の I/Q 入力ファイルの構造をサポートするのに役立ちます。ソフトが起動するたびにファイルビューがアクティブになりますが、画面の左側にある4つの異なるビューワーが利用できます。ファイルビューの中では、統合されたファイルブラウザは変換用のジョブリストへ I/Q 波形ファイルを追加するのに使用されます。仮に現在入力しているフォーマットのコンフィグレーションがすでに存在している場合、それが選択されます。さもなければ、いくつかの解析ビュー (Metadata Analysis, IQ Analysis, Signal Processing) が適正なコンフィグレーションを作るために利用されます。そして、「Start conversion jobs」ボタンを押すと、自動的にジョブリストの処理が開始されます。

2.4.1 GUI の見方

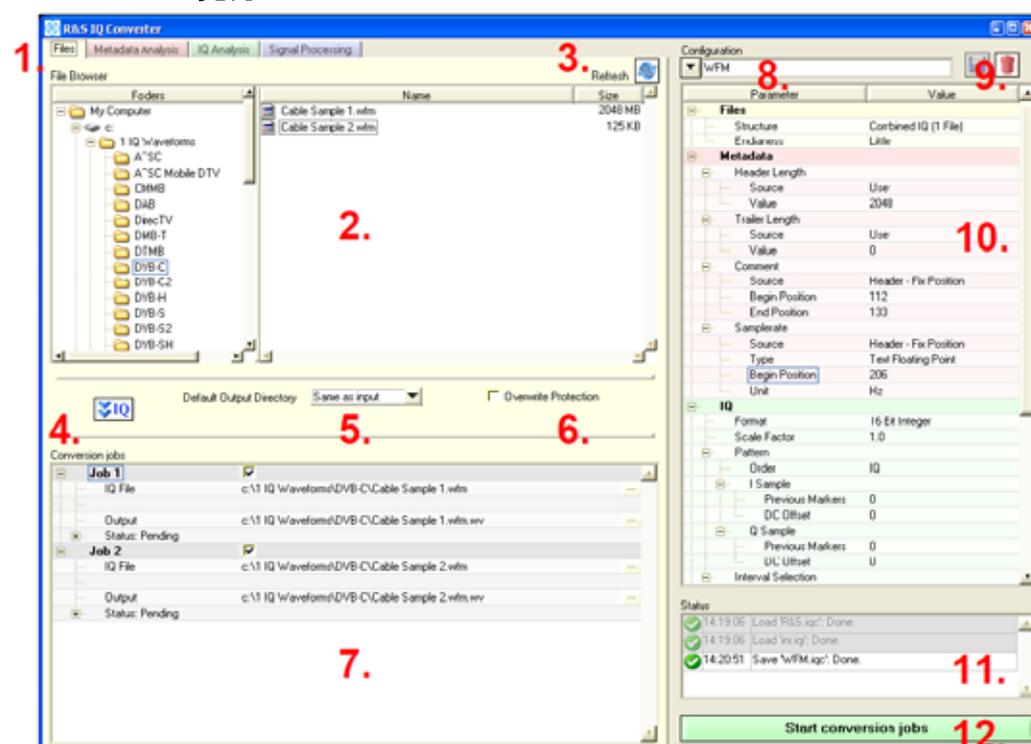


図 1 ファイルビュー

画面右半分の固定コントロールと同様に、図 1 では、左半分のファイルビューで利用できるオプションについて説明します。

1. View tabs

ファイルビューと画面左半分にある3つの異なる解析ビュー (Metadata Analysis, IQ Analysis, Signal Processing) を切替えます。

2. File Browser

変換されるべきファイルを選択するのに使用します。ファイルをダブルクリックすると直接ジョブリストに追加できます。代わりに複数のファイルがハイライトされ、「Add IQ」ボタンをクリックすることでジョブリストに追加されます。(see 4)

3. "Refresh" ボタン

ファイルブラウザの情報を更新します。

4. "Add IQ" と "Add I"、"Add Q" ボタン

ファイルブラウザ内の選択したファイルをジョブリストに移動します。画面の右側にある設定で定義されているファイル構造に従って、表示が変化します。



5. Default Output Directory

リスト内のすべての新しいジョブに対して、あらかじめ決定した設定にしたがって、出力の保存先や名前を自動的に決定します。現在リストにすでに存在するジョブに対しては影響を与えません。

6. Overwrite Protection

Enable のとき、すでにある出力ファイルが上書きされることはありません。

7. Conversion jobs (ジョブリスト)

このエリアはこの変換ジョブとその状態をリストアップします。

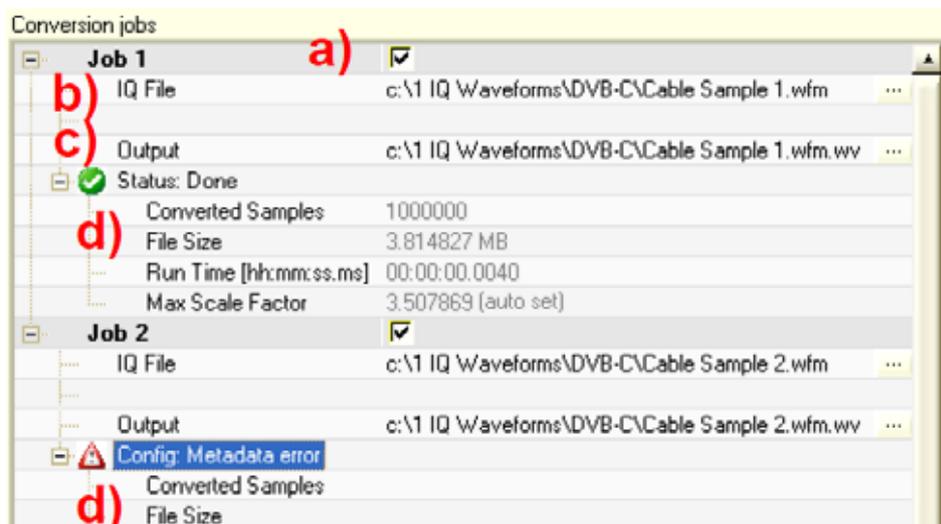


図 2 ジョブリスト

7a) Job: Delete

チェックボックスを外すと、リストからそのジョブを除けます。

7b) Job: Source file(s)

「...」ボタンをクリックするとジョブに使用されるソースファイルを変更することができます。「File Structure」が「Separate I/Q(2files)」にセットされる場合、2つのラインが現れます。

7c) Job: Output file

選択した出力ファイルを表示します。7 b)と同様に変更が可能です。

7d) Job: Status

- ・ジョブが処理がまだ進んでいないとき、「Pending」が表示され、詳細フィールドには何も表示されません。
- ・ジョブが処理されない(図 2 の 2 番目のジョブの例)とき、構成パラメータがソースファイルに一致しないエラーメッセージが現れます。
- ・処理中はその状態を表示します。



図 3 ジョブ実行中の、進捗ディスプレイ

- ・ジョブが無事終了すると、「Done」が表示され、次の情報が表示されます。変換したファイルの数、出力したファイルのサイズ、波形の再生時間など

Maximum scale factor

2.1.4 で解説したように、R&S の波形信号発生器が信号生成するに最適なダイナミックレンジがあります。そのため、変換にあたって、クリッピングの際の量子化ノイズや非線形性を最小にするために Scale factor が用いられます。

デフォルトでは、scale factor の最適化は、個々のジョブに対して自動的に決定され利用されます。この場合、整数値の後に「(auto set)」が表示されます。

手動で scale factor を設定すると変換時間を半分短縮することができます。しかしながら、このエキスパートモードの際は次のことを考慮しなければなりません。変換する前に最大 scale factor 値を決定するために、現在の入力された波形の最大サンプル値は次のように決定されます。

$$s = \frac{\text{Maximum value of R \& S}}{\text{Maximal value of input waveform}} = \frac{32767}{|a|}$$

そのため、ソースファイルをスキャンし、自動的に最大 scale factor を決定するために、I/Q 解析ビュー(2.4.3)内にオプションが提供されています。
 しかし、生成されるファイルが数 Gbyte にもなりえるため、すべてのサンプル値のサブセットのみを解析することによって時間を節約します。そのため、結果はガイドラインとして考慮されるべきで、常に最適値を表示しているとは限りません。
 さらに、特別なシフトや、lowpass filter(2.4.4)でスペクトラム選択されるなど、選択処理されているある信号コンポーネントは、出力波形の値の幅に予測不可能な効果を与える可能性があります。

ジョブが変換を終えた後でも、ソフトウェアは出力波形に対するすべてのサンプル値と詳細な状態を保持しており、このジョブに対する最大 scale factor 値を表示します。

仮に、現在選択した scale factor 値が計算された理想の値よりも大きい場合、出力ファイルはクリッピングのために書き込まれないでしょう。変換は最適な scale factor を使用して何度も繰り返す必要があります。

同じことが現在選択されている scale factor は、理想値の 70%以下に該当する場合にも適用されます。

8. Select configuration

このエリアを利用して、configuration を選択します。

9. Manage configuration

• Create

新しい configuration 名をタイプして、クリックします。 --> Save



• Save

現在選択している configuration が変更が加えられる度に、「Save」ボタンが利用できません。

ファイルはファイル名とプログラムディレクトリ内に保存されます。

[configuration_name].iqc.

