



Ellisys Expert Note | EEN\_BT02

Rev. B

# Bluetoothプロトコル・アナライザ機能紹介

## 使用環境に合わせた解析のTips

### はじめに

Ellisysが提供するBluetooth製品には、エンジニアが課題を効率的に理解し、設計や実装のパフォーマンスを最適化できるように設計された革新的な機能が搭載されています。このEllisysエキスパートノートでは、多くの機能を持つEllisys Bluetoothアナライザソフトウェアのいくつかを簡単に紹介しています。これらの機能の詳細については、ヘルプメニューにあるユーザーマニュアルを参照してください。

### 全体像

Ellisys社のアナライザは、BR/EDR、Bluetooth LE、Wi-Fi、スペクトラム情報、各種HCIインターフェース（SPI、UART、USB）、WPAN（802.15.4）、一般的な通信インターフェース（SPI、UART、I2C、WCI-2、SWD）を記録し、可視化、解析することができます。また、これらすべてを正確なタイミング情報とともに同期して記録できます。

ヒント: Ellisys Bluetoothアナライザソフトウェアに慣れるための最も簡単な方法は、実際のトレースファイルを開いて試してみることです。これらのトレースファイルサンプルは、FileメニューからLoad Sampleを選択して読み込むことができます。サンプルにはBR/EDRとBluetooth Low Energyの両方が含まれています。



なお、アナライザハードウェアのモデルや構成によって、サポートされている内容は多少異なります（詳細はユーザーマニュアルをご覧ください）。

Ellisys Bluetoothアナライザソフトウェアは、このような幅広い帯域のデータを扱うために、タイミング、プロトコル、無線情報、音声データ、HCIデータ、Wi-Fi、WPAN、スループット、統計情報、チャンネル毎の packets 品質、トポロジーなど、多岐にわたる分析に有効な解析機能を提供します。

アナライザソフトウェアを使用してアナライザを操作する代わりに、自動化APIまたはコマンド・ライン・インターフェース（CLI）を使用することができます。ダウンロードリンクについては、ユーザーマニュアルをご覧ください。

## Overviewウィンドウの機能

Overviewは、アナライザソフトウェアの中心となるウィンドウです。Overviewは、パケットレベルから複雑なプロトコルレベルまで、各階層レベルで表示するための様々な機能や設定用意されています。

例えば、Bluetooth無線通信とHCI(Host Controller Interface)通信を記録するような場合、Recording Optionsダイアログで選択するだけで、通信データはOverviewウィンドウに同時に表示されます。

記録したトラフィックタイプごとに「Overview」が存在します。トラフィックの種類には、BR/EDR、Bluetooth LE、HCIインターフェース（SPI、UART、USB、インジェクション）、汎用通信（I2C、UART、SPI、SWD）、Wi-Fi、WPAN（15.4）などがあります。なお、記録できるトラフィックタイプは、ハードウェアのモデルや構成に依存します。

プロトコルごとの表示、強力なテキストフィルタリング、検索、カラーリング、列の追加/削除/位置、タイミングの測定、さまざまな自動チェックと警告、サマリ情報など、非常に多くの設定が可能です。

図1は、BR/EDR Overviewのトラフィックを示しています。

ヒント: モデルや構成を確認するには、ハードウェアをコンピュータに接続し、“Help” → “About”の“serial number”タブを確認してください。

Time	Item	Communication	Status	Time delta	Packet...	Originator	Transmitter	Receiver	Applicat...
10.828 963 250	L2CAP Bluetooth SDP (0x0004, 0x0004) → L2CAP (0x0004, 0x0004)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	4.437 560 425	7988	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	LMP
10.833 213 375	LMP Features Exchange (49 Features + 30 Features)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.006 260 125	7108	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	LMP
10.842 714 625	LMP LMP Version Exchange (Master: 2.1 + Slave: 2.1)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.007 501 250	7120	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	LMP
10.861 463 750	LMP Host Connection (Accepted)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.138 749 125	7130	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	LMP
10.877 090 125	LMP LMP Set Complete	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.015 626 375	7135	Slave	Slave: "theadst..."	Master: "teleshop..."	LMP
10.890 214 250	LMP Set AFH (79, 0x047932, as CLK(27-0)) OUI(0E7014, AFH enabled)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.013 124 125	7136	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	LMP
11.041 466 125	LMP Max Slot (3 slots + 3.125 ms)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.151 251 875	7148	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	LMP
11.042 717 125	LMP Max Slot Request (3 slots + 3.125 ms - Accepted)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.001 251 000	7170	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	LMP
11.043 966 250	LMP Auto Rate	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.001 249 125	7172	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	LMP
11.044 991 875	LMP Auto Rate	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.000 423 625	7173	Slave	Slave: "theadst..."	Master: "teleshop..."	LMP
11.046 216 250	L2CAP Connection (0x0004, 0x0004) → L2CAP (0x0004, 0x0004)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.000 024 216	7174	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	L2CAP
11.046 842 000	LMP Page Scan Mode (Standby scheme, R1 + Accepted)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.000 625 750	7175	Slave	Slave: "theadst..."	Master: "teleshop..."	LMP
11.047 092 000	LMP Max Slot (3 slots + 3.125 ms)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.001 260 000	7177	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	LMP
11.048 342 000	LMP Timing Accuracy Transaction (250 ppm, 1000 - 10 us)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.001 250 000	7179	Slave	Slave: "theadst..."	Master: "teleshop..."	LMP
11.058 966 500	LMP Timing Accuracy Transaction (250 ppm, 1000 - 10 us)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.010 024 500	7196	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	LMP
11.075 842 750	LMP Features Exchange (30 Features + 49 Features)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.016 876 250	7223	Slave	Slave: "theadst..."	Master: "teleshop..."	LMP
11.081 466 750	L2CAP Configure (0x0004, 0x0004, 0x0004, 0x0004) → L2CAP (0x0004, 0x0004) → Infinite amount of retransmissions (0x0004)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.005 024 000	7232	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	L2CAP
11.085 216 250	LMP Clock Offset Transaction (0x0004)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.003 750 000	7238	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	LMP
11.086 466 875	LMP Supervision Timeout (1200 slots + 7.000 s (7.000 s))	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.001 250 125	7240	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	LMP
11.099 992 750	L2CAP Configure (0x0004, 0x0004, 0x0004, 0x0004) → L2CAP (0x0004, 0x0004)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.013 125 875	7261	Slave	Slave: "theadst..."	Master: "teleshop..."	L2CAP
11.103 967 000	L2CAP Service Search Transaction (Headset: 0x00001000)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.004 374 250	7268	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	L2CAP
11.141 467 625	L2CAP Increase Power Request	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.037 500 625	7270	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	L2CAP
11.146 467 625	L2CAP Service Attribute Transfer (0x00001000: Headset Generic Audio L2CAP RFCOMM Ch 2 Headset V1.0)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.005 000 000	7275	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	L2CAP
11.186 468 125	L2CAP Service Search Transaction (Audio Sink: 0x00001000)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.040 000 500	7332	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	L2CAP
11.227 718 750	L2CAP Service Attribute Transfer (0x00001000: Audio Sink L2CAP AICTP V1.0 Advanced Audio Distribution V1.0)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.041 250 625	7338	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	L2CAP
11.232 969 000	L2CAP Service Search Transaction (AV Remote Control Target)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.026 250 250	7396	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	L2CAP
11.295 219 750	L2CAP Service Search Transaction (AV Remote Control: 0x00002000)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.041 250 750	7424	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	L2CAP
11.313 969 875	L2CAP Service Attribute Transfer (0x00001000: AV Remote Control L2CAP AICTP V1.0 AV Remote Control V1.0)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.018 750 125	7461	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	L2CAP
11.340 970 500	L2CAP Service Search Transaction (Hands-Free: 0x00001000)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.020 000 625	7463	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	L2CAP
11.372 721 000	L2CAP Increase Power Request	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.043 750 500	7467	Slave	Slave: "theadst..."	Master: "teleshop..."	L2CAP
11.391 470 875	L2CAP Service Attribute Transfer (0x00001000: Hands-Free Generic Audio L2CAP RFCOMM Ch 1 Hands-Free V1.0)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.003 748 875	7503	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	L2CAP
11.438 971 625	L2CAP Disconnection (0x0004, 0x0004) → L2CAP (0x0004, 0x0004)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.047 500 750	7537	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	L2CAP
11.891 477 875	LMP Preferred Rate PRR (Use 1 slot packets, 0x0004, 0x0004) → LMP (0x0004, 0x0004)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.452 506 250	7651	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	LMP
11.897 103 750	LMP Preferred Rate PRR (Use 1 slot packets, 0x0004, 0x0004) → LMP (0x0004, 0x0004)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.005 625 875	7660	Slave	Slave: "theadst..."	Master: "teleshop..."	LMP
14.734 017 875	LMP Authentication Transaction (EC EA 18 9A 61 E4 37 8B 82 CF 24 F7 7A 42 8D + DC78F933)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	2.836 914 125	7907	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	LMP
14.814 017 875	LMP Encryption Mode (Encryption - Accepted)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.080 000 000	7953	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	LMP
14.828 303 875	LMP Encryption Key Size (7 bytes + Accepted)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.014 376 000	7992	Slave	Slave: "theadst..."	Master: "teleshop..."	LMP
14.842 768 250	LMP Start Encryption Request (03 81 91 AC 96 AC 97 95 BC F6 67 C1 8C E4 C)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.014 374 375	7995	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	LMP
14.880 994 000	LMP Accepted LMP Start Encryption Request	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.038 126 500	8017	Slave	Slave: "theadst..."	Master: "teleshop..."	LMP
14.889 019 000	L2CAP Connection (0x0004, 0x0004) → L2CAP (0x0004, 0x0004)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.008 214 250	8030	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	L2CAP
14.962 720 000	L2CAP Configure (0x0004, 0x0004, 0x0004, 0x0004) → L2CAP (0x0004, 0x0004)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.073 751 000	8082	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	L2CAP
14.969 645 625	L2CAP Configure (0x0004, 0x0004, 0x0004, 0x0004) → L2CAP (0x0004, 0x0004)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.006 875 625	8093	Slave	Slave: "theadst..."	Master: "teleshop..."	L2CAP
15.014 020 625	A2DP Discover Command (0x0004, 0x0004, 0x0004, 0x0004) → A2DP (0x0004, 0x0004)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.044 375 000	8132	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	A2DP
15.099 021 750	A2DP Get Capabilities (0x0004, 0x0004) → A2DP (0x0004, 0x0004)	Master: "teleshop" 00:02:76:18:10:65 <-> Slave: "theadst" 00:15:70:01:82:80 OK	OK	0.085 001 125	8180	Master	Master: "teleshop..."	Slave: "theadst..."	A2DP

図1 BR/EDR Overview

ヒント: Overviewで右クリックをして、オプションや選択項目を探してみてください。Item列に表示されている、括弧内の統計情報に注目してください。これは、どのような情報が交換されているのかわ知るための簡単なヒントになります。

