

ARIETTA Prologueと ARIETTA Precisionの開発

Development of ARIETTA Prologue and ARIETTA Precision

木村 剛 Tsuyoshi Kimura
宇野 隆也 Takaya Uno

林 達也 Tatsuya Hayashi

株式会社日立製作所 ヘルスケアビジネスユニット 開発統括本部 第一製品開発本部

多様化している超音波診断装置へのニーズに対応するため、われわれは二機種の超音波診断装置 – ARIETTA^{*1} Prologue、ARIETTA Precision – を開発した。ARIETTA Prologueはコンパクトで持ち運びを考慮し、狭い病室や診察室、あるいは整形外科、救急、往診などでの検査・治療をサポートしている。ARIETTA Precisionはスリムなデザインと大型モニタを採用し、主に手術室での診断をサポートしている。

Corresponding to diversification of needs for diagnostic ultrasound system, we have developed two systems – ARIETTA^{*1} Prologue and ARIETTA Precision. ARIETTA Prologue is compact body and carrying is considered. Examination and treatment in small sick room and examination room or orthopedics, emergency first aid and house call are supported. ARIETTA Precision is introduced a large monitor with slim design and is considered to use in the operating room mainly.

Key Words: Common Platform, Compact Body, Point of care

1. はじめに

近年、高度急性期医療や慢性期医療・地域医療における超音波診断装置の重要性は高まってきている。また、導入するシステムや活用方法は施設ごとに異なり、装置に求められる要望も多様化傾向にある¹⁾。これらのニーズに対応するため、われわれは二機種の超音波診断装置 – ARIETTA^{*1} Prologue、ARIETTA Precision – を開発した。

1.1 共通開発コンセプト

多様化するニーズに対して、超音波装置を使い慣れていないユーザーを想定し、簡単に所望の画像を描出できるという共通の開発コンセプトに基づき、共通のプラットフォームで開発した。フルタッチパネルによる直観的なGUI(Graphical User Interface)かつ簡便な操作性および高画質化機能の搭載による診断に適した画像を容易に描出できる性能を実現した。

1.2 ARIETTA Prologueの開発コンセプト

ARIETTA Prologue(図1)は、慢性期医療および地域医療



図1 : ARIETTA Prologue外観^{*2}

を支えるというコンセプトから、POCUS(Point Of Care Ultrasound)および新規超音波診断装置ユーザー向けに開発した。

患者の近くで診断を行うPOCUSに要求される²⁾³⁾設置場所を選ばないコンパクトなデザインで、容易に持ち運べるように設計した。また、収納性にも考慮して、装置を使用しないときの大きさを机の引き出しに収納可能なA4サイズとした。

1.3 ARIETTA Precisionの開発コンセプト

ARIETTA Precision(図2)は、外科治療に貢献し急性期医療を支えるというコンセプトのもと開発した。

さまざまな機器、機材が配置され、多くの手術スタッフの作業スペース確保が必要な手術室で要求される⁴⁾設置スペースの小型化や、立位姿勢である術者の操作、観察に適した高さを実現した(図3)。また、手術室のさまざまな使用シーンに



図2 : ARIETTA Precision外観

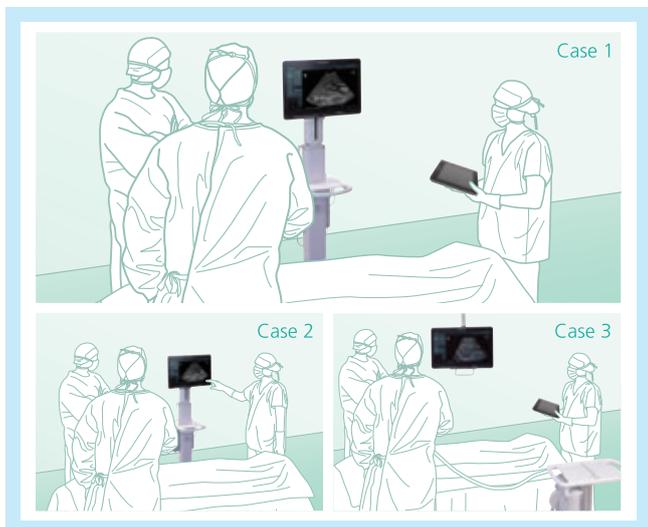


図3 : ARIETTA Precision レイアウト例

応じてプローブの取り回し、画像観察、装置操作のおおのが適した位置に配置できるようにプローブ接続ユニットと観察モニタユニット間の無線通信接続および画像を確認しながら操作ができるリモートコントローラを実現した(図4)。