プログラムが動作しているときはいつでも、このディレクトリ内に存在するすべての configuration は、自動的に認識されます。よって、configuration ファイルをコピーすることで、2 台目の PC に転送することができます。

GUI のレイアウトやファイルブラウザのパスなど、configuration の一部でない他のすべてのプログラム設定はプログラムを終了する際に、自動的に保存され、同じ状態で次回立ち上がります。



• Delete

「Delete」ボタンは現在の configuration 内で、変更が保存されると利用できます。

10. Configuration parameters

このエリアは、configuration と結合したすべてのパラメータを表示します。それらは、リスト内のジョブがどのように変換されるかを詳細に決定します。コンポーネントは階層的に保存され、GUI の見易さから、隠すことができます。

パラメータ設定の簡略化のために、このエリア内のそれぞれのパラメータのグループは、使用中のパラメータに対応して、3 つの解析ビュー(Metadata Analysis、IQ Analysis、Signal Processing)と一致したカラーコード化がされます。

詳細は 2.4.2~2.4.4 を参照。

「Files」グループ内で、パラメータは、次のように定義されます。

- Structure: 「Combined IQ (1 File)」または、「Separate I/Q (2 Files)」

- Endianness: Little Endian または Big Endian としてバイナリデータを解釈(interpret)する。この設定はメタデータと I/Q サンプル値両方に適用されます。

11. Software status messages

一般的なプログラムの確認とエラー情報がここに表示されます。

例) 設定が無事保存されました。ソースファイルが小さいため(最小値 1kbyte)、ジョブが追加できませんでした。

12. Start confersion jobs

このボタンが赤になると、ジョブリストは空(から)か、不完全な状態です。さもなければ、緑のままで、ジョブリストを実行開始できる状態です。変換処理を停止する場合にも用いられます。

2.4.2 メタデータ解析

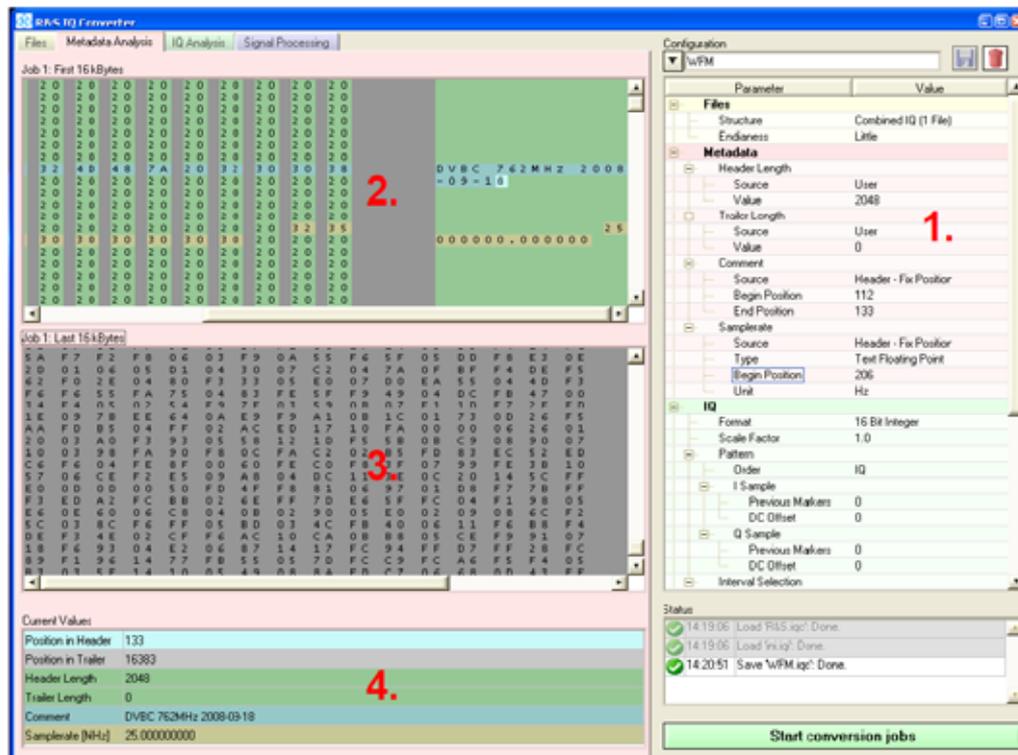


図 4 メタデータ解析ビュー

他の2つの解析ビューと同様に、このビューで表示される情報はジョブリストの中の最初のジョブが提供されます。なにもジョブがないときは、このビューには何も表示されません。

1. Configuration parameters

•Header Length

ヘッダ一部が I/Q サンプル値として正しく処理されるように、入力を行います。この長さは固定か (Source: User; Value: length in bytes) もしくは計算処理され (Source: Header-End Pattern) 決定することができます。後者の場合、個々のジョブのヘッダは、この最後のパターンを検索し、見つかった場合は、ヘッダの長さがそれに応じて設定されています。

仮に供給されたラインが検索可能なパターンを必要とする場合は、キャラクタシーケンス「\n」(「\r」、Null: 「\0」) を使用します。キャラクタ「\」を含むには「\\」を使用します。

可能であれば、header preview か format description のどちらかの中に、この configuration を見つけることができます。たとえば、テキストフォーマット内のヘッダーの終わりを認識することが容易です。不明な時は、余裕をもって高い値を手動で設定します。対象ファイルの最初の I/Q サンプル値が変換されなくとも、正しくないヘッダバイトが原因による異常を回避します。

• Trailer Length

Header Length と同じ

• Comment

出力ファイルにコメントを入れます。ユーザー設定 (Source: User; Value: any text) または、header/trailer (Source: Header、Trailer) から取得するか決定できます。header/trailer から取得する場合、固定レンジ (Source: Fix Position) または、dynamically から取得して、コメントとします。

• Samplerate

コメントと同様、サンプルレートは固定もしくはメタデータから取得します。コメントに対してテキストとしてある理由はなく、バイナリ値 (e.g., Type: 32bit Float) もあります。サンプルレートの単位は、自動で決定されなく、「Unit」の項で別に設定されなければなりません。

入力した値が承認されない時は常にその項の左にエラーシンボルが現れます。形成されたフィールドが編集されない限り、ツールヒントはそのエラーの詳細説明を表示します。

2. Header preview

ソースファイルのヘッダの最大 16byte が 16 進 (左) と text (右) で表示されます。I と Q 別々に分かれたファイルの場合、ここには I ファイルが表示されます。

3. Trailer preview

Header preview と同様

4. Current values from both previews

定義された構成パラメータを確認するために、最初のジョブの header length, comment, sample rate value がここにリストアップされます。

Current Marker Position もここに表示されます。これらのマーカーは、プレビュー内のシンボルをクリックしてポジションを決定したり、ポジションを入力して、プレビュー内の一致するキャラクタにマークをつけることができます。

2.4.3 I/Q 解析

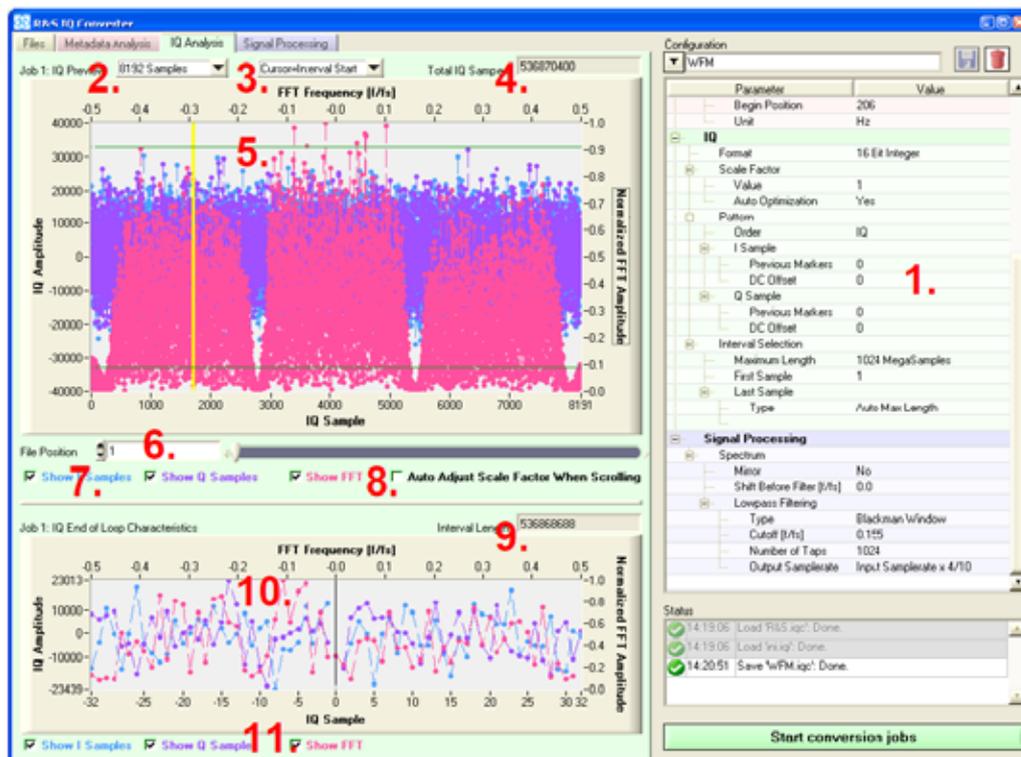


図 5 IQ 解析ビュー

I/Q サンプル値がバイナリの代わりにテキストで提供される場合、使用できなかつたり制限を受ける設定項目があります。それらの項目はアスタリスク(*)で認識されます。テキスト形式で表されるサンプル値のバイト長が変化し、許容できないほど大きなファイルを介して処理の進行を遅らせてしまうために、この制限が発生します。