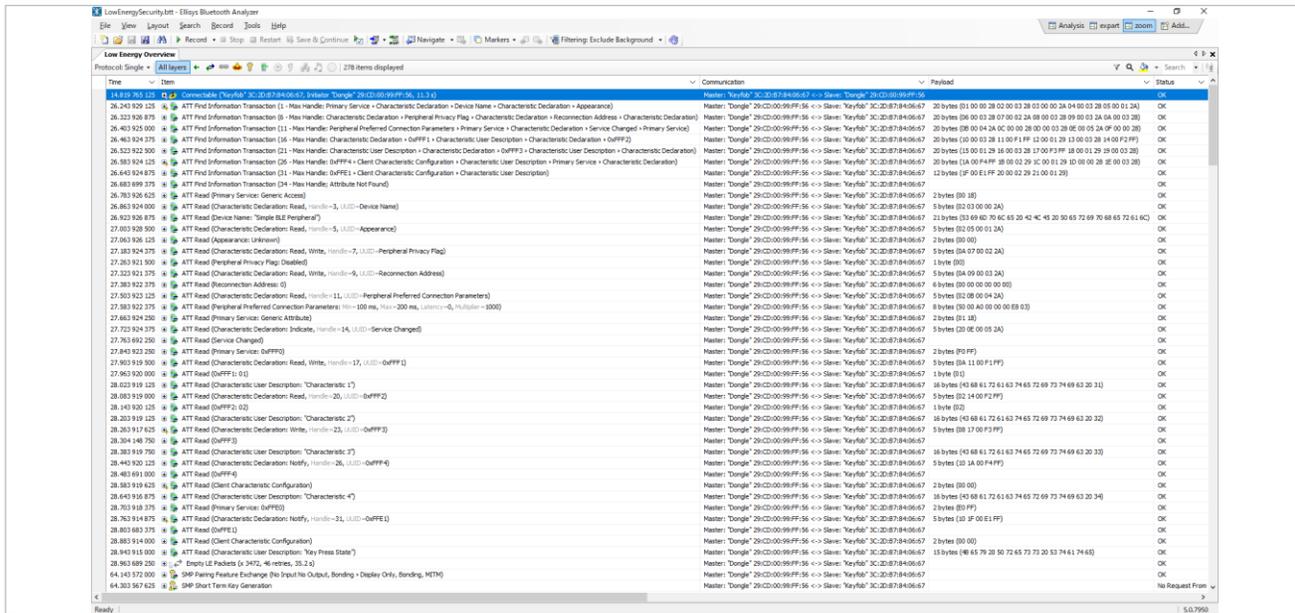


図2 Bluetooth Low Energy

図2は、Bluetooth Low Energy Overviewを示しています。Overviewは読みやすいように作られています。トラフィックはプロトコルごとに階層化されています。ツリーノードに移動することで、プロトコルの積み重なりを簡単に確認することができます。Packets、Baseband、L2CAP、Link Layerの各フィルタも用意されています。

図3を見てみましょう。BR/EDRのAT HFPトランザクションは、ATコマンド、ATレスポンス、ATハンドシェイクで構成されていることがわかります。各ATパケットは、BasebandのL2CAPに属するRFCOMMフレームを使って伝送されます。この積み重なりは、BR/EDR Overviewで非常にわかりやすく見ることができます。

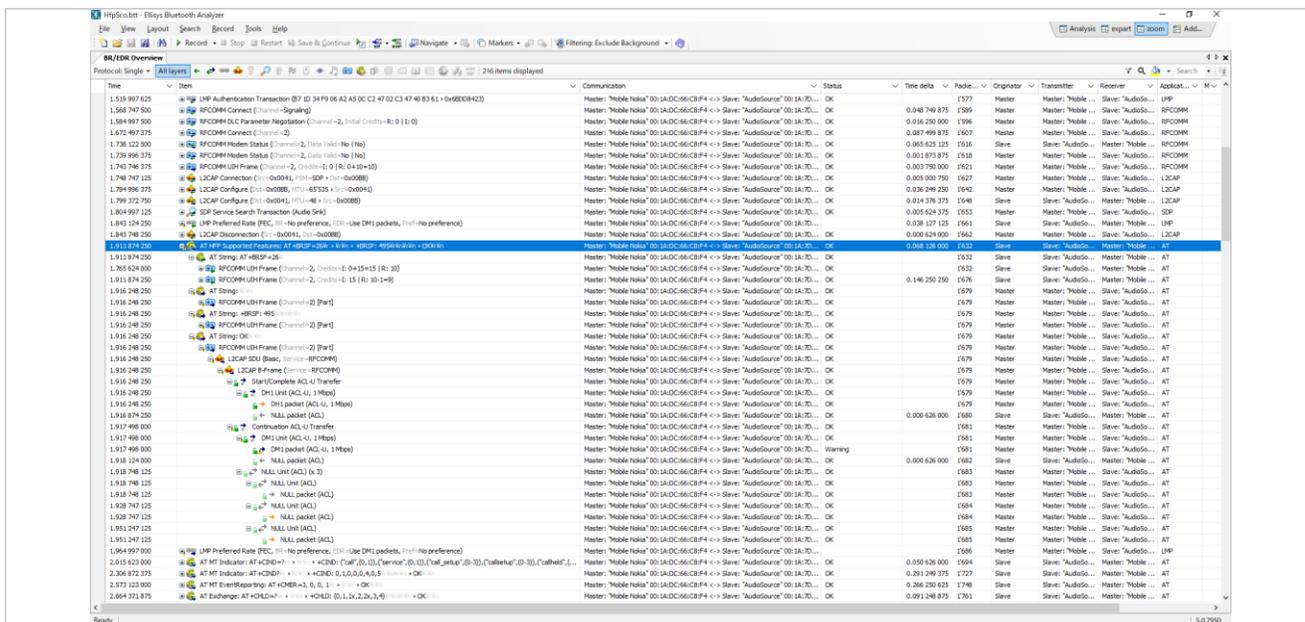


図3 AT BR/EDR Tree Node構造

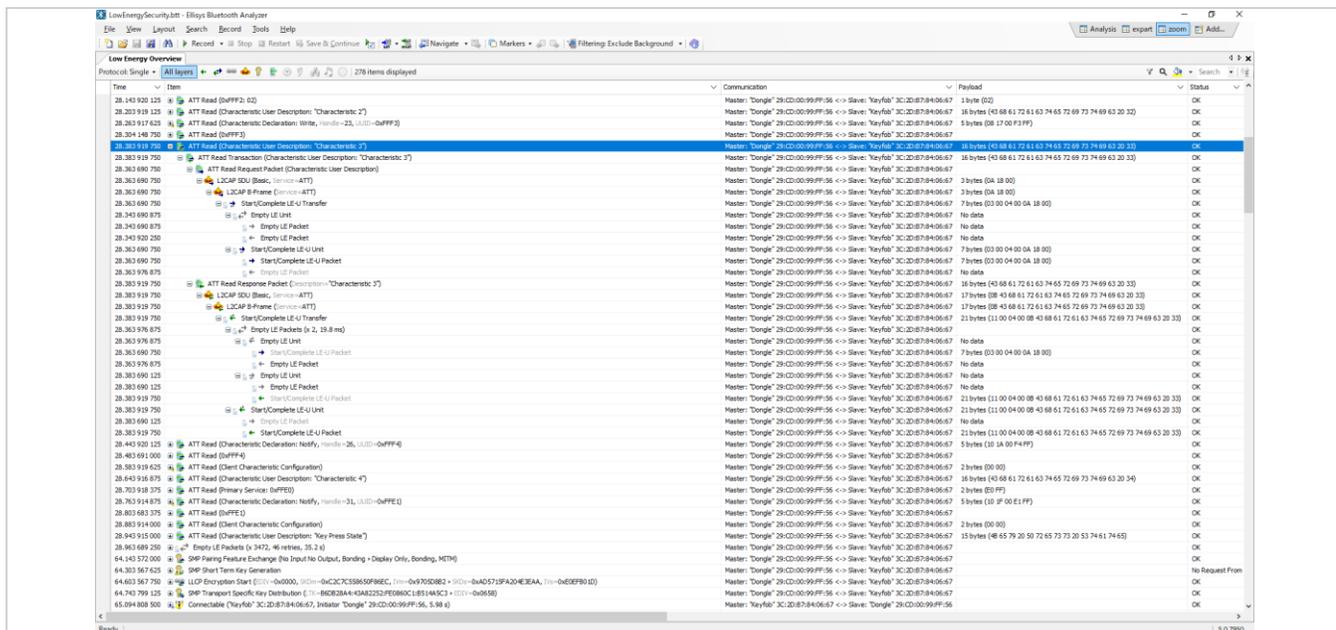


図4 Low Energy ATTリクエスト Tree Node構造

ヒント: ツリーをクリックして、L2CAPやLink Layer、packets-onlyなどの異なるプロトコル層を選択すると、Detailsウィンドウの階層レベルもそれに従います。つまり、パケットを選択した場合、Detailsウィンドウ（次のセクションで説明）にはパケットの要素が表示され、ATTトランザクションを選択した場合、Detailsウィンドウにはリクエストとレスポンス（該当する場合）が表示され、リクエストのみを選択した場合、Detailsウィンドウにはリクエストのみが表示されます。

少し試してみると、直感的で分かりやすい操作ができると思います。

以下の説明では、時計と携帯電話の間のATTトラフィックを含むサンプルトレース”LowEnergySecurity.btt”を使用します（図4参照）。図3と同様に、Bluetooth Low Energyのツリー構造に注目してください。

表示される階層構造には、（必要に応じて）リクエスト／レスポンスのペアを含む層があることに注意してください。トランザクションの個々の部分は、図4に示すように、ツリーを開くことで見ることができます。また、この最上位の行には、その階層内に何があるのかについてカッコ内に統計情報のヒントが含まれており、時間を節約できる可能性があることにも注意してください。この最上位の行を削除して、リクエストレスポンスのペアを最上位の要素として表示することもできます。これは、Overviewの左上にあるProtocolドロップダウンメニューのGroup Transactionsの選択を解除することで可能です。

## Detailsウィンドウ

Overview で選択した列は、Detailsウィンドウで詳細を確認することができます。次のスクリーンショットは、ATT Write Request (図5参照) の詳細と、その下の関連するATT Responseを示しています。ご覧の通り、ATT Write Requestだけでなく、下位レイヤ (RF、Link Layer、L2CAPなど) も表示されています。

デフォルトではより細かな情報は折りたたまれ要約されていますが、これらの行を展開して細部まで確認することができます。選択されたATT Write Requestを詳しく見てみると、下位層の項目 (RSSI、RF channel、encryption、retransmission statistics、timingsなど) が最上部にあり、その下にL2CAPレイヤを経て、最下部に上位層であるプロトコル (ATT) まで、多くの情報が表示されています。

ATT Write Responseは、ATT Write Requestと同様に詳細に記述されています。返信されたATT Write Responseを効果的に表示していますが、ご存知のように、Link Layerが非常に柔軟なプロトコルであり、この動的プロトコルを記述するために多くのフィールドが必要です。

図5に表示されているDetailsウィンドウはやや省略されています。デフォルトでは、Ellisysソフトウェアは最も関連性の高い情報のみを表示し、CRC、lengths、reserved fieldsなど、一般的に理解するのに有用ではない情報は隠します。もちろん、これらの隠しフィールドは必要に応じて表示することができます (DetailsツールバーのAll Fieldsトグルを参照) 、そこに何か問題があれば自動的に表示されません (例えば、不正なCRCを見逃すことはありません) 。

図6では、同じATT Write Responseイベントをすべてのフィールドを有効にして表示しています。灰色の線は、デフォルトで非表示になっているものです。

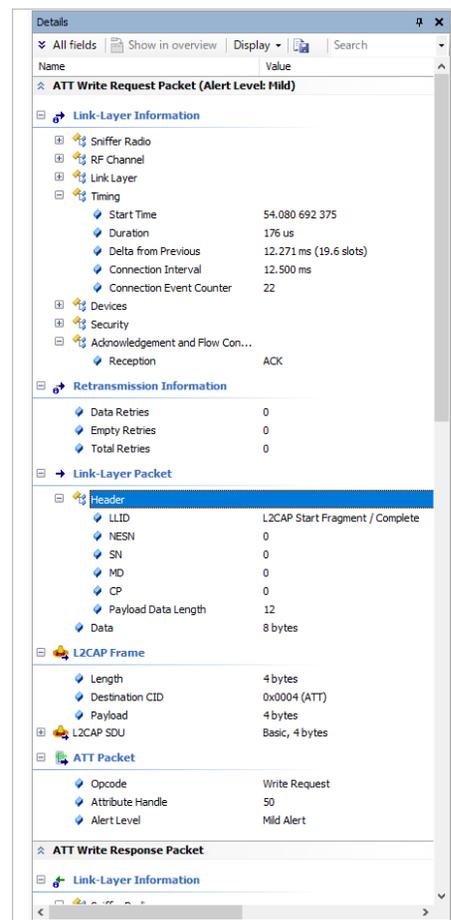


図5 Detailsウィンドウ

## Overviewのプロトコルツールバー

図5および図6に示すように、Detailウィンドウでは、すべてのプロトコルが1つのウィンドウに表示されます。これは、イベントの順序やプロトコルの相互関係を理解するのに非常に便利です。例えば、ATT request、L2CAP connection、ATT responseの内容などATTのデータを簡単に見ることができます。しかし、時には、特定のプロトコルや特定の特性を持つトラフィックに焦点を当てる必要があります。