図4 : リモートコントローラ外観

2. 設計上の工夫

2.1 小型化の工夫

ARIETTA Prologueでは、収納性と機動性を考慮して、A4サイズの非常に小さな形状でのハードウェア構成を実現する必要があった。

このため、送受信部の設計を全面的に見直し、多数のデバイスから構成されていたデジタルビームフォーマとその周辺デバイスを1チップのICに機能統合した。こうして完成した新デジタルビームフォーマにより、従来構成に比べて、基板面積をおよそ85%削減することに成功した。

この成果は、外科治療の分野で使用されることを想定して開発されたARIETTA Precisionにも採用され、狭い手術室や処置室でも邪魔にならない設置面積の小型化に貢献した。

この新デジタルビームフォーマはプログラマブルなデバイスにより実現されており、将来における機能拡張要求にも柔軟に対応可能な設計となっている。

2.2 バッテリ対応と省電力の工夫

ARIETTA PrologueとARIETTA Precisionは、双方ともおよそ1時間のバッテリー駆動に対応している。

最新の省電力型モバイルプロセッサを採用し、かつ使用状況に応じたインテリジェントな電力供給を行うことで、全体の使用電力を200VA以下に抑えている。

また、送受信部と表示部のそれぞれに独立したスマートバッテリーを配置することにより、例えば、フリーズ中の送受信部のバッテリー消費量を抑えるといった制御を可能とした。

また、装置内部に多数の温度センサを配置し、きめ細やかにファン制御を行うことで、消費電力を抑えつつ騒音も抑えることに成功した。

2.3 画質の追求

ARIETTA PrologueとARIETTA Precisionでは、新デジタルビームフォーマと電源のスイッチング周波数の積極的

な制御により、アナログ・デジタル混載の高密度実装を実現しながら、ノイズレベルが全体的に低く保たれ、ARIETTAシリーズが追求している広ダイナミックレンジで階調豊かな画像描出に貢献している。

さらに、各部位別に注意深く調整された高画質化フィルタ(SIP: Silky Image Processing)により、普段超音波診断装置を使い慣れていないユーザでも、簡単に良好な診断画像を描出することができる。また、Full HDの高精細モニターを採用することで、細密な断層像を表現している。

2.4 無線機能の実現

ARIETTA PrologueとARIETTA Precisionでは、ユーザの利用シーンに応じて、送受信部と表示部とを分離して運用することが可能である。

送受信部と表示部とを分離した場合には、装置は自動的に無線通信モードに切り替わる。分離状態においても送受信部と表示部は無線通信でリンクしており、リアルタイム診断が可能である。

無線通信には最新の高速無線通信規格であるIEEE 802.11ac(5GHz)を採用し、超音波データを確実に表示部に伝送することができる。

また、電磁干渉等による無線通信の途絶のリスクに対応するため、IEEE 802.11acだけでなく、Bluetooth[®]でも送受信部、表示部間を二重にリンクし、送受信部で発生したエラー情報などを速やかに表示部に伝えることができ、無線通信の安定運用を実現した。

一方で、完全に無線通信が途絶した場合を想定し、送受信部と表示部の双方にプロセッサを配置し、異常が発生した場合には、互いに独立して、システムを自動的に安全な状態に遷移させることで、機能安全を確保した。

さらに、送受信部と表示部の無線通信データは、強固な暗号アルゴリズムにより暗号化されており、超音波受信データの傍受を防いでいる。

2.5 直観的な操作の実現

ARIETTA PrologueとARIETTA Precisionでは、直観的な操作を実現するために、スマートフォンやタブレット端末等で使用されているマルチタッチディスプレイを採用した。これにより、診断画像の拡大や縮小をリアルタイム動作中においても、画面に直接ふれて操作することができる。