すべての機能が使用できることを確認するために、テキストベースの I/Q 波形は最初に Rohde&Schwarz 形式のバイナリに変換し、次の変換処理のために再度ファイルを開いたほうが良いです。

1. Configuration parameters

•Format

どのようにプログラムが個々のサンプル値を読み込むのか定義します。バイナリ形式が選択された場合、ファイル選択の下のバイトオーダーパラメータは正しく設定されなければなりません。ヘッダの長さは正確にバイトで定義されなければなりません。さもなければ、サンプル値の処理が、実際のサンプル値の開始の前後から開始するばかり、正しくない値を返します。

•Scale Factor

このパラメータは(2.4.1 7d)で定義します。

このフィールドは scale factor をマニュアルで設定するのに使用します。値を決定するのに IQ Preview や、(8.)を使用して自動的にほぼ近い値を利用できます。

「Auto Optimization」は変換処理中のすべてのジョブに対して最適な scale factor を、手動で決定される値とは別に、決定し使用することができます。「Auto Optimization」を無効にすると、変換時間を半減することができますが、そのジョブに対する適正でない値でも、リスト内の全てのジョブに対して使用されます。

•Pattern

このパラメータ設定は、ソースファイル内の個々のサンプル値に従うパターンを決定します。IとQのサンプル値の位置に影響を与えます(順序: IQ, QI)。入力波形が実部だけ含んでいるためQサンプル値がない場合、変換中は、Qの要素は自動的にゼロかIと同じ値に設定されます(順序: Ionly-Q=0; Ionly-Q=I)。IとQの情報に加えて、マーカを含む場合は、それらのパラメータはIやQが現れる前にいくつかのマーカがスキップされるべきか定義するのに使用できます。

•DC Offset

IとQチャンネルそれぞれに、DC成分が割当てられます。たとえば、符号付整数の結果として、ゼロ平均に戻された信号が返ってきます。Scale factor(2.1.4)を考慮しても、理にかなっています。

•Interval Selection

この設定は、I/Qサンプル値のどの部分をソースファイルから変換するか定義します。これらのパラメータは2つの目的があります。まず第一に、変換された波形長は

Rohde&Schwarzの任意波形ジェネレータの許容値

(最大 32/64/128/256/512/1024Msampel)を超えることはできません。第二に、エンドレス再生を実行する際に波形再生の終了と開始のポイントで混入する信号異常を避けて、シームレス再生を実行できるように、間隔選択に精度が求められます。図(5.)と(10.)は間隔の境界を容易に決定する

ことができます。ソースファイルからすべてのサンプル値が常に変換される場合、最終のサンプルタイプは、自動最大長が設定されます。この場合、最初のサンプル値は1に設定します。

2. Total I/Q samples used for the IQ Preview

IQ Preview は周波数ドメインで共通のスペクトラムを表示できるのと同様にタイムドメインで I と Q のトレースを表示できます。8 から 8192 までレンジを設定できます。値が小さいほど、タイムドメイン上で詳細解析に適しています。対してスペクトラムの解像度に対しては、大きい値ほど最適です。

3. (*) Cursor selection

IQ Preview(5.)内のカーソル位置の定義は、インターバルの開始もしくは終了のパラメータを決定します。Interval Selection を Last Sample で「Auto Max Length」を選択した時、interval start パラメータのみカーソルの設定に使用できます。

4. (*) Display of the total number of I/Q sample values in the file(s)

バイナリサンプル値の場合、これは正確な値を得られます。テキストベースの場合は基準を設けるために補完値が設定されます。

5. IQ Preview

ソフトウェアが現在、どのようにソースファイルからサンプル値に変換しているかを表示します。I/Q configuration パラメータ設定を変更することで、取り扱い当初分からない I/Q フォーマットであっても、即座に最適なコンビネーションを探し出すことができます。密接な I と Q のトレースから有効な構成 (configuration) と認識され得ます。同様にホワイトノイズを超えたスペクトラムも認識されます。

この view のもうひとつの機能として、現在の scale factor を監視することができます。2 つの水平ライン(±32676)は、Rohde&Schwarz の任意信号発生器で利用できるレンジを認識します。そのため、I と Q のトレースは動的に最適化できますが、そのレンジを越えてはいけません(2.4.1 7d)。

Scale factor に対して、「Auto Optimization」を有効にした場合、定義した scale factor 値に依存せず、変換中は常に最適値が使用されます。

(*)最終的に、(3.)の設定に従って、ビューの中で、変換される間隔の開始もしくは終点を設定するよう簡易にクリックをします。この設定はシームレスループ機能と組み合わせると、特に有用です(10.)。

6. (*) Position of the IQ Preview within the file(s)

IQ preview(5.)用の情報を読むために、サンプル値内の開始位置を選択するのに、スライドコントロールや、数値フィールドを利用します。I/Q ソースデータのいかなるポイントも見ることができます。それによって、scale factor(8.)の自動定義を容易にします。そして、カーソルを用いて間隔の境界点を決定することができます。

7. Show / hide the traces in the IQ Preview(5.)

IQ Preview(5.)のトレースは状況に応じて、隠したり、独立して表示させたりすることができます。他の

8. Automatic adjustment of the scale factor

ソースファイルデータ(6.)をスクロールして scale factor を自動調整するには、この機能を有効にします。しかしながら、大きいサイズのファイルをスクロールする時は、全てのサンプル値が記録されないことに、注意してください。状況によっては推奨の scale factor を決定するには大きすぎる場合があります。しかし得られた結果はガイドラインとして用いることができます。それぞれのジョブで常に最適な scale factor を確認するために、Scale factor の設定は Auto Optimization を有効にしてください。

9. (*) Display the number of I/Q sample values in the selected conversion interval

変換のために選択された特定のレンジを対象にした値を表示します。ソースファイル(4.)のサンプル値のトータル数を基準に、この値は変化します。

10. (*) Seamless loop preview

この特定の I/Q 波形プレビューでは、カーソル(5.)を徐々に増やすように動かすことで、不連続点を最小に抑える、最適な間隔の境界を見つけることができます。

11. (*) Show/hide the traces in the seamless loop preview(10.)

(7.)と同様

2.4.4 信号処理

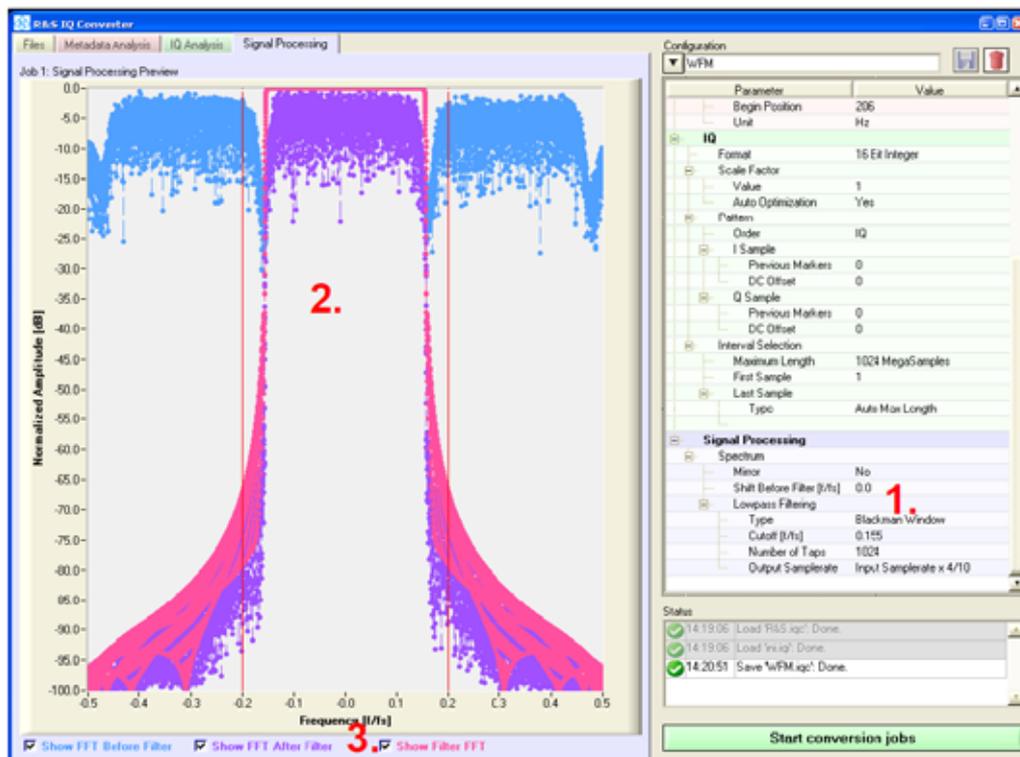


図 6 信号処理ビュー

1. Configuration parameters

• Spectrum Mirror

必要な場合は、I/Q データスペクトラムは、ミラー反転することができます。Q サンプル値の反転と一致します。

• Spectrum selection

I/Q スペクトラムのどのセグメントも、0Hz 基準で対称に配置するために、シフトすることができます (Filter[f/fs]より前でのシフト)。これにより残っているセグメントはローパスフィルタによって抑圧することができます (フィルタの種類、カットオフ、次数)。これは入力波形ファイルが複数のチャンネルを含むときに、とりわけ有効です。