このような場合には、このセクションで説明するOverviewのプロトコルツールバーと次のセクションで説明するインスタントフィルタの2つの機能が非常に便利です。

プロトコルツールバーは、各Overviewウィンドウの上部にあり、特定のOverviewの特性に合わせてカスタマイズされています。これは、各protocol、L2CAP、Security Manager Protocol (SMP)、RFCOMMなどのBluetoothプロトコルや、Link Layer、

baseband, packetsなどの フィルタレベルを切り替えるのに非常に便利です。

デフォルトでは、**All Layers**ボタンが有効になっており、すべてのプロトコルレイヤーが表示されます。イベントの全体的な流れを理解するには非常に便利な機能ですが、時には、一つのプロトコルレイヤーに焦点を当てることの方が有効な場合もあります。

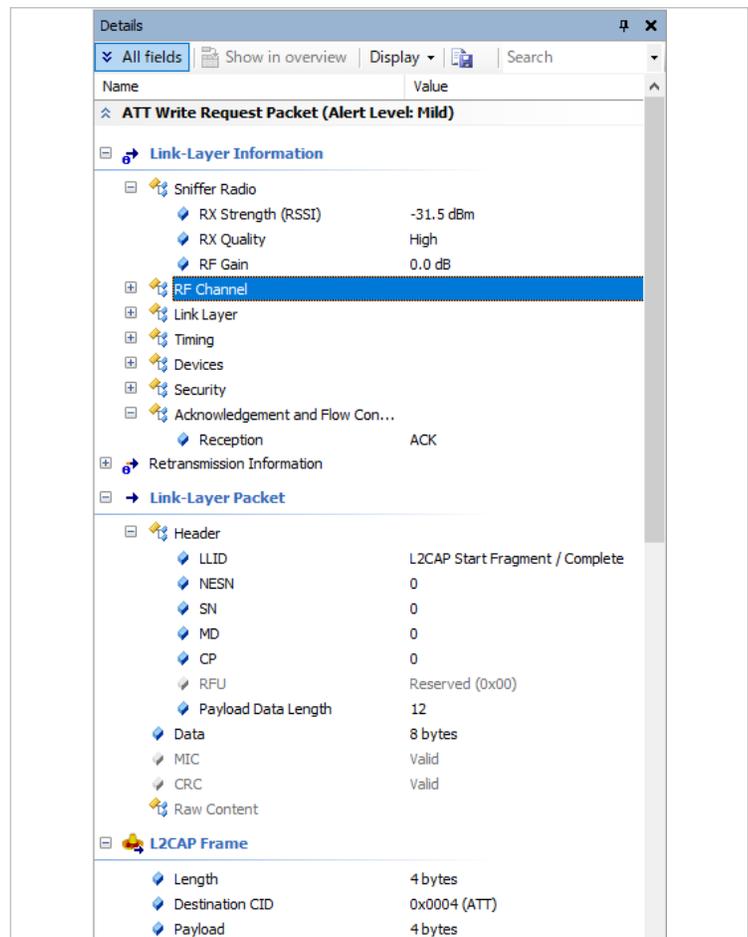
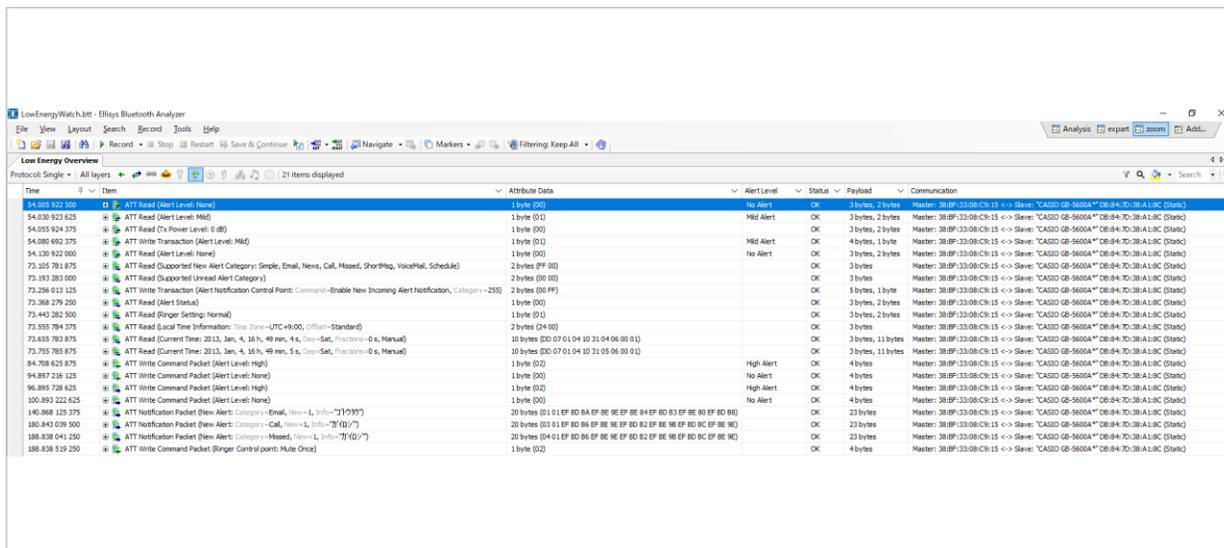


図6 Detailsウィンドウ (拡大)

ヒント: “Originator”、“Transmitter”、および/または“Receiver”フィールドをOverview列に追加すると、デバイスの役割を一目で確認することができます（必要に応じてこれらを色分けすることもできます）。これは、Detailsウィンドウからフィールドをドラッグして（上部に表示されるLink-Layer Information内のDevicesセクションにこれらの項目が含まれています）、Overviewにドロップするか、Overviewのヘッダを右クリックして、必要なフィールドを選択することで行えます。

また、後述するInstant Timingウィンドウでは、選択したパケットやトランザクションがハイライト表示され、確認したいパケットにカーソルを当てると、多くの情報がポップアップ表示されます。



LowEnergyWatch.bt - Ellisy Bluetooth Analyzer

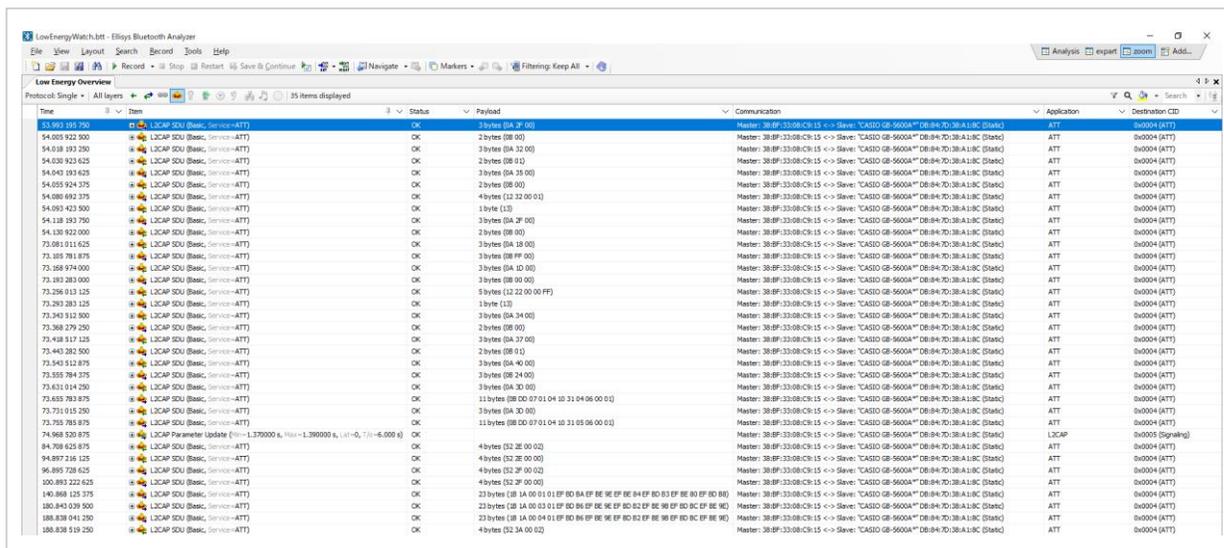
Protocol: Single | All layers | 21 items displayed

Time	Item	Attribute Data	Alert Level	Status	Payload	Communication
54.000 922 500	ATT Read (Alert Level: None)	1 byte (00)	No Alert	OK	3 bytes, 2 bytes	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
54.030 923 625	ATT Read (Alert Level: MSB)	1 byte (01)	Mid Alert	OK	3 bytes, 2 bytes	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
54.055 924 375	ATT Read (TV Power Level: 0dB)	1 byte (00)	No Alert	OK	3 bytes, 2 bytes	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
54.080 925 375	ATT Write Transaction (Alert Level: MSB)	1 byte (01)	Mid Alert	OK	4 bytes, 1 byte	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
54.130 922 000	ATT Read (Alert Level: None)	1 byte (00)	No Alert	OK	3 bytes, 2 bytes	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
73.105 781 875	ATT Read (Supported New Alert Category: Simple, Email, News, Call, Missed, ShortMsg, Voicemail, Schedule)	2 bytes (FF 00)	No Alert	OK	3 bytes	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
73.193 283 000	ATT Read (Supported Unread Alert Category)	2 bytes (00 00)	No Alert	OK	3 bytes	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
73.236 613 125	ATT Write Transaction (Alert Notification Control Point: Command-Enable New Incoming Alert Notification, Category=255)	2 bytes (00 FF)	No Alert	OK	3 bytes, 1 byte	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
73.368 279 200	ATT Read (Alert Status)	1 byte (00)	No Alert	OK	3 bytes, 2 bytes	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
73.443 282 500	ATT Read (Pinger Setting: Normal)	1 byte (01)	No Alert	OK	3 bytes, 2 bytes	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
73.555 794 375	ATT Read (Local Time Information: Time Zone=UTC+9:00, Offset=Standard)	2 bytes (24 00)	No Alert	OK	3 bytes	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
73.655 783 875	ATT Read (Current Time: 2013, Jan, 4, 16h, 49 min, 5s, TimeSat, Fraction=0s, Manual)	10 bytes (D0 07 01 04 10 31 04 06 00 0 0)	No Alert	OK	3 bytes, 11 bytes	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
73.755 785 875	ATT Read (Current Time: 2013, Jan, 4, 16h, 49 min, 5s, TimeSat, Fraction=0s, Manual)	10 bytes (D0 07 01 04 10 31 05 06 00 0 0)	No Alert	OK	3 bytes, 11 bytes	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
84.708 625 875	ATT Write Command Packet (Alert Level: High)	1 byte (02)	High Alert	OK	4 bytes	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
94.897 216 125	ATT Write Command Packet (Alert Level: None)	1 byte (00)	No Alert	OK	4 bytes	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
96.895 728 625	ATT Write Command Packet (Alert Level: High)	1 byte (02)	High Alert	OK	4 bytes	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
100.893 222 625	ATT Write Command Packet (Alert Level: None)	1 byte (00)	No Alert	OK	4 bytes	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
140.868 125 375	ATT Notification Packet (New Alert Category: Email, New=1, Info="12345")	20 bytes (01 01 EF BD BA EF BE FE EF BE EF BD E3 EF BE EF BD 80)	No Alert	OK	23 bytes	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
180.843 039 500	ATT Notification Packet (New Alert Category: Call, New=1, Info="7890")	20 bytes (01 01 EF BD BA EF BE FE EF BE EF BD E2 EF BE EF BD BC EF BE FE)	No Alert	OK	23 bytes	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
180.838 041 250	ATT Notification Packet (New Alert Category: Missed, New=1, Info="7890")	20 bytes (04 01 EF BD BA EF BE FE EF BE EF BD E2 EF BE EF BD BC EF BE FE)	No Alert	OK	23 bytes	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)
180.838 519 250	ATT Write Command Packet (Pinger Control point: Mute On)	1 byte (02)	No Alert	OK	4 bytes	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)