また、医療現場での利用を考慮し、手術用の手袋や防汚用のカバーの上からでも操作可能なように設計されている。

2.6 機動性の向上

緊急性を求められる医療現場において、超音波診断装置の迅速な起動は極めて重要である。

ARIETTA PrologueとARIETTA Precisionでは、システム全体の起動を高速化するために最新の大容量SSD(Solid State Drive)を採用するとともに、起動順序の最適化により、電源投入から25秒で患者情報や診断条件の入力ができ、その間もソフトウェアは起動を継続し、45秒以内に超音波検査を開始することができる。バッテリーの利用はもちろん、シャッ

トダウン時間も10秒と高速であり、極めて高い機動性を実現した。

2.7 サイバーセキュリティへの対応

ARIETTA PrologueとARIETTA Precisionは、有線と無線の双方の手段で、病院等の施設のネットワークに接続することが可能である。

病院内施設への接続用ネットワーク回線と、送受信部と表示部間の通信回線は注意深く分離した設計となっており、送受信部と表示部のソフトウェアは互いの状態を常時監視しているため高い安全性を実現している。また、システムにはホワイトリスト型のウイルス対策ソフトウェアを導入可能であり、指定外のソフトウェアの動作が抑止されるため、悪意あるソフトウェアはシステム内で動作することができない。

ただし一般に、ネットワークへの接続性とサイバーセキュリティへの対応は相反していることから、接続対象側のサイバーセキュリティ対応も十全に行う必要があるだろう⁵⁾。

2.8 耐薬品性能

ARIETTA PrologueとARIETTA Precisionは、治療領域や手術室での使用を考慮して設計されており、耐薬品性能に優れた材料を使用している。これによりアルコールやさまざまな消毒液を使用して清掃を行うことが可能であり、装置を清浄に保つことができる。

3. 直観的なユーザエクスペリエンス(UX)の実現

ARIETTA Prologueは整形外科領域や、POC(Point-Of-Care)、GP(General Practitioner)向けに製品企画され、ARIETTA Precisionは、POCだけでなく、術中での使用も考慮にいられている。

これらの診断領域では、機能に対するアクセスをいかに効率よく行うか、さらに、操作そのものの手順を簡略化するかといった、本質的なユーザ価値を向上するためのUXデザインの検討が必要である。

3.1 フラットデザインと直観的な操作性

ARIETTA PrologueとARIETTA Precisionでは前述のようにマルチタッチディスプレイを採用しており、従来の超音波診断装置にあったパネル上のトラックボール、ロータリエンコーダ、スライダ等のスイッチを、全てソフトウェアスイッチとして実現している。これらソフトウェアスイッチはスマートフォンやタブレット端末で採用されているフラットデザイン⁶⁾をベースに設計されている。ただしフラットデザインはシンプルさを追求するあまり、どこを押して良いか解らない、どこが押せるか解らないといった弱点を有しており、装置を使い慣れていないユーザをターゲットとしているARIETTA PrologueとARIETTA Precisionの製品コンセプトにはそぐわない。そこでユーザが認識できるようボタンは角の丸い矩形で囲む、メニューの親子関係をアニメーションによるトランジション効果で解りやすくするなどの工夫を行うことで洗練されたGUIを実現している。画面タップによる機

能の切換だけでなく、画面をスライドしてフォーカス位置を変える、画面をピンチアウトして拡大表示する等、直観的な操作が可能となっている(図5)。

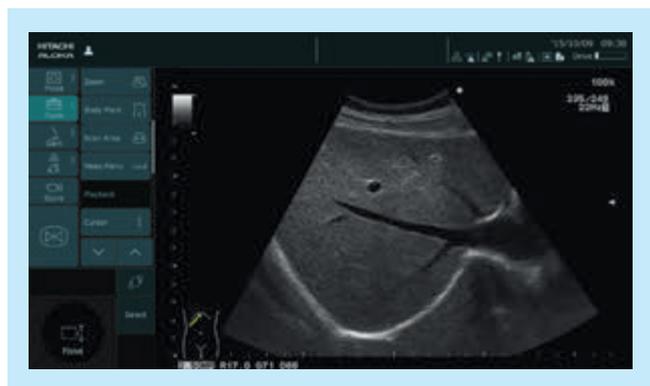


図5：検査画面

3.2 ホーム画面の採用

ARIETTA PrologueとARIETTA Precisionでは、機能へアクセスするための中継点としてホーム画面を配置した(図6)。ホーム画面では、ユーザが装置を操作する目的別に最短でアクセスできるボタンを、次の操作を想像できるようデザイン上配慮したアイコンとともに配置した。