フィルタの次数を増やすと、フィルタの品質が改善しますが、その分変換に時間を要します。

• Sample rate reduction

ナイキスト周波数まで完全に最適化できない場合があります。サンプル周波数が必要以上で I/Q サンプル値が生成されるからです。サンプル周波数が高いほど、高いデータレートを必要とし、再生時間は短いものとなります。このソフトは、上記で述べたスペクトラム選択の過程で、再サンプルによりサンプルレートを減らすことができます。

2. Signal Processing Preview

(1.) の設定の内容の効果が表示されます。

- ミラー反転あるいはシフト後の IQ プレビューを現在のスペクトラムを水色のトレースで描きます。
- 水色のスペクトラム上に選択されたローパスフィルタ効果を紫色のトレースで表示します。
- ピンク色のトレースは、ローパスフィルターの周波数特性を表します。
- 赤色の垂直のラインは、選択されたサンプルレートを元にしたナイキスト周波数を表します。干渉エイリアスとして、選択されたスペクトラムにそれらが加えられるとき、紫色のトレースは他の重要なコンポーネントを含むことはできません。

3. Show/hide the traces in the Signal Processing Preview(2.)

Signal Processing Preview(2.) 内で有効なトレースは、状況に応じて、独立して表示したり、非表示状態にできます。

3 R&S IQ Stream Extractor

R&S IQ Converter は、様々な異なるファイルフォーマットを処理できますが、パケットで形成される I/Q データは、そのままではサポートできません。次の絵で示すような処理が必要になります。

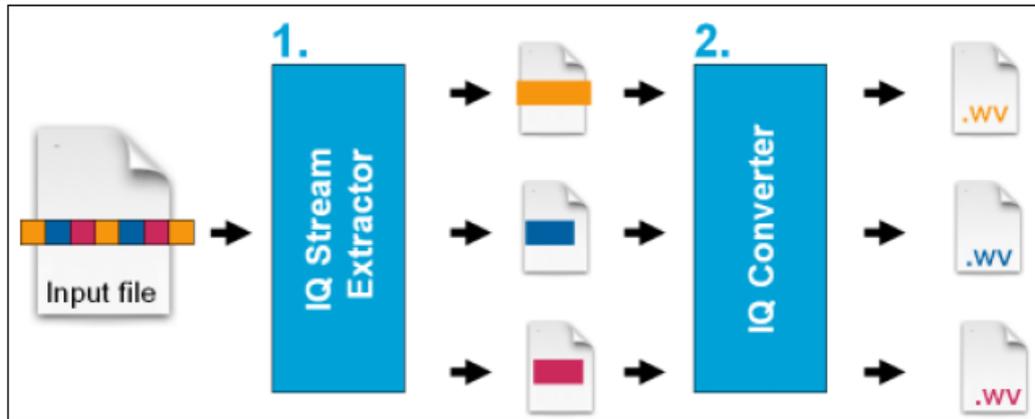


図 7 R&S IQ Stream Extractor と R&S IQ Converter の連携

R&S IQ Stream Extractor は、ほぼどんなタイプの入力ファイルでも、個々の I/Q ストリームを取り出して、パケットヘッダを除いた後で、別々のファイルに分割することができます。そして、R&S IQ Converter (2.) で個々の信号を処理できるようになります。

3.1 概要

R&S IQ Stream Extractor は、R&S IQ Converter と同様の操作コンセプトを持ち、同様の PC の環境が必要になります。

ファイルビューにおいて、1つ以上のソースファイルが展開ジョブリストに追加されます。一致する構成が有効化されるかあるいは作成され、「Start extraction jobs」ボタンをクリックすることで、処理が開始されます。

構成パラメータ内での差分が見出され、この場合、パケット構造を定義する解析ビューが形成されます。どんな I/Q ストリーム形式でも正常に処理できるように、R&S IQ Stream Extractor は、全ての個々のパケットに対して、6つの属性を取得します。



図 8 R&S IQ Stream Extractor は、パケットの 6 つの属性にフォーカスします

プリアンブルは新しいパケットの開始を示すひとつ以上のバイトで成り立つ固定のパターンです。残りの5つの要素は、パケットの長さ、内容を定義し、固定あるいはそれぞれのパケットヘッダから拡張定義することができます。それらの値は直に有効にすることができない場合があります。例えば、ヘッダが自身の長さとおパケット全体の長さを含むと、ペイロードの長さを暗に知ることができますが、その差は実際の値を得るために計算されなければなりません。R&S IQ Stream Extractor が、最大5つの変数と同様に数式もサポートする理由がここにあります。それぞれの変数は、あるバイナリフォーマット (Little Endian もしくは Big Endian) 内のヘッダから得られた情報のスペックアイテムに、割当てることができます。

- Floating point 浮動小数点 (32bit/ 64bit)
- Integer (8/ 16/ 32/ 64bit, 符号あり、符号なし)

ビットマスクやビットシフトで成り立つユーザー定義のデータフォーマットもサポートできるため、いかなるビットレベル状態のログも利用できます。例えば、1ワード(2バイト)を含む 13 ビットストリーム ID は、以下のように読出すことができます。

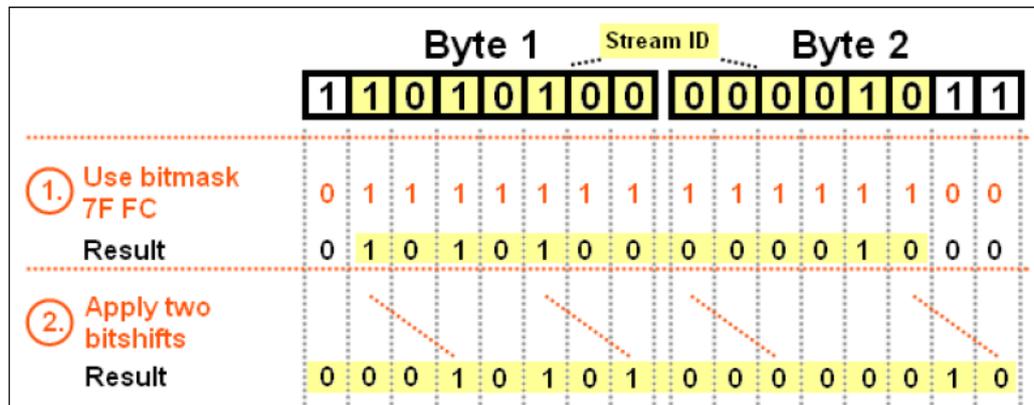


図9 「stream ID」ヘッダ情報のビットレベル抽出の例

まず、16 進のビットマスク使用してバイトで問題のビットが選択されます。「7F」が最初のバイトの下位 7 ビットを選択します。そして「FC」が 2 番目のバイトの 6 つの上位ビットを選択します。それらの 16 進の ID は、Microsoft Windows 計算器を使用して、容易に決定されます。

- Navigate to View > Scientific
- バイナリモード(「Bin」)を選択し、バイナリ数を入力します。例) 「1111 1100」
- 16 進モード(「Hex」)を選択し、「FC」が現れます。

次のステップとして、ダブルビットシフトが「Stream ID」の値が意味の持つビットからスタートするのを確実にします。このステップがないと、4(22)の要素によって、変換値がとて大きくなります。

ヘッダからの情報が変更可能に割当てられた後、必要なパケットの属性(「ヘッダ長」、「Stream ID」など)が、「A+C-24」のような計算式で定義されます。

3.2 パケット解析

この解析ビューは、ジョブリストにある最初のファイルから最大 256kbyte まで読取ることができます。入力されたストリームフォーマットの Configuration を簡易に作成することができます。

The screenshot displays the R&S IQ Stream Extractor interface. The main window is titled "Job 1 - Raw Stream Data: First 262144 Bytes". The hex dump shows a sequence of bytes starting with 00 FF 02 00 00 30 00 02 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 03 85 80 34 20 00 04. The configuration panel on the right shows a packet configuration for "Preamble (Hex)" with a value of "00FF0200". The configuration includes variables A through E, each with a description, position, endianness, and format. The navigation section shows the marker position at 41. The current packet values table shows the following data:

Variable	Position	Value	Structure Item	Value
A: Attribute Tag	16	901.000000	Header	
B: Attribute Length	18	32620.000000	Length [Bytes]	76
C: Optional Header Length	23	44.000000	Stream ID	96
D: IF SampleRate	32	120000.000000	SampleRate [MHz]	0.120000
E: IF Frequency	36	96304500.000000		
			Payload	
			Length [Bytes]	444
			Valid Bytes	244

図 10 パケット解析ビュー

1. Preamble

この 16 進のバイトパターンは、パケットの開始ポイントを定義することができるため、この Configuration の中で最も重要なパラメータです。バイナリプレビュー(4.)の中で、見つかった全てのプリアンブルが赤でハイライトされます。それらの内ひとつだけ、イタリック体で表示されます。現在解析の結果パケットの開始であることを示しています。バイナリプレビュー(4.)の中で他のプリアンブルをクリックしたり、ナビゲーションバー(5.)を使用して、選択を変更することができます。

2. Variables

最大5つの変数(「A」～「E」)が情報の拡張に使用することができます。パケットヘッダから、パケットの属性を計算することに用いられます。これらは以下の通り設定を行います。

•Description

ユーザー定義のテキストフィールドが、変数に割り当てられた値の説明用に提供されます。入力は必須ではないですが、interpret view (6.)を容易にします。