図7 プロトコルツールバー

例えば、ATTレベルで何が行われているかを確認したい場合、ATTボタンをクリックするだけで、すぐにこのような画面が表示されます (図7参照)。

次に、L2CAPだけを見たいとします。L2CAPボタンをクリックすると、次のような画面が表示されます (図8参照)。既にお気づきだと思いますが、列に表示する項目はプロトコルに依存せずに自由に設定可能です。これは、複数のプロトコルを同時に解析する際に非常に便利な機能です。



LowEnergyWatch.bt - Ellisy Bluetooth Analyzer

Protocol: Single | All layers | 59 items displayed

Time	Item	Status	Payload	Communication	Application	Destination CID
53.993 185 250	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	3 bytes (BA 3F 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
54.005 922 500	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	2 bytes (08 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
54.038 193 250	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	3 bytes (BA 32 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
54.030 923 625	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	2 bytes (08 01)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
54.043 193 625	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	3 bytes (BA 30 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
54.055 924 375	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	2 bytes (08 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
54.080 925 375	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	4 bytes (12 32 00 01)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
54.093 423 500	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	1 byte (13)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
54.118 193 750	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	3 bytes (BA 3F 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
54.130 922 000	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	2 bytes (08 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
73.081 011 625	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	3 bytes (BA 18 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
73.105 781 875	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	3 bytes (08 FF 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
73.168 794 000	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	3 bytes (BA 10 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
73.193 283 000	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	3 bytes (08 00 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
73.236 613 125	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	5 bytes (12 32 00 00 FF)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
73.293 283 125	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	1 byte (13)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
73.343 193 900	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	3 bytes (BA 34 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
73.368 279 250	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	2 bytes (08 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
73.438 517 125	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	3 bytes (BA 37 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
73.443 582 500	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	2 bytes (08 01)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
73.543 193 875	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	3 bytes (BA 40 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
73.555 784 375	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	3 bytes (08 24 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
73.631 014 250	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	3 bytes (BA 3D 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
73.655 783 875	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	11 bytes (08 00 07 01 04 10 31 04 06 00 0 0)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
73.711 015 500	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	3 bytes (BA 3D 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
73.755 785 875	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	11 bytes (08 00 07 01 04 10 31 05 06 00 0 0)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
74.968 520 875	L2CAP Parameter Update (Min=1,370000s,Max=1,390000s,Len=0,7h=6,000s)	OK	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	L2CAP	0x0005 (Spp/mfg)	
84.708 625 875	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	4 bytes (32 30 00 02)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
94.897 216 125	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	4 bytes (32 30 00 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
96.895 728 625	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	4 bytes (32 3F 00 02)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
100.893 222 625	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	4 bytes (32 3F 00 00)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
140.868 125 375	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	23 bytes (08 1A 00 01 01 EF BD BA EF BE FE EF BE EF BD E3 EF BE EF BD 80 EF BD 80)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
180.843 039 500	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	23 bytes (08 1A 00 01 01 EF BD BA EF BE FE EF BE EF BD E2 EF BE EF BD BC EF BE FE)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
180.838 041 250	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	23 bytes (08 1A 00 01 01 EF BD BA EF BE FE EF BE EF BD E2 EF BE EF BD BC EF BE FE)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)
180.838 519 250	L2CAP SU (Basic Service-ATT)	OK	4 bytes (32 3A 00 02)	Master: 38:BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:3E:A1:8C (Static)	ATT	0x0004 (ATT)

図8 プロトコルツールバー (L2CAPのみ)

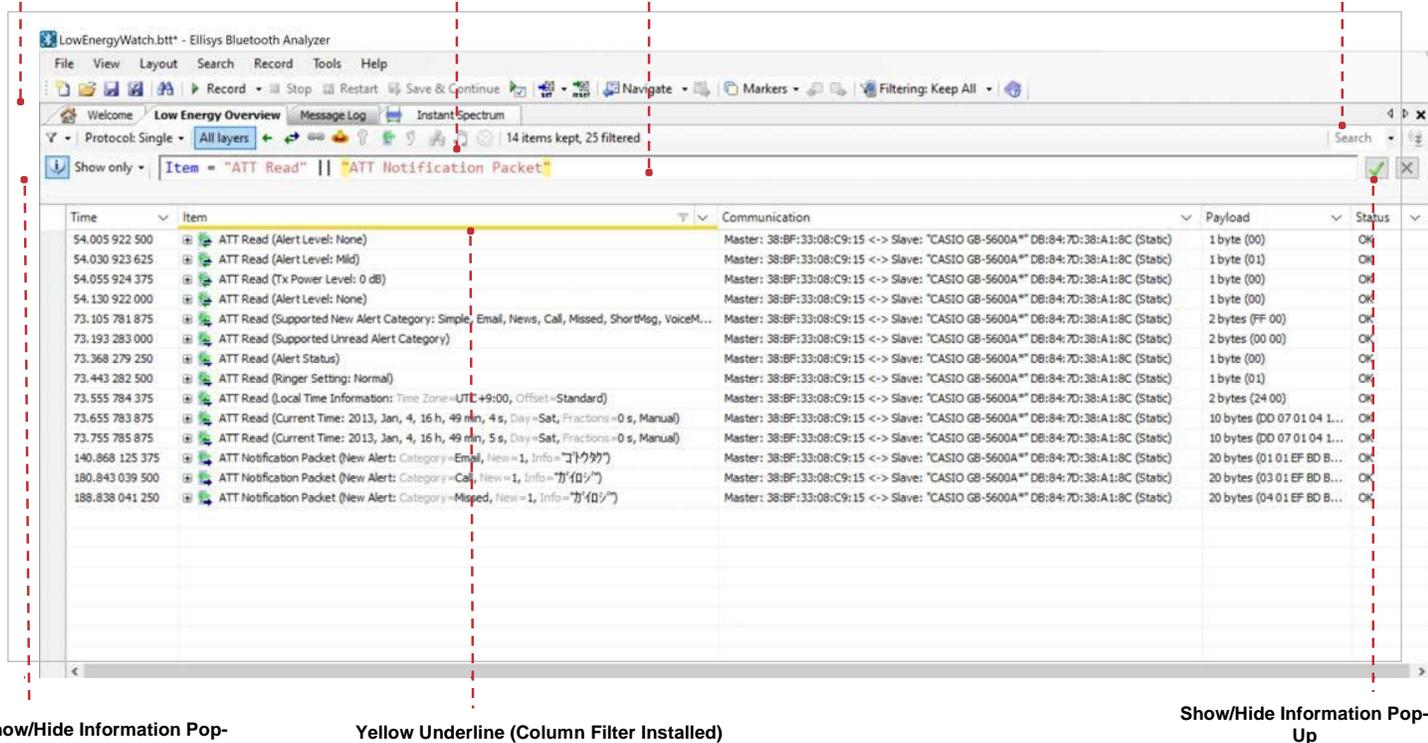
ヒント：ドロップダウンメニューで、選択したプロトコルのみを表示するか、複数のプロトコルを組み合わせるかを指定することができます。

Edit Filter Query and Settings Drop-Down

Filter Query Box

Create Filter (Column)

Enact Filter Query



LowEnergyWatch.btt\* - Ellisys Bluetooth Analyzer

File View Layout Search Record Tools Help

Welcome Low Energy Overview Message Log Instant Spectrum

Protocol: Single All layers 14 items kept, 25 filtered

Show only Item = "ATT Read" || ATT Notification Packet

Time	Item	Communication	Payload	Status
54.005 922 500	ATT Read (Alert Level: None)	Master: 38-BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:38:A1:8C (Static)	1 byte (00)	OK
54.030 923 625	ATT Read (Alert Level: Mild)	Master: 38-BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:38:A1:8C (Static)	1 byte (01)	OK
54.055 924 375	ATT Read (Tx Power Level: 0 dB)	Master: 38-BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:38:A1:8C (Static)	1 byte (00)	OK
54.130 922 000	ATT Read (Alert Level: None)	Master: 38-BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:38:A1:8C (Static)	1 byte (00)	OK
73.105 781 875	ATT Read (Supported New Alert Category: Simple, Email, News, Call, Missed, ShortMsg, VoiceM...)	Master: 38-BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:38:A1:8C (Static)	2 bytes (FF 00)	OK
73.193 283 000	ATT Read (Supported Unread Alert Category)	Master: 38-BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:38:A1:8C (Static)	2 bytes (00 00)	OK
73.368 279 250	ATT Read (Alert Status)	Master: 38-BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:38:A1:8C (Static)	1 byte (00)	OK
73.443 282 500	ATT Read (Ringer Setting: Normal)	Master: 38-BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:38:A1:8C (Static)	1 byte (01)	OK
73.555 784 375	ATT Read (Local Time Information: Time Zone=UTC+9:00, Offset=Standard)	Master: 38-BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:38:A1:8C (Static)	2 bytes (24 00)	OK
73.655 783 875	ATT Read (Current Time: 2013, Jan, 4, 16 h, 49 min, 4 s, Day=Sat, Fractions=0 s, Manual)	Master: 38-BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:38:A1:8C (Static)	10 bytes (DD 07 01 04 1...	OK
73.755 785 875	ATT Read (Current Time: 2013, Jan, 4, 16 h, 49 min, 5 s, Day=Sat, Fractions=0 s, Manual)	Master: 38-BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:38:A1:8C (Static)	10 bytes (DD 07 01 04 1...	OK
140.868 125 375	ATT Notification Packet (New Alert: Category=Email, New=1, Info="コク効")	Master: 38-BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:38:A1:8C (Static)	20 bytes (01 01 EF BD B...	OK
180.843 039 500	ATT Notification Packet (New Alert: Category=Call, New=1, Info="ガバシ")	Master: 38-BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:38:A1:8C (Static)	20 bytes (03 01 EF BD B...	OK
188.838 041 250	ATT Notification Packet (New Alert: Category=Missed, New=1, Info="ガバシ")	Master: 38-BF:33:08:C9:15 <-> Slave: "CASIO GB-5600A" DB:84:7D:38:A1:8C (Static)	20 bytes (04 01 EF BD B...	OK

Show/Hide Information Pop-... Yellow Underline (Column Filter Installed) Show/Hide Information Pop-Up

図9 インスタントフィルタ

## インスタントフィルタ

このツールを使いこなすためには、アプリケーションソフトウェア内のさまざまなフィルタ機能を理解することが重要です。ユーザーマニュアル (**Help > User Guide**) では、フィルタリングのアプローチについて詳しく説明しています。

お客様が使用する最も一般的なフィルタの1つがインスタントフィルタで、選択されたOverviewを操作します。これらのフィルタは、Overviews列の上部にあるフィルタクエリボックスに、クエリベースのテキスト入力欄として表示されます。図9を参照してください。

インスタントフィルタは非常に強力で、さまざまな演算子、比較演算子、式を使用して、記録中または保存されたトレースファイルから確認したい情報を効率的かつ正確に見つけて表示することができます。これらのフィルタを作成する際には、フィルタクエリボックスにカーソルを当てることで便利なポップアップが表示されます。図10をご覧ください。

Enter a query to quickly match lines based on criteria for any column in the overview or any field in the Details view.