図6：Home画面※2

3.3 ペイシェント・プロファイリング・プリセット

通常、超音波診断装置には、検査部位や治療部位に応じたさまざまなプリセット(80種類程度)が用意されている。これらのプリセットを選択することで、煩雑な操作をすることなく、最適な設定にシステムの状態を遷移させることができる。

しかしながら、種々のプリセットを検索することは、初めてのユーザにとっては困難である。そこで、ARIETTA PrologueとARIETTA Precisionでは、人型のアイコンから、部位、体格情報、また問診から得られた患者の情報などを自然な流れで入力することにより、最適なプリセットを選択することができるペイシェント・プロファイリング・プリセット機能を有している(図7)。

ペイシェント・プロファイリング・プリセット機能は、装置自身が用意しているプリセットに加えて、体格情報に基づく設定を補正することができ、表示レンジや周波数なども意識

することなく設定することができる。



図7：ペイシェント・プロファイリング・プリセット機能

3.4 ヒストリー・プリセット

一般に、超音波診断装置上には、患者の診断画像が保存されており、患者IDを入力すると、以前取得した過去の診断画像を参照することが可能である。

ARIETTA PrologueとARIETTA Precisionでは、この診断画像を保存する際に、撮像時の設定条件を同時に保存しており、過去の診断画像を呼び出す際、同時に撮像条件を再設定するヒストリー・プリセット機能を有している。

このヒストリー・プリセット機能を利用することにより、ユーザは患者に対する経過観察を行う際に、前回設定を容易に呼び出すことができる。

3.5 インテリジェント・リモート・コントローラ

ARIETTA Precisionは、その無線通信性能を生かして手術室などでのフレキシブルなユニット配置が可能である。

これまで表示部は、執刀医とプローブ操作の担当医により占有され、オペレータが装置の操作を行うことは難しかったが、ARIETTA Precisionでは、リモートコントローラ上で診断画像を高精細にリアルタイム表示しながら、オペレータが操作をすることができ、手術室におけるUXの向上に貢献している。

4. まとめ

超音波診断装置に対する多様なマーケットニーズに応えるべく、われわれはこれまでにない新たな技術を積極的に導入してARIETTA PrologueとARIETTA Precisionの開発を行った。

これにより、小型・省設置面積とフレキシビリティに富んだデザインを両立した。また、使用シーンに対する柔軟な拡張性を持つだけでなく、直観的かつリッチなユーザエクスペリエンスを実現することに成功した。

今回の開発で得た経験や培った技術を生かし、今後もユーザの声に沿った製品開発を展開していきたい。

※1 ARIETTAおよび※2 ALOKAは株式会社日立製作所の登録商標です。

※3 Bluetoothはブルートゥース エスアイジー インコーポレイテッドの登録商標です。

参考文献

- 1) 二宮 健,ほか:21世紀の健康・安心社会に貢献するヘルスケアシステム・ソリューション. 日立評論, Vol.93 No.03:262-271, 2011.
- 2) 皆川洋至:運動器(整形外科)超音波:現状とこれからの展望. 超音波医学, Vol. 35 No.6:631-640, 2008.
- 3) 伊東紘一:外来における超音波検査(総論)(生涯教育シリーズ(57)実践エコー診断)--(外来における超音波検査). 日本医師会雑誌, 126(8):S22-26, 2001.
- 4) 北村 宏,ほか:術中超音波の応用. BME, Vol.5 No.7:10-16, 1991.
- 5) Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff: Content of Premarket Submissions for Management of Cybersecurity in Medical Devices, 2014.
- 6) 佐藤好彦:フラットデザインの基本ルール Webクリエイティブ&アプリの新しい考え方. 初版:1-155, 宮崎綾子, 株式会社インプレスジャパン, 2013.