•Position[Byte]

変数情報の拡張用にヘッダ内の開始位置を定義します。この計算式は先行する変数(変数「C」の位置は、「A」から「B」で定義できますが、「C」から「D」ではできません)を含みます。このように、ヘッダ内の変数位置の情報は抽出することができます。

•Endianness

バイナリフォーマットの記述を、「Little Endian」か「Big Endian」かどちらかを用いて読み込むか定義します。

•Format

どのように変数に対して選択されたヘッダバイトが処理されるか定義します。ビットマスクとビットシフトを用いてビットレベル解析を実行するには、「ユーザー定義」を選択します。

全ての変数を必要としない場合、低い変数に対する位置情報は空白として Configuration list に残ります。全ての入力はビュー(4.)と(6.)で確認されます。変数の位置の全ての結果であり、選択されたプリアンブルを自動的に表示を行います。

3. Packet attributes

定数と変数をベースにした5つのパケット属性を定義した数式が次のように割り当てられます。

- 「Header Length」 ペイロードの開始の認識用
- 「Stream ID」 様々なストリームの選別用
- 「Samplerate」 R&S IQ Converter で使用
- 「Payload Length」 パケットの終了点の認識用
- 「Valid Bytes」 ペイロードの終了点の認識用

この入力は、ビュー(4.)と(6.)での結果の値をチェックする確認用に用いる事はできます。

4. Binary preview

この解析ビューは、ジョブリスト中の最初のファイルの開始から最大 256byte まで表示します。

• Red lettering

データストリーム内のプリアンブルは全てハイライトします。現在選択しているパケットの開始だけイタリック体で表示されます。全てのプリアンブルが新しいパケットの開始にあるとは限りません。ストリームフォーマットに依存します。このバイトパターンはペイロード内にあることもあります。もし、現在選択しているプリアンブルがパケットの開始にないときは、位置の定義が予想されるヘッダバイトに該当しないため、全ての変数が正常に計算されなくなります。

• Yellow background

このマーカは、プレビュー内で特別なバイトの位置を定義します。プリアンブルの部分でない、どのバイトもクリックして簡単に設定することができます。ナビゲーションバー(5.)内でもこの位置を表示することができます。パケットの開始位置のように、プリアンブルに関連付けも行えます。

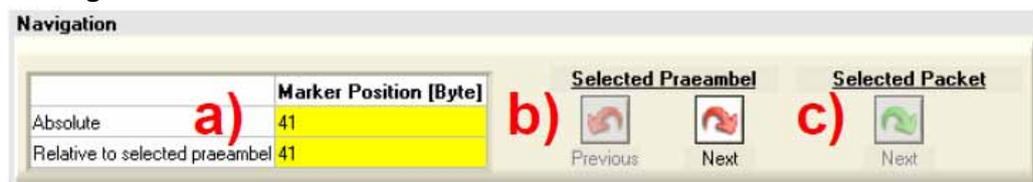
• Green background

3つの異なる緑色の影は、パケット属性(「Header Length」、「Payload Length」、「Valid Bytes」)の現在の変数を認識します。

• Blue background

5つの異なる青色の影は、個々の変数から抽出したヘッダバイトを認識します。

5. Navigation bar



a) (4.)で説明されたマーカ位置を表示します。

b)ビュー(4.)での、アクティブのプリアンブルの選択を行えます。

c)このボタンは構成パラメータの精度の重要な表示のひとつです。もう一方のプリアンブルが選択したパケットに從属する時(「Header Length」と「Payload Length」を現在のプリアンブル位置に足して計算すること)のみ、有効になります。ペイロード内の全てのプリアンブルはスキップされ、即座に次のパケットデータの解析が行われます。

6. Calculated values in the current packet

現在選択しているプリアンブルによって定義されたパケットに対して、この表は、全ての変数とパケット属性の構成を確認するために、表示します。

4 使用例

R&S PR100は、FMラジオチャンネルをI/Q波形ファイルとして記録できる、ポータブルレシーバです。

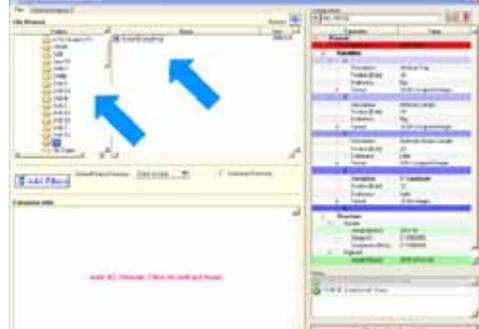
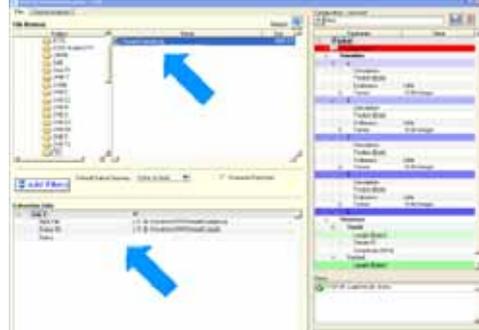
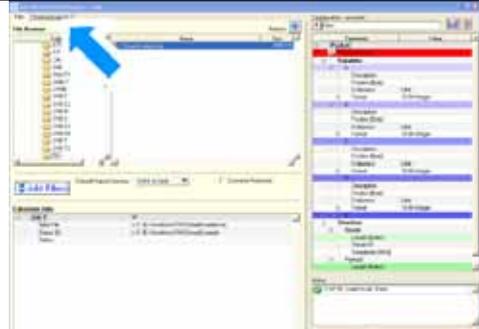


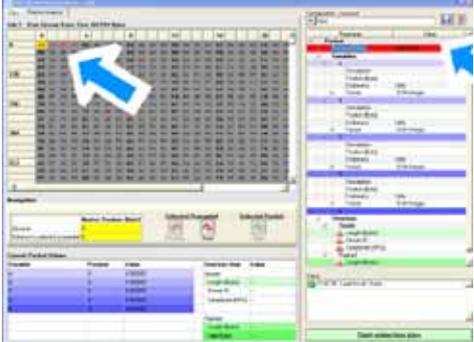
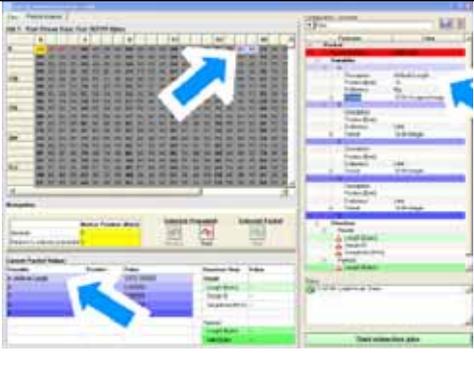
図 11 R&S PR100

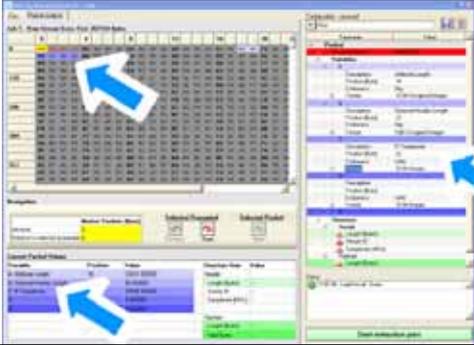
R&S PR100ファイルフォーマットは、R&S SFU、R&S SFE、R&S SFE100の任意信号発生器で再生できるフォーマットと一致していません。そしてそれは、パケット形式です。そのため、R&S IQ Stream ExtractorとR&S IQ Converterを2つ使用して、使用できるファイルフォーマットに再構成します。ファイル「R&S_(R)_PR100_StreamExample_V100.riq」は、このアプリケーションノート用に用意された、フリーダウンロードできる、テストサンプルファイルです。何回か受信周波数を変化した、何分かのFMラジオチャンネルを含んでいます。

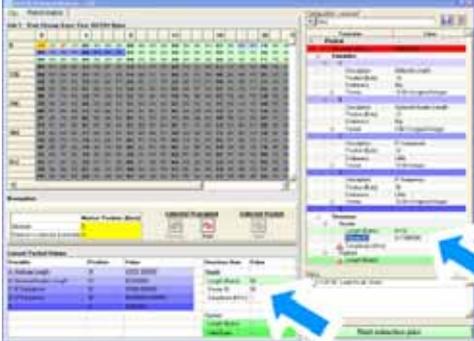
4.1 R&S IQ Stream Extractor

1	R&S PR100 から変換された I/Q サンプル値は、パケット形式で利用できるため、まず、R&S IQ Stream Extractor で処理を行います。	The image shows the graphical user interface of the IQ Stream Extractor software. It features the text "IQ Stream Extractor" in a stylized font at the top, and the "ROHDE & SCHWARZ" logo at the bottom. The background is dark blue with some vertical lines.
1a	R&S IQ Stream Extractor を起動します。	

2	<p>R&S PR100 のストリームフォーマットの内容を、最初の段階で、R&S IQ Stream Extractor では分かりません。そのため、プログラムでの正確なデータ処理を説明をする構成ファイルを作成する必要があります。次の変換処理のために、この入力フォーマットに一致した構成ファイルを選択します。</p> <p>構成の作成を単純にするために、「R&S_(R)_PR100_StreamExample_V100.riq」ファイルは、抽出リストを加えてあります。パケット解析ビューはリスト内の最初の入力を元に利用可能になります。</p>	
2a	<p>統合されたファイルブラウザ内で、「R&S_(R)_PR100_StreamExample_V100.riq」を選択します。</p>	
2b	<p>ダブルクリックして、ジョブリストに追加します。</p>	
2c	<p>左上の「Metadata Analysis」タブをクリックして、Metadata Analysis に移動します。</p>	