Create complex combinations using &&, || operators and =, !=, <, >, <=, >= comparators. Values can be numbers, texts in double quotes or computations using other fields. Texts can contain a star to represent any character.

Terms separated by comma must all match at least one value. Exclamation mark can be used before values to create a NOT condition.

**Syntax**  
 Field or column name = [!]value[,value,...], Another field = [!]value[,value,...]  
 where value is "text" or numbers 123, 0xABCD, 0b010101 or data 0x[A1 B2 C3 \*] and terms can be in parentheses separated by || or && instead of comma.

**Examples**  
 Item = "Text\*" matches lines where Item column starts with Text  
 Item = !\*"Text\*" excludes lines where Item column contains Text  
 Status = "OK" matches lines where Status column is exactly OK  
 Foo = 1, 0x03, 7..10 matches lines where Foo is either 1, 3, 7, 8, 9 or 10  
 Foo >= 0x0F << 2, 4+5 && (Bar = 1 || Status != "OK") lines where Foo is bigger than 9 and either Bar is 1 or Status is not OK  
 Payload = 0x[0A 0B 0C \*] matches lines where Payload first 3 bytes are 10, 11, 12

**OK, got it** (Click anywhere to hide this popup. To show it again, use the toolbar info button)

図10 インスタントフィルタ ポップアップガイド

フィルタは、お気に入りとして保存したり、コメントつけたりを付けたりすることができます。フィルタの対象となるデータや情報は、アクティブなOverviewまたはDetailsウィンドウですが、フィルタのクエリ式で使用するためにDetailsウィンドウのフィールドをOverviewsウィンドウに配置する必要はありません。

インスタントフィルタは、シンプルなテキストパターンに基づいており、ワイルドカード（\*）を含むさまざまな一般的な演算子を使用できます。フィルタは、フィルタクエリボックスへ式を入力して作成することも、Overviewの列と行の交点を右クリックして作成することもできます。

ヒント: オートコンプリート機能を使えば、特定の packets タイプやコマンドなどを覚える必要はありません。フィルタのクエリボックスに入力を開始すると、アプリケーションがオプションを提案してくれます。

簡単な例を見てみましょう。ATTコマンドだけを残したいが、さらにATT Readのトラフィックだけフィルタリングしたい。そんなときはItem欄のInstant Filterボックスに“ATT Read”と入力します。

**Item = " ATT Read "**

これにより、**図11に示す**ように、“ATT Read ”で始まるすべての行が保持／表示されます。

また、NOT記号（!）を使ってトラフィックを除外することも可能で、例えば“!**att**”と入力します。これにより、att で始まる行を除外/非表示にし、その他のトラフィックはすべて表示されます。

**Item != " ATT "**

別の用語をフィルタに含める場合は、カンマ区切りを追加してください。

**Item != "ATT","SMP "**

数値列では範囲指定が可能です。範囲は、start..stopのように指定します（ピリオド2つで区切ります）。例えば、0秒から1秒の間に発生したItemを保持／表示するには、Time列のインスタントフィルタボックスに“**0..1**”と入力するだけです。

その他の例や追加の詳細については、ユーザーマニュアルを参照してください。

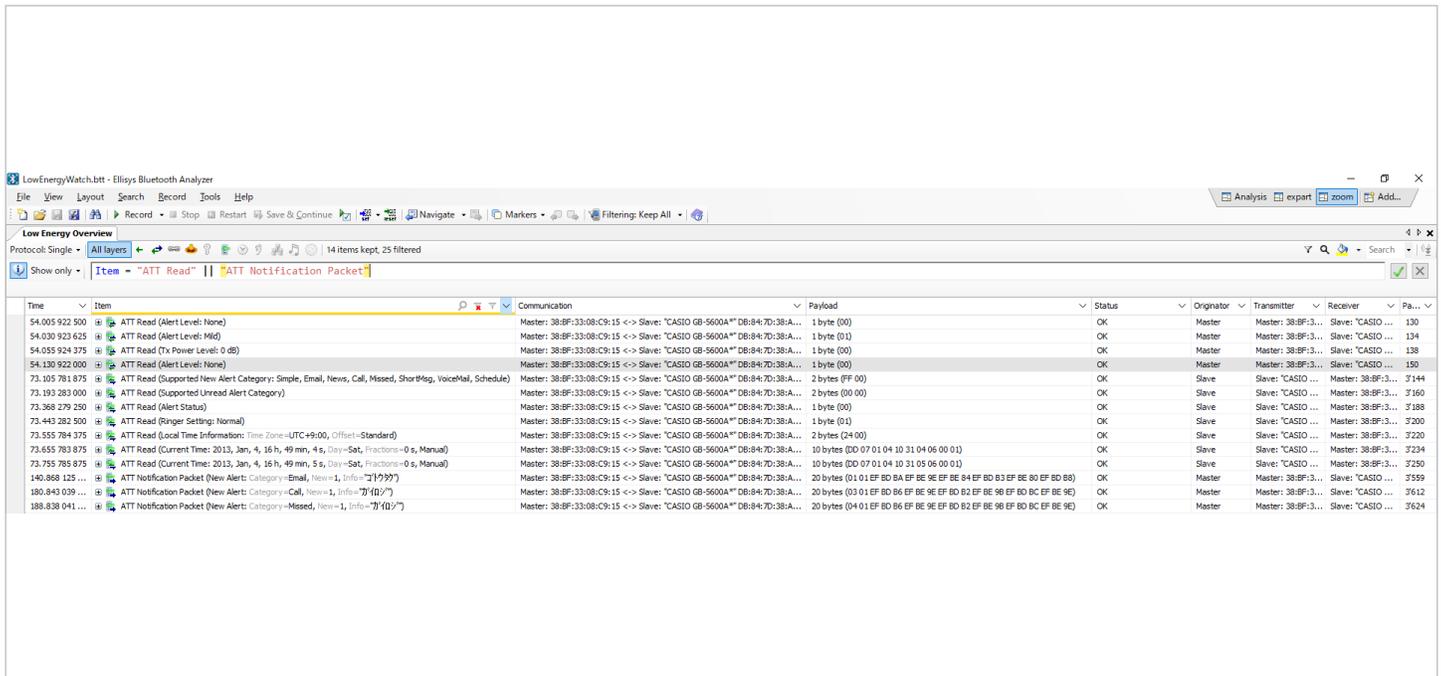


図11 インスタントフィルタ

ヒント: フィルタを指定する簡単な方法は、任意のカラムで右クリックして表示されるメニューから、Keep (保持) またはExclude(除外)の項目を選択することです。

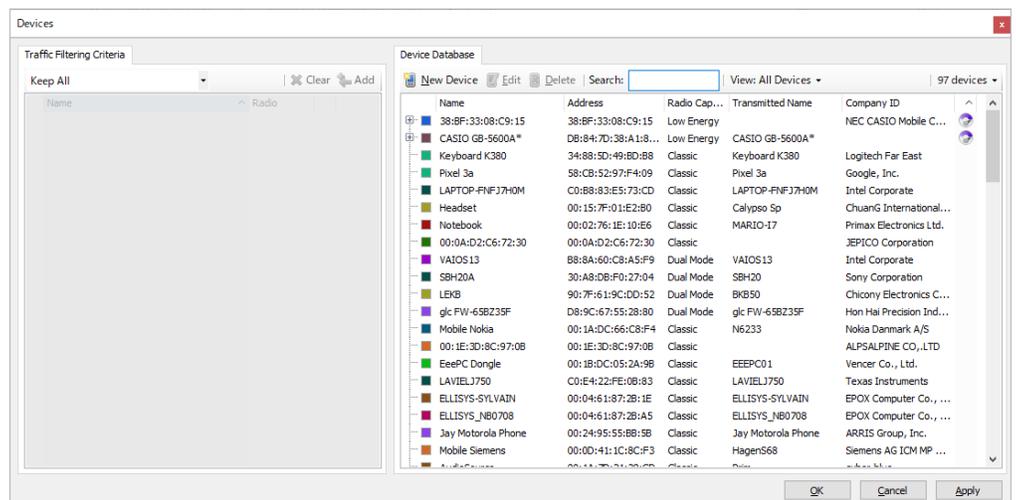
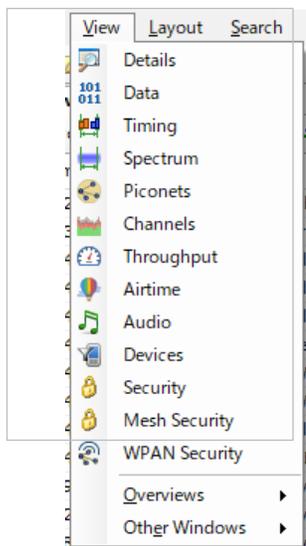


図12 Device Traffic Filter

図13 Device Traffic Filter : すべてのデバイスを表示

ヒント: Bluetoothデバイスアドレスが表示されるほとんどのウィンドウ (Overview, Instant Piconet, Security windowなど) では、右クリックからデバイスベースのフィルタを設定することができます。

## デバイスによるフィルタリング

広帯域同時記録型の装置を使用すると、そのエリアのすべてのアクティブなデバイスが記録されます。デバイスベース（BD\_ADDRベース）のフィルタは、最も範囲の広いフィルタであり、特定のデバイスや通信のみを対象としたい場合に役立ちます。

さらに、Device Traffic Filter機能を使えば、デバイスフィルタをより細やかで効果的に設定することができます。この機能は、Viewメニュー（図12参照）またはメニューアイコンFilteringをクリックすることで利用できます。

DeviceウィンドウのDevice Databaseタブ（右側）のViewメニューの選択で、過去に記録されたすべてのデバイス(All Devices)と、現在のトレースファイルに存在するデバイス(Active Devices Only)を切り替えることができます（現行トレースにあるデバイスは、Company IDの左にアイコンが表示されます）。また、これらのデバイス間で確立された通信の階層的なリスト（+記号で注釈）も表示されます。

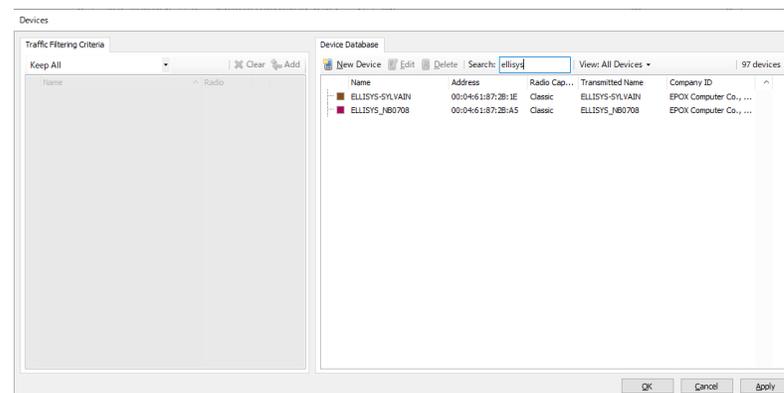


図14 Device Traffic Filter : すべてのデバイス名を表示

デバイスをウィンドウの左側の領域（Traffic Filtering Criteria）に追加して、指定したデバイス間のトラフィックのみを保持（Keep OnlyまたはKeep Involving）できます。デバイスを1つだけ指定した場合は、このデバイスとの間のすべてのトラフィックが表示されます。これはKeep Involvingフィルタと呼ばれ、選択したデバイスとの間のすべてのトラフィックが表示されます。Keep Onlyフィルタは、選択されたデバイス間のトラフィックのみを表示するフィルタです。

ヒント: Device DatabaseのSearch欄にName(デバイス名)、BD\_ADDR、Company IDを入力すると、目的のデバイスを簡単に見つけることができます。図14を参照してください。部分的なテキスト入力でも問題ありません。入力された内容に一致するデバイスにリストが絞られます。