<p>3</p>	<p>R&S PR100 マニュアルによると、ストリームフォーマットの説明は以下のようになっています。</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preamble pattern : 000EB200 • 「Attribute Length」ヘッダ情報は、トータルパケット長で形成されている • 「Optional Header Length」ヘッダ情報は、ヘッダ長を提供する • 「IF Samplerate」ヘッダ情報は、I/Q サンプルレートと一致する • 「IF Frequency」ヘッダ情報は、ストリーム ID として提供することができる <p>=>これらの使用可能な値の各々は、今のマニュアルにある説明から取得している変数の形式と、これらの値の位置を割り当てる必要があります。</p>	
<p>3a</p>	<p>「Preamble」構成パラメータを「000EB200」に設定します。</p> <p>明記したプリアンブルパターンが自動的に赤くハイライトされるのを確認してください。</p>	
<p>3b</p>	<p>変数「A」の構成:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Description = 「Attribute Length」 • Position = 「18」 • Endianess = 「Big」 • Format = 「16bit Unsigned Integer」 <p>明記した変数の位置と長さはプレビューの中で自動的に水色でハイライトされます。また、表はその説明と現在の変数値「32832」を表示します。</p>	
<p>3c</p>	<p>変数「B」の構成:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discription = 「Optional Header Length」 • Position = 「23」 • Endianess = 「Big」 • Format = 「8 Bit unsigned Integer」 <p>プレビューが再びアップデートされます。現在の値として「56」が表示されます。</p>	

<p>3d</p>	<p>変数「D」の構成:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discription = 「IF Samplerate」 • Position = 「32」 • Endianess = 「Little」 • Format = 「32 Bit Integer」 <p>プレビューが再びアップデートされます。現在の値として「32000」が表示されます。</p>	
<p>3e</p>	<p>変数「E」の構成:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discription = 「IF Frequency」 • Position = 「36」 • Endianess = 「Little」 • Format = 「32 Bit Unsigned Integer」 <p>プレビューが再びアップデートされます。現在の値として「98500000」が表示されます。</p>	

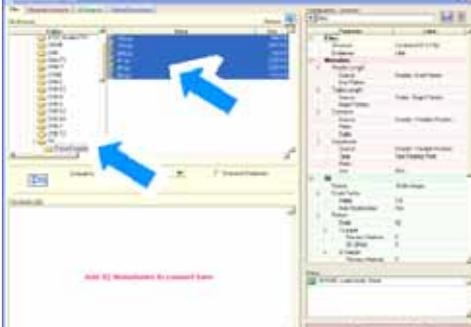
<p>4</p>	<p>4 つの変数を元に計算された値は、プログラムによって直ちにパケット属性には一致しません。そのため、数式を用います。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「Header Length」は変数 B(「Optional Header Length」)で提供される情報から計算されます。マニュアル内のフォーマットの説明では、32 のオフセット定数が追加される必要がある事を示しています。そこでこの計算式は、「B+32」となります。 ・「StreamID」は、直接変数 D(「IF Frequency」)とリンクしています。R&S PR100 の受信周波数の変更は、暗に新しい I/Q データストリームを意味しているからです。見やすくするためには、値を Hz から MHz(「D/1000000」)に変換します。 ・「Samplerate[MHz]」は、変数 C(「IF Samplerate」)をベースに計算されます。変数 C は Hz であるため、同様に 1000000(「C/1000000」)で割ります。 ・「Payload Length」は変数 A(「Attribute Length」)によって、一意的に決定されます。追加の 20 のオフセットがトータルパケット長に供給されます。このことから、ヘッダ長のみ減算する必要があります。:「A + 20 - (B + 32)」 ・R&S PR100 に対して、「Valid bytes」は常に「Payload Length」に一致します。:「A + 20 - (B+32)」 	
<p>4a</p>	<p>「Header Length」に対して、式「B + 32」を入力します。</p> <p>プレビューが再びアップデートされ、現在の値として「88」が表示されます。</p>	
<p>4b</p>	<p>「Header Stream ID」に対して、式「D/1000000」を入力します。</p> <p>現在の値「98」が返ってきます。</p>	

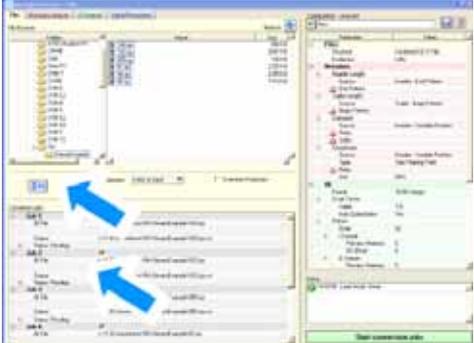
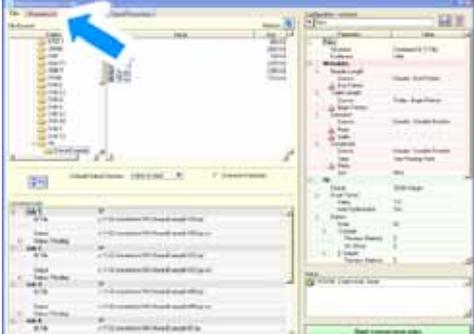
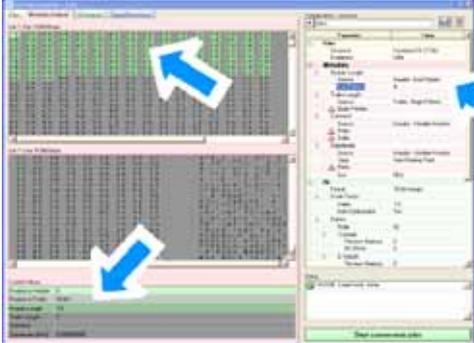
<p>4c</p>	<p>「Header Samplerate」に対して、式「C/1000000」を入力します。</p> <p>現在の値「0.032」が返ってきます。</p>	
<p>4d</p>	<p>「Payload Length」に対して、式「A + 20 - (B + 32)」を入力します。</p> <p>プレビューが再びアップデートされ、現在の値として、「32764」を表示します。</p>	
<p>4e</p>	<p>「Valid bytes」に対して、式「A + 20 - (B + 32)」を入力します。</p> <p>プレビューが再びアップデートされ、現在の値として、「32764」を表示します。</p>	

5	<p>全ての構成パラメータが入力した後、R&S IQ Stream Extractor が正確に入力ファイルを変換処理できるか確認します。確認された構成は、名前をつけて保存します。</p>	
5a	<p>パケット構造が無事に処理されると、ナビゲーションバーの「Selected Packet - Next」ボタンが有効になります。このボタンをクリックして、下のテーブルビュー(現在のパケットの値)を確認します。変数値とその属性が後に続くパケットに対して、正しく決定されているか確認します。</p>	
5b	<p>R&S PR100 の名前を右上のテキストフィールドに入力します。そして、フロッピーアイコンボタンをクリックして、設定を保存します。</p>	
<p>6 R&S PR100 の入力ファイル「R&S_(R)_PR100_StreamExample_V100.riq」は、いまジョブリストにあり、マッチング設定が有効なため、ここで初めて抽出が実行できるようになりました。</p>		
6a	<p>右下にある「Start extraction jobs」ボタンをクリックします。</p>	

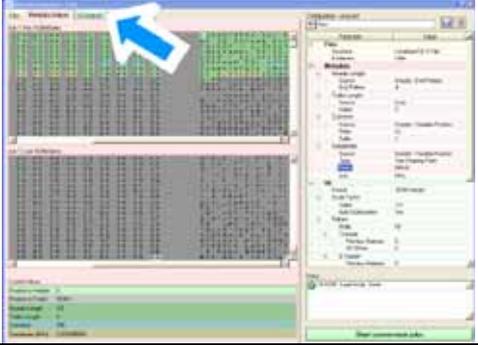
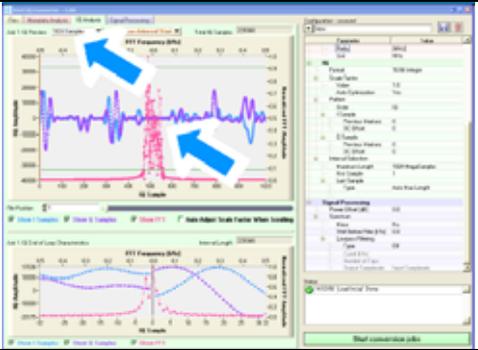
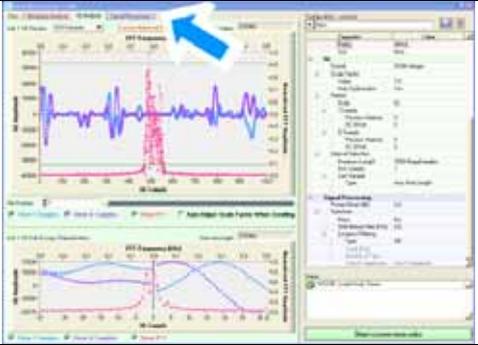
6b	<p>抽出が完了すると、ジョブリストのこの入力に対するステータスラインが、6つのストリームが無事に抽出されたことを検出します。入力ファイル「R&S_(R)_PR100_StreamExample_V100.riq」は、次々に6つのファイルを含み、stream IDの後に名前が付けられます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 100.iqs ・ 102.iqs ・ 458.iqs ・ 91.iqs ・ 94.iqs ・ 98.iqs 	
----	---	--

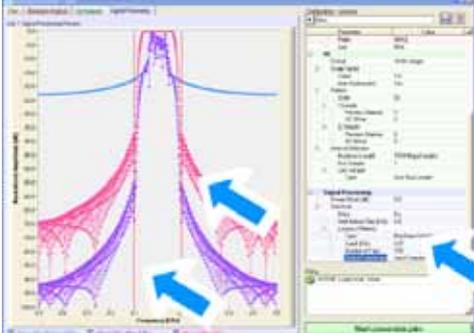
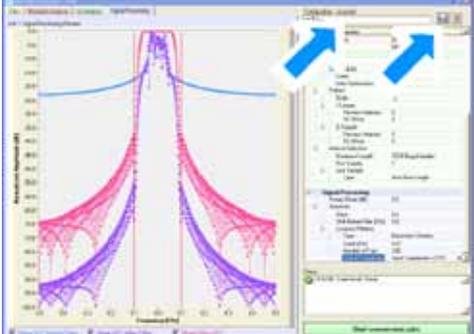
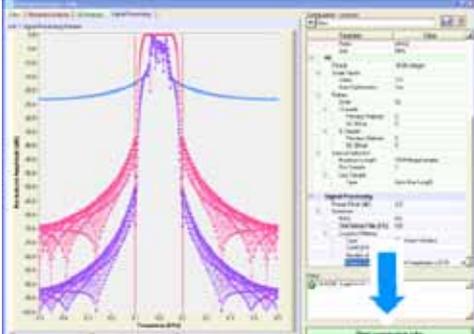
4.2 R&S IQ Converter

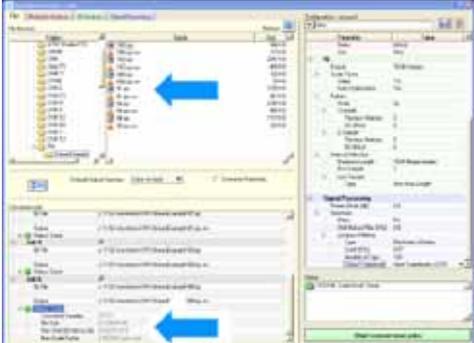
1	<p>R&S IQ Stream Extractor が R&S PR100 で記録された FM ラジオチャンネルを、パケット構造を解いて、I/Q 波形ファイルに個々に分割したため、R&S SFU, R&S SFE, R&S SFE100 の任意信号発生器で再生できるように、R&S IQ Converter を用いて、実際の変換処理ができます。</p>	
1a	<p>R&S IQ Converter を開始します</p>	
2	<p>まず、R&S IQ Converter は入力フォーマットを認識していません。そのため、プログラムが正しくデータ処理を行えるように記述した設定ファイルを作成しなくてはなりません。この先の変換のために、入力フォーマットに一致した設定ファイルを単純に選択します。設定ファイルの作成を簡単にするために、変換ファイル(「100.iqs」～「98.iqs」)が、抽出リストに加えられます。解析ビューがリスト内の最初の入力を元に有効になります。</p>	
2a	<p>統合ファイルブラウザ内で、 “¥R&S_(R)_PR100_StreamExample_V100.riq ¥”フォルダの全てのファイルを選択します。</p>	

2b	<p>「Add IQ」ボタンをクリックして、ジョブリストにファイルを追加します。</p>	
2c	<p>左上の「Metadata Analysis」タブをクリックして、Metadata Analysis に移動します。</p>	
<p>3 ソフトウェアがどのようにメタデータを処理するのか、最初の構成パラメータの定義で分かります。; 入力ファイルのヘッダとトレイラーなど この場合、この構成は R&S IQ Stream Extractor で生成されます。R&S IQ Converter 内で、ヘッダとトレイラーのプレビューで、必要な設定を分かりやすく作成できます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「Header Length」: このテキストヘッダは可変長で最後は「#」で終わります ・「Trailer Length」: この例ではトレイラーはありません ・「Comment」: ヘッダ内に stream ID をコメントとして使用できます ・「Samplerate」: ヘッダのテキストとしてリスト化され、抽出することができます。 		
3a	<p>「Header Length」の設定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Source = 「Header - End Pattern」 <p>「Header」ソース内の「End Pattern」情報を元に定義された必須の値「Header Length」を明記します。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・End Pattern = 「#」 <p>結果、ヘッダ長は自動的にプレビューの中で緑色にハイライトされます。画面下の表の中で、現在の値「131」が表示されます。</p>	

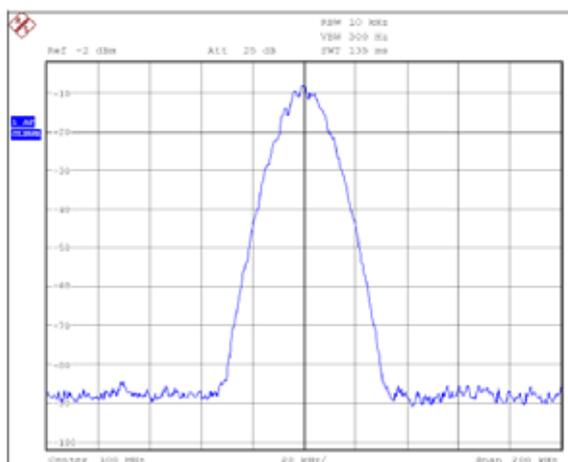
<p>3b</p>	<p>「Trailer Length」の設定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Source = 「User」 <p>ヘッダ長の設定と対照的に、ここでは trailer や自身についての長さの情報がありません。この値はユーザーが決定しなければなりません。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Value = 「0」 <p>プレビューで確認できます。</p>	
<p>3c</p>	<p>「Comment」の設定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Source = " Header-Variable Position" ・Prefix = "ID: " ・Suffix = "}" <p>ヘッダ長の動的な計算と同様で、この設定はコメントとしてヘッダテキスト「Stream ID」を抽出することができます。</p> <p>両プレビューとも、コメントの正しい抽出が確認することができます。</p>	
<p>3d</p>	<p>「Samplerate」の設定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Source = " Header-Variable Position" ・Type = "Text Floating Point" ・Prefix = "[MHz]: " ・Unit = "MHz" <p>コメントの抽出と同様。</p>	

<p>3f</p>	<p>左上の「IQ Analysis」タブをクリックして、IQ Analysis ビューに移ります。</p>	
<p>4 R&S PR100 の I/Q フォーマットは正確に IQ Converter のデフォルト設定に合致しているため、I/Q パラメータは容易に設定できます。プレビュー内のサンプル値の数を増すことで、表示された信号スペクトラムの詳細レベルを増やすことができます。</p>		
<p>4a</p>	<p>「IQ Samples for Preview」を「1024」に設定します。</p> <p>IQ Preview 内で、時間ドメインと、周波数ドメイン両方で、正確な I/Q サンプル値の処理が見えます。</p>	
<p>4b</p>	<p>左上の「Signal Processing」タブをクリックして、Signal Processing view へ変更します。</p>	

5	<p>信号処理機能は、変換処理を補助する機能です。しかしながら、IQ Preview 内の周波数表示は常に、必要のないメモリの浪費であるオーバーサンプリングを表示します。最適なローパスフィルターのサイズや次数を使用してサンプルレートを削減することが理解できます。設定は完全に保存されます。</p>	
5a	<p>Lowpass Filtering の設定</p> <ul style="list-style-type: none"> • Type = "Blackman Window" • Cutoff [f/fs] = "0.07" • Number of Taps = "128" • Output Samplerate = "Input Samplerate x 2/10" <p>それらの値は詳細なプレビューを活用して経験的に決定されます。</p>	
5b	<p>設定名を「R&S PR100 - FM filtered」と、右上のテキストフィールドに入力します。そして、フロッピーディスクアイコンをクリックして、設定の保存を行います。</p>	
6	<p>変換すべきファイルが、ジョブリスト内にある、一致する設定が有効であるので、実際に処理をスタートできます。</p>	
6a	<p>右下の「Start conversion jobs」ボタンをクリックします。</p>	

<p>6b</p>	<p>全ての変換が完了した後、ファイルブラウザに結果が表示されます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 100.iqs.wv ▪ 102.iqs.wv ▪ 458.iqs.wv ▪ 91.iqs.wv ▪ 94.iqs.wv ▪ 98.iqs.wv <p>選択したフィルタと形成したサンプルレートは、必要なスペースの 80%まで削減しました。</p>	
-----------	---	--

変換された I/Q 波形ファイルは、R&S SFU, R&S SFE、R&S SFE100 の任意信号発生器で再生できるようになりました。



5 よくある質問

5.1 概要

ファイルブラウザ内では、PC に接続しているフロッピードライブやネットワークドライブが表示されないのですか？

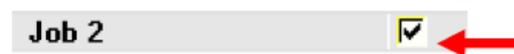
変換パフォーマンスを保持するために、I/Q 波形ファイルはローカルディスクに保存する設定となっています。