ヒント: データは、複数のフォーマット（16進数、ASCII、Unicodeなど）で検索できます。また、検索ダイアログの機能ボタン（ウィンドウ右下）は、検索だけでなく、ユーザーが指定した条件でカウントしたり、カラーリングしたりするように変更できます。

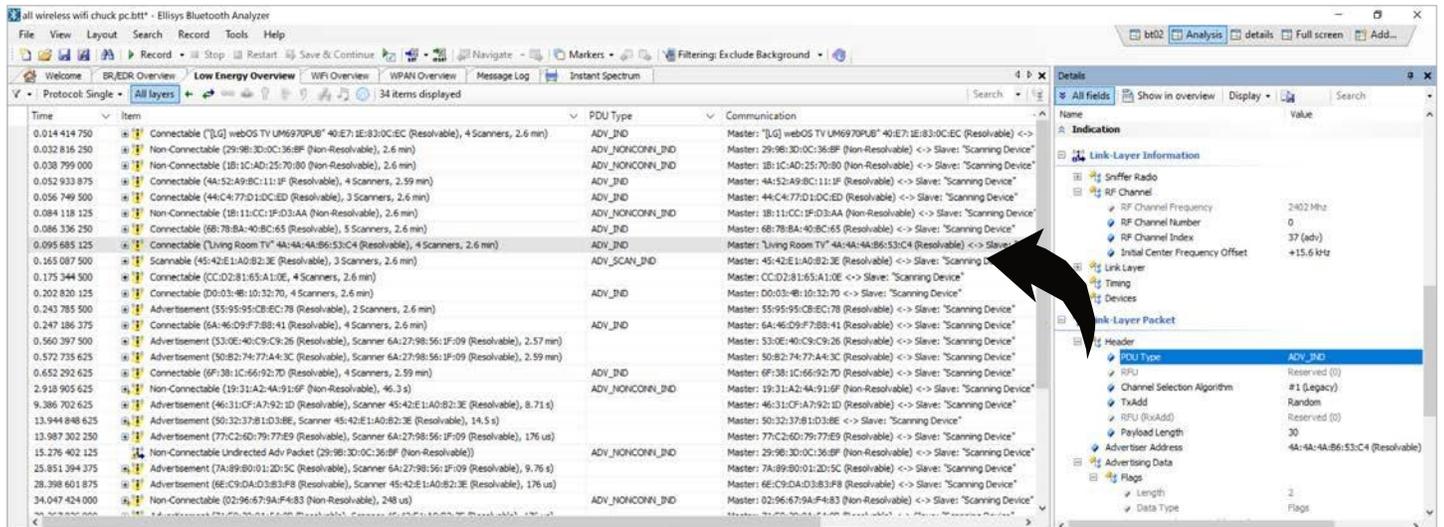


図15 PDUトラフィックを確認するためのカスタマイズOverview

## Overviewのカスタマイズ

Overviewのカスタマイズは非常に簡単に行うことができます。最も一般的なカスタマイズの一つは、Detailウィンドウからフィールドをドラッグドロップして、Overviewに新しい列を作成することです。Detailウィンドウの任意のフィールドをOverviewにドラッグドロップするだけで、新しい列が即座に表示されます。この機能は、インスタントフィルタと組み合わせると特に便利です。インスタントフィルタは、対象の項目がOverviewウィンドウに表示されていなくても使用できます。図15は、PDUタイプのトラフィックを確認するためにカスタマイズされたOverviewを示しています。

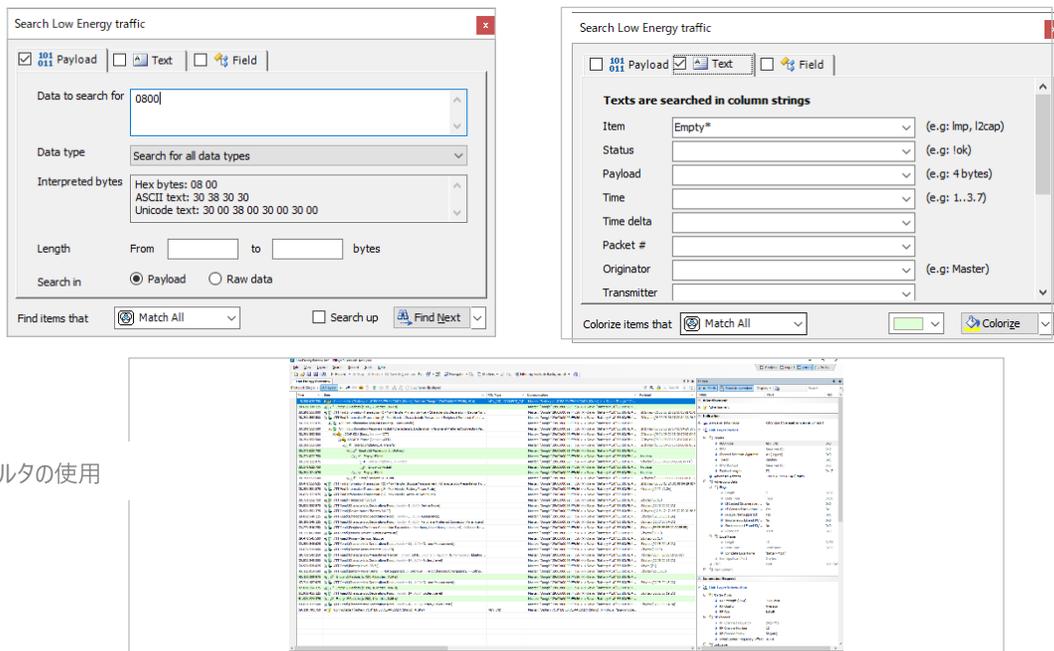


図16 カラーフィルタの使用

ヒント: データは、複数のフォーマット (16進数、ASCII、Unicodeなど) で検索できます。また、検索ダイアログの機能ボタン (ウィンドウ右下) は、検索だけでなく、ユーザーが指定した条件でカウントしたり、カラーリングしたりするように変更できます。

## 検索とカラーリング

Overviewウィンドウでは任意の行を検索したり、カラーリングしたりすることができます。最もシンプルな検索機能は、Overviewの右上にあるインスタントサーチと呼ばれる検索ボックスです。このボックスに入力されたテキストパターンは、アクティブなOverviewのすべてのアイテムと列から検索されます。

より正確で高度な検索は、メニューSearch-Advanced Searchでアクセス可能なSearchウィンドウで行うことができます。図16では、20～32バイトの長さのペイロードの中で、08 00を含むペイロードを検索しています。

データ検索だけでなく、テキストやフィールドの検索も可能です。検索条件を組み合わせると、より高度な検索が可能です。

Searchウィンドウ右下のFind Next(次を検索)をColorize(カラーリング)に変えて、Emptyパケットの行をカラーリングすることもできます。

## Instant Timing

Timingウィンドウは、パケットを正確な時間軸で表示します。記録されたパケットはすべてここに表示され、またロジック信号等も同期して表示されます。スループットや統計情報も表示されます。パケット領域でマウスをド

ラッグすると、測定カーソルが表示されます。記録した任意のイベント間（Bluetooth同士、ロジックとWi-Fi、HCIパケットとBluetooth Airパケットなど）で、非常に正確な測定が可能です。Instant Timingでも正確な時間が表示されます。精度は125nsで、これはBluetoothのシンボル時間の1/8にあたります。このウィンドウでは、接続後のマスター/スレーブ間通信のパケットは、全てマスターデバイスのラインに表示されます。



図17 Bluetoothトラフィック



図18 正確なトラフィック

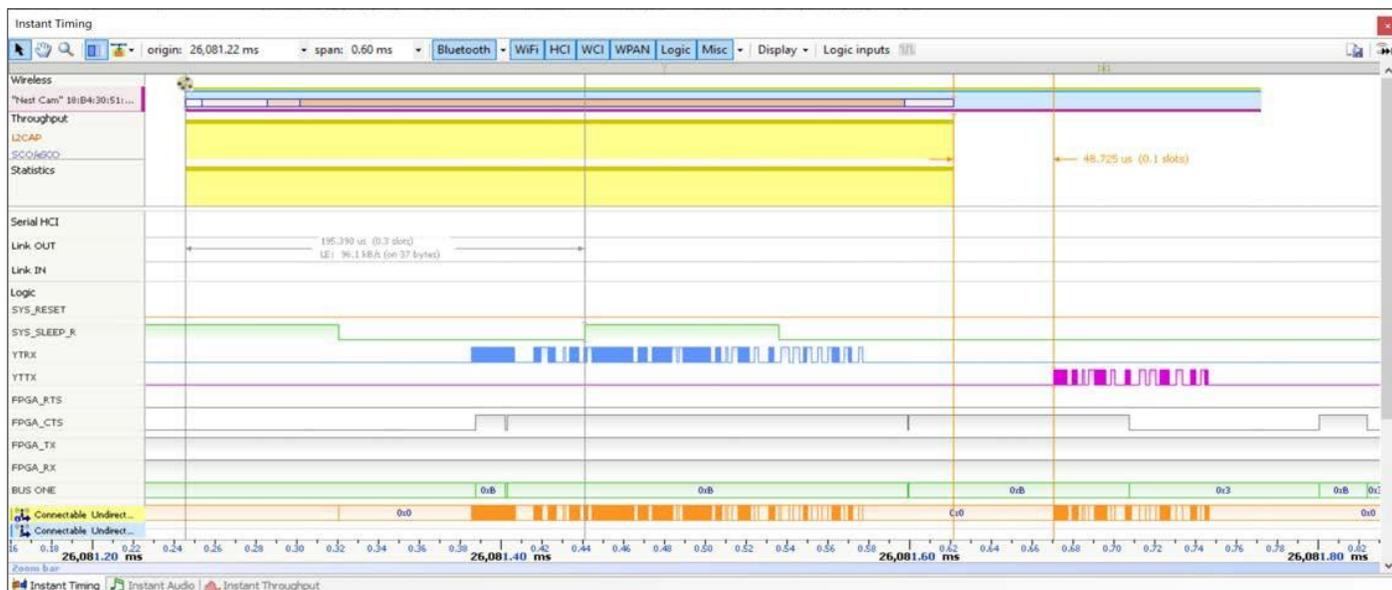


図19 OTAトラフィック上のHCIとロジック信号

図17は、Bluetoothトラフィックを少し拡大して表示したものです（“Laptop”がデータを送信し始めると、スループットと統計情報が表示されることに注目してください）。また、図18は、正確なトラフィックタイミングをズームインできることを示しています。

前述のように、記録したものはすべて図19に表されています。ここでは、一番上に無線トラフィック、そしてシリアルHCIといくつかのロジック信号が表示されています。

ヒント: このウィンドウは、マウスホイール、キーボードの上下矢印、またはズームバーをドラッグしてズームの調整をすることができます。また、スケールバーのドラッグ、キーボードの左右矢印で画面をスクロールすることもできます。パケットの上にマウスを置くと、パケットの詳細情報が自動的に表示されます（非表示設定も可能）。

ヒント: フィルタは、TimingツールバーのDisplayメニューボタンからも選択でき、確立トラフィック（問い合わせ、ページング、アドバタイズメントなど）やアイドルトラフィック（ポール/ヌルパケット、空パケットなど）を非表示にすることができます。

## Instant Piconet

Piconetsウィンドウは、記録したすべてのデバイス、ピコネット、スキャッターネットのトポロジーをグラフィカルに表示するように設計されています。トポロジーに加えて、Piconetsウィンドウは、問い合わせ、ページング、アドバタイズメント、ブロードキャストイベント、信号強度、およびアクティブな接続のデータスループットを表示します。

このウィンドウは、他のウィンドウと同様にトラフィックの記録中でも動作します。図20は、“Instant Piconet”で複雑なスキャッターネットを表示しています。すべてのウィンドウは連動しているので、Overviewで選択したイベントを変更すると、Instant Piconetもその位置に更新されます。Instant Piconetのツールバーにあるタイムスタンプをクリックすると、Overviewが同期します。