USB スティックは、ファイルブラウザで表示されないのはなぜですか？

プログラムを動作中に USB メモリを挿しても、認識しません。ソフトを再起動する必要があります。

どうやって、リストから変換ジョブを削除できますか？

ジョブナンバーの右のチェックボックスをクリックしてください。



ソフトウェアアップデートや、設定ファイルのサンプルを何処で入手できますか？

Chapter 7 に明記しました。

いくつかの設定ファイルを作りました。他の PC でそのファイルを使用できますか？

全ての設定はインストールディレクトリ保存されます。設定名の下。他の PC のインストールディレクトリにそれらのファイルを単にコピーします。

ソフトを起動したら、全ての設定がそのディレクトリに保存されていることを確認できます。

設定入力が正しくないとマークされました。状況に応じたツールヒントのようなものはありますか？

入力フィールドで入力が行われない状態でツールヒントが現れます。フィールドで、入力モードから離れるために「Enter」キーを押してください。

5.2 R&S IQ Converter

5.2.1 解析

すべての I/Q フォーマットオプションを試しましたが、I/Q 波形を、ファイルの中に見つけられません。

I/Q 波形の各サンプル値に 1 バイト以上使用される場合、選択されたヘッダ長と同様に選択された I/Q フォーマットは差分を形成します。I/Q データ領域の開始がサンプル値と一致するまで、ヘッダ長を 1 バイトずつ増してください。

テキストフォーマットの中に、I/Q サンプル値を持つファイルがありますが、ソフトで利用できる機能はありますか？

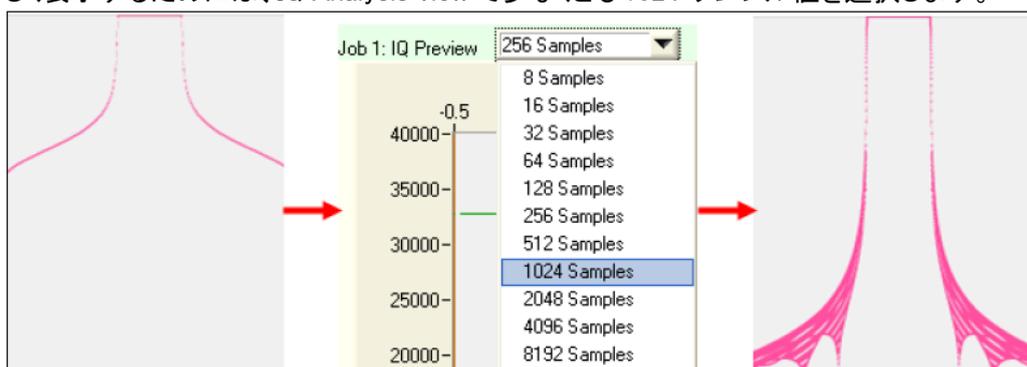
このタイプのファイルは、同時に、効果的かつ手際よく誘導できません。一度 バイナリの Rohde & Schwarz フォーマットに変換して、情報を失いますが、使用できる残っている機能を用いて再度、ファイルを開くことを薦めます。

どのように「Interval Stop」カーソルを有効にできますか？

これは、バイナリ I/Q フォーマットの時のみ利用できます。IQ:Interval Selection:Last Sample をユーザーに設定します。IQ Preview グラフで「Interval Stop」カーソルを選択します。無効な位置を越えると、カーソルは透明になります。

ローパスフィルターの次数を増やすと、カット帯域のアッテネーションが下がるように表示されるのはなぜですか？

次数を高くすると、カット周波数帯域のアッテネーションが増します。これが正しく表示されない場合、プレビューで使用している I/Q サンプル値が次数よりも低くなるでしょう。正しく表示するためには、IQ Analysis view で少なくとも 1024 サンプル値を選択します。



5.2.2 変換

変換できません。

いくつかの原因が考えられます。

- ・現在の設定が入力ファイルに適していない。詳細な情報を得るには、ジョブリストに移動して、問題のファイルがリストの最初にあって解析されるように、このジョブより前にある全てのエントリーを削除します。無効な設定パラメータに対するツールヒントを表示して、問題の解決にあたります。
- ・出力ファイルの名前がすでに存在している。もしくは上書き保存プロテクションが有効になっている。プロテクションを外します。
- ・scale factor が手動で定義されていて、とても小さいか、大きすぎるかどちらかの理由による場合。推奨の scale factor を利用するか、IQ:Scale Factor:Auto Optimization 機能を有効にします。

I/Q 波形を再生する時、なぜスペクトラムにノイズが発生するのですか？

任意信号発生器が波形の再生中に波形の終了点に達すると、自動的に I/Q 波形の開始点から再生を継続します。I/Q 波形の開始のサンプル値が、終了点の信号トレースに従わない場合、不連続点がスペクトラムのノイズの原因になります。IQ View のシームレス・ループ・プレビューを利用して最適化が行えます。

変換に時間がかかります。

2 つの変換設定が変換スピードに大きな影響を与えます。

1. IQ:Scale Factor:Auto Optimization が有効な場合。全てのサンプル値を元に自動的に scale factor が計算されるため、変換時間は 2 倍かかります。I/Q 波形に対する値のレンジが分かっているようであれば、最適な scale factor を手動で設定します。

2. チャンネル選択に対してローパスフィルターが有効になっている場合。選択したフィルタの次数に比例して変換時間が増していきます。100 次でフィルターを行うと、1000 次に対して、フィルターの品質は劣りますが、1/10 程度の時間がかかることとなります。

変換に対して、選択した値よりも低い I/Q サンプル値になります。

ローパスフィルターが再サンプル機能と連携が有効である場合、その再サンプルの影響を受けて、I/Q サンプル値の数が減少します。

Rohde & Schwarz 社の信号発生器で他に、このソフトで生成したファイルを再生できるものはありますか？

それらの信号発生器は専用のソフトウェアを持っていますが、以下の測定器でも本ソフトで作成したファイルを再生できます。

- ・ R&S SMU200A
- ・ R&S SMJ100A
- ・ R&S SMATE200A
- ・ R&S AFQ100A
- ・ R&S AFQ100B
- ・ R&S SMBV100A

しかしながら、制限事項があります。

・いくつかの任意信号発生器のフルデジタル帯域 最大 600MHz まで、最大限利用できません。R&S IQ Converter のサンプルレートのリミットは、100MHz までです。

6 参考文献

[1] “Generating Interference Signals Using the R&S SFU-K37 Option”

Application Note 7BM50_1E, Rohde & Schwarz

[2] “Importing Data in ARB, Custom Digital Modulation and RF List Mode”

Application Note 1GP62_2E, Rohde & Schwarz

7 追加情報

アプリケーションノートは定期的に差替えとアップデートが行われます。弊社のサイトでご確認ください。

<http://www.rohde-schwarz.com> -> Downloads -> Application Notes -> 7BM79.

ソフトウェアのアップデートと、サンプル設定ファイルが入手できます。

このアプリケーションノートに関するご意見、ご希望などございましたら、つぎのアドレスまでご連絡ください。

Broadcasting-TM-Applications@rohde-schwarz.com

8 オーダー情報

Designation	Type	Order No.
R&S SFU		
ブロードキャスト・テスト・システム	R&S SFU	2110.2500.02
ARBジェネレータ	R&S SFU-K35	2110.7601.02
メモリ拡張 1	R&S SFU-B3	2110.7447.02
R&S SFE		
コンパクトTV信号発生器	R&S SFE	2112.4300.02
ARBジェネレータ	R&S SFE-K35	2113.4932.02
メモリ拡張	R&S SFE-B3	2112.4500.02
R&S SFE100		
TV信号発生器model02, 03	R&S SFE100	2112.4100.xx
ARBジェネレータ	R&S SFE100-K35	2113.4926.02
メモリ拡張	R&S SFE100-B3	2112.4400.02

ローデ・シュワルツについて

ローデ・シュワルツ・グループ(本社:ドイツ・ミュンヘン)は、エレクトロニクス分野に特化し、電子計測、放送、無線通信の監視・探知および高品質な通信システムなどで世界をリードしています。

75年以上前に創業し、世界70カ国以上で販売と保守・修理を展開している会社です。

ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社

本社/東京オフィス

〒160-0023 東京都新宿区西新宿 7-20-1

住友不動産西新宿ビル

TEL:03-5925-1288/1287 FAX:03-5925-1290/1285

神奈川オフィス

〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜 2-13-13

KM 第一ビルディング 8階

TEL:045-477-3570(代) FAX:045-471-7678

大阪オフィス

〒564-0063 大阪府吹田市江坂町 1-23-20

TEK 第2ビル 8階

TEL:06-6310-9651(代) FAX:06-6330-9651

サービスセンター

〒330-0075 埼玉県さいたま市浦和区針ヶ谷 4-2-20

浦和テクノシティビル 3階

TEL:048-829-8061 FAX:048-822-3156

E-mail: info.rsjp@rohde-schwarz.com

<http://www.rohde-schwarz.co.jp>



このアプリケーションノートと付属のプログラムは、ローデ・シュワルツ社のウェブサイトのダウンロード・エリアに記載されている諸条件に従ってのみ使用することができます。

掲載されている記事・図表などの無断転載を禁止します。

おことわりなしに掲載内容の一部お変更させていただくことがあります。あらかじめご了承ください。

ローデ・シュワルツ・ジャパン株式会社

〒160-0023 東京都新宿区西新宿 7-20-1 住友不動産西新宿ビル 27階

TEL:03-5925-1288/1287 FAX:03-5925-1290/1285

www.rohde-schwarz.co.jp