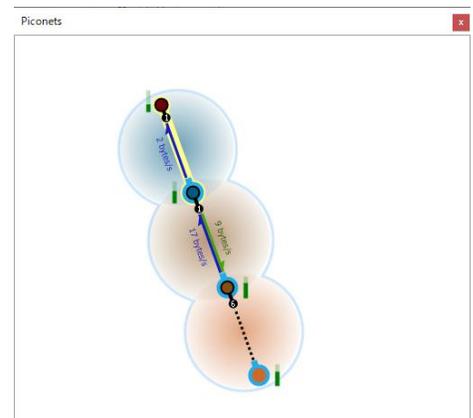
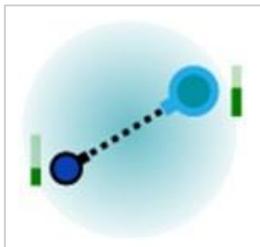


図20 Instant Piconet

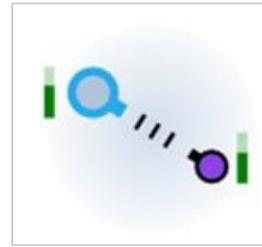
ヒント: Timingウィンドウには、Piconetウィンドウと連動したPiconet view cursorがあり、このカーソル移動でPiconetウィンドウの表示が更新され、またPiconetウィンドウの表示時刻が変わるとこのカーソルも移動します。

以

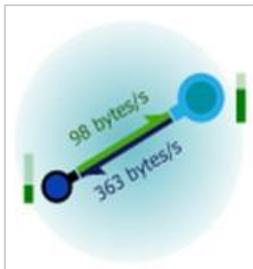
下に、Instant Piconetで見られる様々な表現を簡単にまとめました。詳しくはユーザーガイドをご覧ください



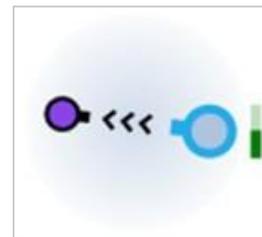
マスターとスレーブの間のアイドル接続を表します。マスター（またはセントラル）デバイスは、常に青いアウトラインで表示されます。スレーブ（またはペリフェラル）デバイスは、常に黒のアウトラインを持っています。側面のゲージは、デバイスのRSSIを表しています。



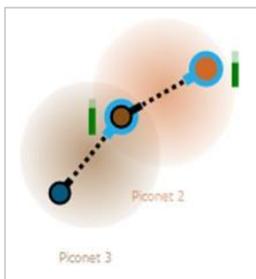
照会やスキャンを表しています。問い合わせ側の機器はマスターと同様に青の輪郭で、応答側の機器は黒の輪郭で表現されています。



アクティブなデータ接続を表しています。スループットが表示されています。



ページングを表します。ページャーのデバイスはマスターと同様に青のアウトラインで、ページングされたデバイスは黒のアウトラインで表現されます。



2つのシンプルなピコネットで構成されたスカッターネットを表しています。中央のデバイスは右のデバイスのスレーブで、左のデバイスのマスターです。

ヒント: 近年、Bluetooth LEデバイスやブロードキャストイベントが一般的に普及しており、一般的なラボ環境では、Piconetsウィンドウはブロードキャストイベントで非常に混雑することがあります。より分かりやすくするために、ブロードキャストアイコン（目のアイコン）の選択を解除すると、ブロードキャストデバイスが非表示になり接続が確立されたデバイスのみを表示することもできます。

デバイスフィルタを適用すると、他のウィンドウと同様にこのウィンドウからも表示対象外のデバイスが表示されなくなります。一度ブロードキャストパケットを非表示にして、デバイスフィルタを有効にした後、再度ブロードキャストパケットを有効にすると、フィルタにかけたデバイスがブロードキャストパケットに関連していたかどうかを確認できます。

## Instant Channels

このウィンドウでは、パケットの再送、ヘッダーエラー、AFHの状況表示、ペイロードエラーなど、チャンネルごとのさまざまな伝送特性について、視覚的な手がかりと統計的な分析を提供します。表示されている範囲にある、パケット（OK、Error等）の数と割合が表示されます。

Channelsウィンドウでは、デバイスが通信しているチャンネル、回避されているチャンネル、再送、ペイロードエラー、ヘッダーエラーなどの重要な統計情報がすぐに表示されます。

図21では、機器間の通信が、Wi-Fiチャンネル1、6、11で一般的に占有される3つのエリアを回避していることがわかります（図の下部にあるスケールを参照）。再送率がかなり低いことから、このケースではWi-Fiから干渉があるにもかかわらず、デバイスがうまく通信していることがわかります。

図22では、Ellisysソフトウェアの有用性が明らかになっています。コンピュータとヘッドフォンの間のAVDTP通信（オーディオ）と、チャンネルごとのパフォーマンス（Instant Channels）、スペクトラム（Instant Spectrum）の特性が表示され、記録中（または記録後）のオーディオ（Instant Audio）を実際に聞くことができます。

インスタント・スペクトラム表示の配色に注目してください。これは、Bluetoothスペクトラム（Wi-Fiチャンネル1、6、11）の上段、中段、下段に非常に強い（Wi-Fi）信号があることを示しています。ここで注目すべきことが2つあります。

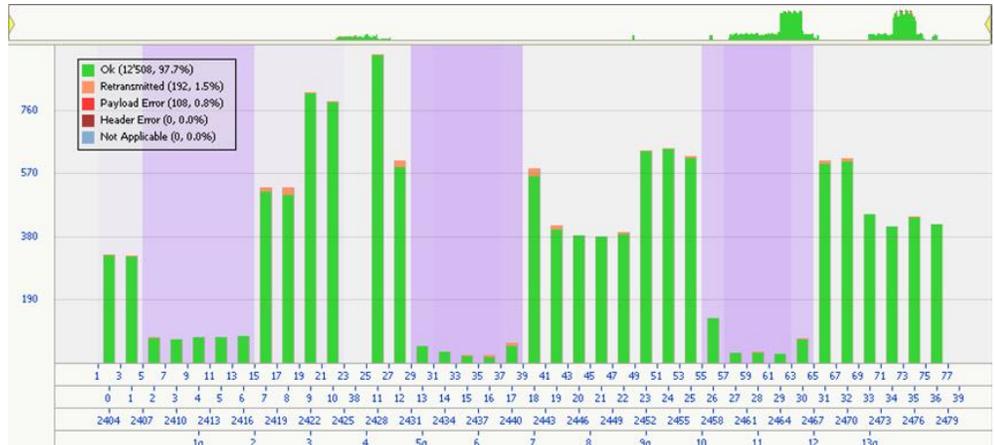


図21 Instant Channelsウィンドウ：Wi-Fiチャンネル1、6、11を回避する様子

ヒント: Instant Channelは、他のウィンドウと同様に、設定されたデバイスフィルタの影響を受けます。フィルタが設定されていない場合、このウィンドウには、記録された全てのデバイスの情報が表示されます。デバイスフィルタが適用されている場合、統計情報はフィルタに含まれるデバイスのもとなります。

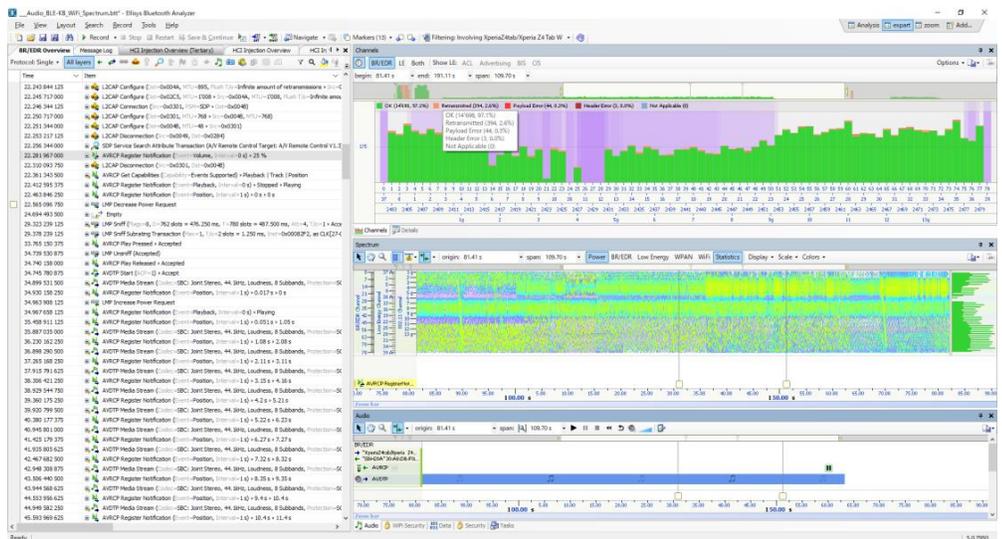


図22 Feature Coherency

ヒント: 解析対象の機器に対するアナライザの位置は、ペイロードやヘッダのエラー数に影響を与えます。しかし、再送パケットは、一般的にスペクトラム関連の性能を示す優れた指標と考えられます。詳細については、エキスパートノート EEN\_BT04「アナライザの最適な配置」を参照してください。

1つは、"Instant Channels"で表示されるパフォーマンスが、特に非常に混雑したスペクトラムを考慮すると非常に良好であること（再送信の割合がかなり低いことが示されている）、もう1つは、音声（Instant Audio）の再生が非常に良好であること（ポップ音や目立った品質問題はない）です。複数の特性を表示できることと、簡単に設定できるソフトウェアの価値も明らかになりました。

ヒント: Channelsウィンドウのマゼンタの色合いは、選択した期間（この場合はトレース全体、約107秒間）でのチャンネル回避を行った相対頻度を示しています。Instant Channelsウィンドウの上部にあるナビゲーションバーを使用し、トレース中の解析したい部分を選択します。

## Instant Spectrum

前のセクションで見たように、Instant Spectrum機能は、物理的な環境と、それがデバイスのパフォーマンスにどのような影響を与えているかを理解するために使用できます。この機能は、Ellisysのもう一つの革新的な技術であり、Bluetooth、Wi-Fi、WPANのトラフィックのスペクトラムや、Bluetoothが使用するISMバンド内の他のすべてのRFイベント（例：電子レンジ）を、直感的に理解する方法を提供します。

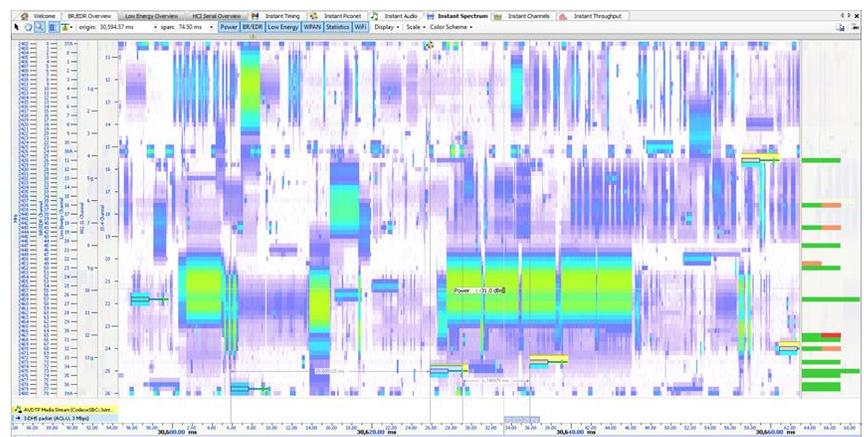


図23 チャンネル1、6、10における多量のWi-Fiトラフィック

Bluetooth、Wi-Fi、WPANの各パケットは、送信されたチャンネル上で左から右へ時系列に表示され、Bluetoothパケットは、送信者がマスター/スレーブのどちらかを判別できるよう、色分けされています。右側には、Bluetoothパケットのエラーや再送信に関するチャンネルごとの統計情報がグラフィカルに表示されます。信号の強さを表すために、様々なカラースキームのオプションが用意されています。

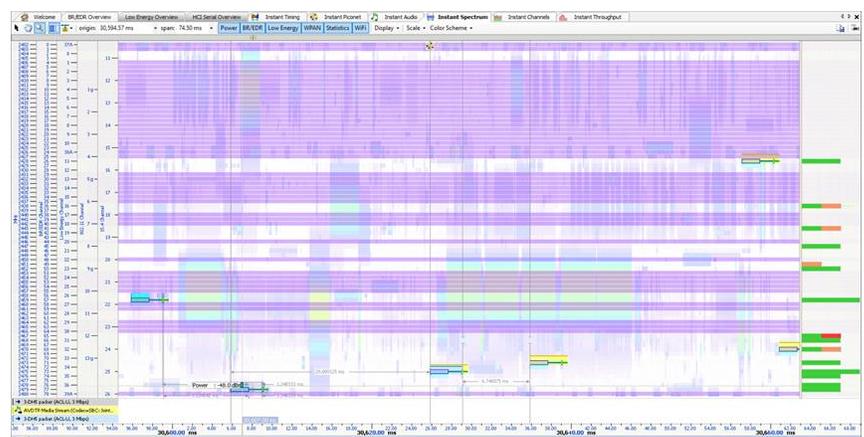


図24 干渉を避けるBluetoothパケット

図23では、チャンネル1、6、10を中心にWi-Fiのトラフィックが多いことに注目してください（他のチャンネルにもWi-Fiがあります）。右側の統計情報にも、再送（オレンジ）とパイロードエラー（赤）が色分けされて表示されています。

図24では、あるリンクがどのチャンネルを避けているかを見てみましょう。これは、Bluetoothパケットにカーソルを当てることで表示されます。Bluetoothパケットは、一般的にWi-Fiが存在する領域（チャンネル）に存在することに注意してください（Wi-Fiチャンネル1など）。

図25では、“Instant Channels”と“Instant Spectrum”を並べて表示しています。(このようにウィンドウの位置を変えられるので非常に便利です。ユーザーマニュアルではこの機能について説明しています)。Instant Channelsの右上にある凡例と、そこに表示されているパーセンテージに注目してください。このケースでは、約31秒の間に約90%の packets が“OK”となり、再送率は約7.4%となっています。非常に混雑したスペクトラムである（近くに何百ものデ

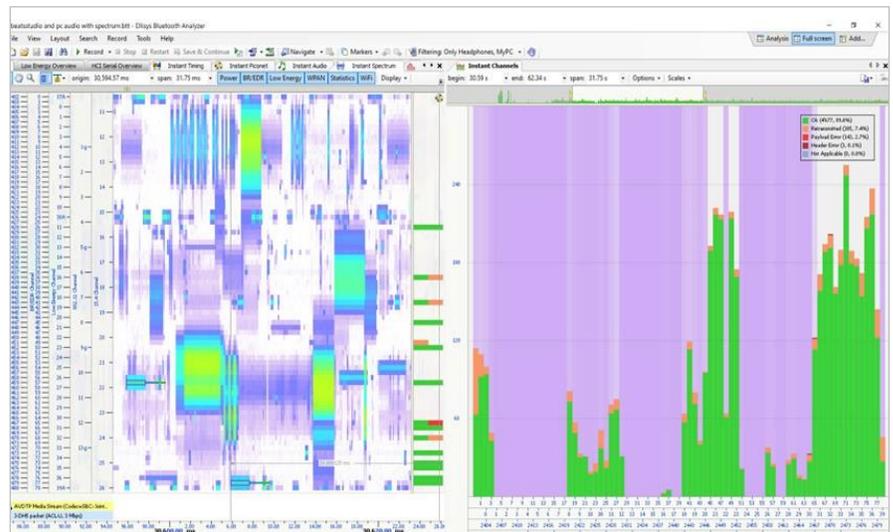


図25 Instant Channels / Instant Spectrumの並列表示

バイスがある) ことを考えると、これは一応良い結果だと思われますが、ユーザーはアプリケーションレベルのパフォーマンスなどの他の状況を確認したいと思うかもしれません。この例の場合、アプリケーションはオーディオなので、オーディオを聴いたり、WAVにエクスポートしたりしてさらに分析したいと思うかもしれません。

次に説明する“Instant Audio”機能は、記録中または記録後のオーディオをモニターするために使用できます。File - Export で音声データをWAVファイルに抽出できます。この結果、Bluetoothは、他の電波の発生源（この場合はWi-Fi）が利用しているBluetoothで通信するにあたって問題のあるエリア（チャンネル）をうまく回避していることがわかります。

## Instant Audio

Instant Audio機能は、記録されたオーディオトラフィック（無線、HCI、I2S）を視覚的に表示するもので、記録中や記録後に再生したり、ループ再生したり、ユーザーが定義した範囲を再生したりするように設定することができます。オーディオが再生されると、垂直のカーソルが再生中のオーディオの現在の位置を追跡します。巻き戻し、ループ、一時停止、選択したストリームの有効化、無効化など、さまざまな制御機能を備えています。エクスポートは、“File” → “Export”から行えます。

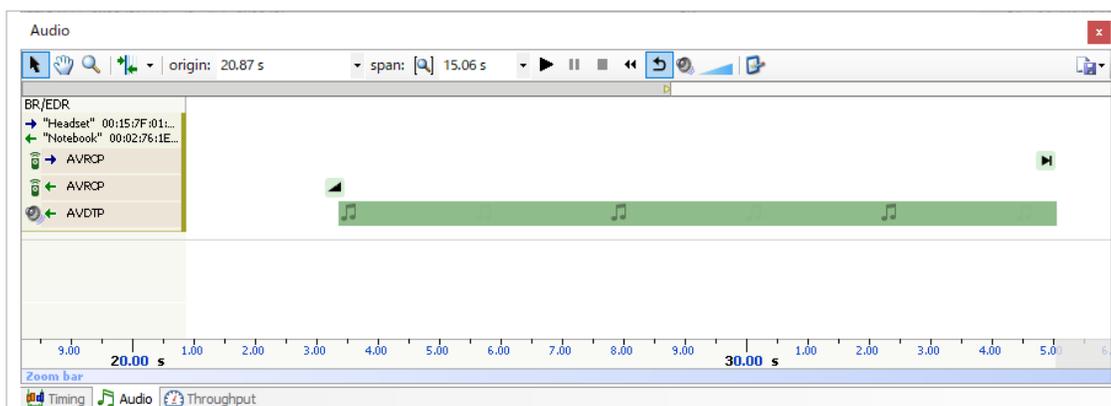


図26 Instant Audio Window上でオーディオストリームを表示

コントロールするPCにインストールされている利用可能なサウンドデバイスはすべて、この機能で使用するために選択することができます。マーカーはこのウィンドウに追加することができ、他のウィンドウで追加されたマーカーはここに表示されます（図26に見られるように2つのマーカーがあります）。

図26と図27では、2つのオーディオストリームが表現されています。1つは無線で、もう1つはHCI（UART）経由です。

これは理想的な記録方法であり、2つのストリームを聴き比べたり、エクスポート時にWAV解析をしたりすることで、オーディオの問題がホストとコントローラーどちらの領域であるか素早く特定するのに非常に有効です。

## おわりに

Ellisysの広帯域同時記録型の装置は、時間軸の正確さと視覚的な手がかりにより、特定のデバイスまたはデバイスの集合体の傾向を完全に理解し、記録全体で問題をデバッグおよびトラブルシューティングします。また、すべてのウィンドウで、周辺のすべてのデバイスまたは特定のデバイスから解析対象を設定することができます。

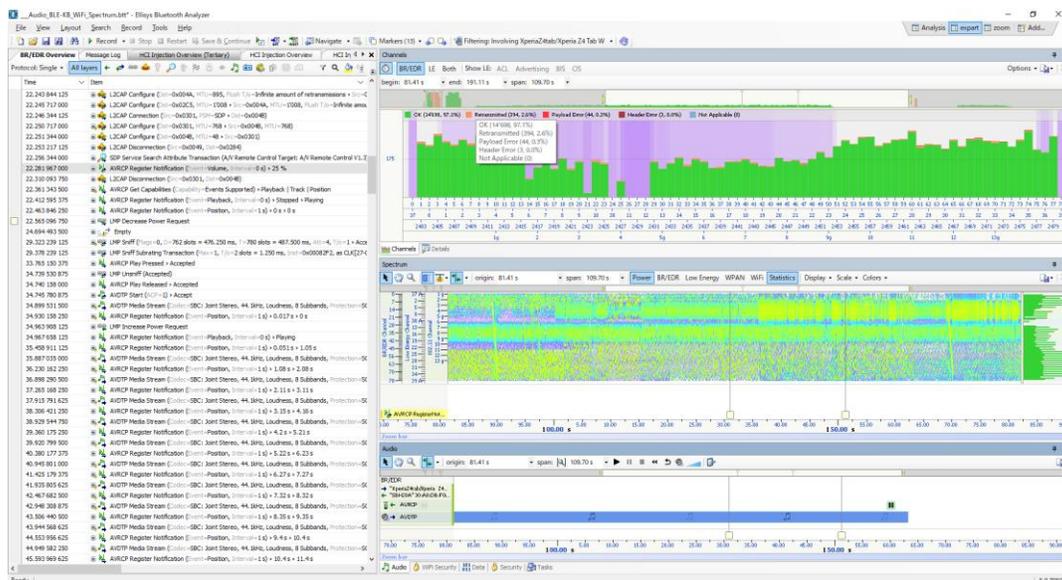


図27 Audioプロトコル向けにフィルタリングしたInstant Audio, BR/EDR Overviewなど

## トラフィックの獲得

クリーンな記録を実現するための適切な設定と操作方法については、エキスパートノートEEN\_BT03「初めてのワイドバンド・記録」をご参照ください。

## 本文書について

本文書は、" EEN\_BT01 - Capturing Bluetooth Traffic, the Right Way (Rev. B Updated 2021-09)" を翻訳したものです。原文、本文書及び Ellisys 製品に関するお問い合わせは、Ellisys 日本総代理店 ガイロジック株式会社 (0422-26-8211, [es@gailogic.co.jp](mailto:es@gailogic.co.jp)) までご連絡ください。

その他の翻訳版エキスパートノートは、[https://www.gailogic.co.jp/db/bt/expert\\_notes](https://www.gailogic.co.jp/db/bt/expert_notes) をご覧ください。

### その他の関連資料

- EEN\_BT03J- 初めての広帯域記録
- EEN\_BT04J- Bluetoothプロトコル・アナライザの最適な配置
- EEN\_BT05J- アンテナの輻射パターンを解説
- EEN\_BT06J- Bluetooth セキュリティのウソ？ホント？



## Bluetoothプロトコル・アナライザ販売窓口 (ガイロジック株式会社)

 042-26-8211     [es@gailogic.co.jp](mailto:es@gailogic.co.jp)     <https://www.gailogic.co.jp/db/bt>

Copyright© 2021 Ellisys.全ての権利はEllisysに帰属します。Ellisys、Ellisysロゴ、Better Analysis、Bluetooth Explorer、Bluetooth Tracker、Bluetooth Vanguard、Ellisys Grid、Bluetooth QualifierはEllisysの商標であり、一部の管轄区域では登録されている可能性があります。Bluetooth®のワードマークおよびロゴは、Bluetooth SIG, Inc.が所有する登録商標であり、Ellisysによるこれらのマークの使用はライセンスに基づくものです。Wi-Fi®およびWi-Fi Allianceのロゴは、Wi-Fi Allianceの商標です。その他の商標および商号は、それぞれの所有者に帰属します。ここに記載されている情報は例示を目的としたものであり、設計の参考にするを意図したものではありません。具体的な設計指針については、最新の技術仕様書を参照してください。