



# 取扱説明書

FS-MA 誘電率測定ソフトウェア

EM ラボ株式会社

2025年7月22日

## 目次

第1章 製品概要 .....	2
第2章 動作環境 .....	2
第3章 インストールおよびアンインストール .....	3
インストール方法 .....	3
アンインストール方法 .....	3
ネットワーク・アナライザへのファイルインポート .....	3
第4章 測定手順 .....	4
1. 測定開始&測定器とバンドの選択 .....	4
2. 試料登録 .....	6
3. 試料測定 .....	7
TRL Cal.....	7
空測定.....	7
試料測定 .....	7
4. 結果の確認と保存 .....	8
結果の確認 .....	8
結果の保存 .....	8
5. 結果の再計算 .....	8
6. エクスポートした過去の結果の再計算 .....	9
7. 斜入射測定 .....	9
8. シミュレーション .....	10
第5章 おかしいと思ったら .....	12

初版：2025年5月9日

第2版：2025年6月10日

第3版：2025年7月22日

## 第1章 製品概要

FS-MA 材料測定ソフトウェアは FS-330 または FS-Eband を用いて透過・反射・吸収、複素比誘電率、複素比透磁率測定を効率良く行うためのソフトウェアです。キーサイト・テクノロジー社製のネットワーク・アナライザを制御して自動的に必要なパラメータを取得し各種パラメータを出力します。

## 第2章 動作環境

ここではソフトウェアを使用するために必要な動作環境を記載します。

- ・ Windows10 またはそれ以降
- ・ .NET Framework 4.5 またはそれ以降
- ・ Keysight IO Libraries 2022 ver. 18.3.29517.2 またはそれ以降

### 使用可能な測定器

- ・ Keysight E5080B ネットワーク・アナライザ
- ・ Keysight PNA シリーズネットワーク・アナライザ
- ・ Keysight Streamline シリーズ USB ネットワーク・アナライザ

### 第3章 インストールおよびアンインストール

ここでは本ソフトウェアのインストールおよびアンインストール方法について詳細手順を説明します。

#### インストール方法

購入時に提供されるインストーラー (FSMASetup\_vxx.xx.xx.msi 以下、FSMASetup.msi と記します) 及び 16 桁のプロダクトキーを使用します。FSMASetup.msi を Windows PC 上で実行し、画面の指示に従ってインストールを進めます。

#### アンインストール方法

インストール時と同様 FSMASetup.msi を使用します。FSMASetup.msi を Windows PC 上で実行し、画面の指示に従ってアンインストールを進めます。

#### 注記

Windows に用意されている「アプリのアンインストール」機能を使用してソフトウェアをアンインストールすることもできます。その場合は、一般的な Windows の手順に従って実行してください。

#### ネットワーク・アナライザへのファイルインポート

本ソフトウェアがネットワーク・アナライザへ制御を行うために、事前にファイルをネットワーク・アナライザへ登録する必要があります。USB メモリ等を使用してファイルをインポートしてください。

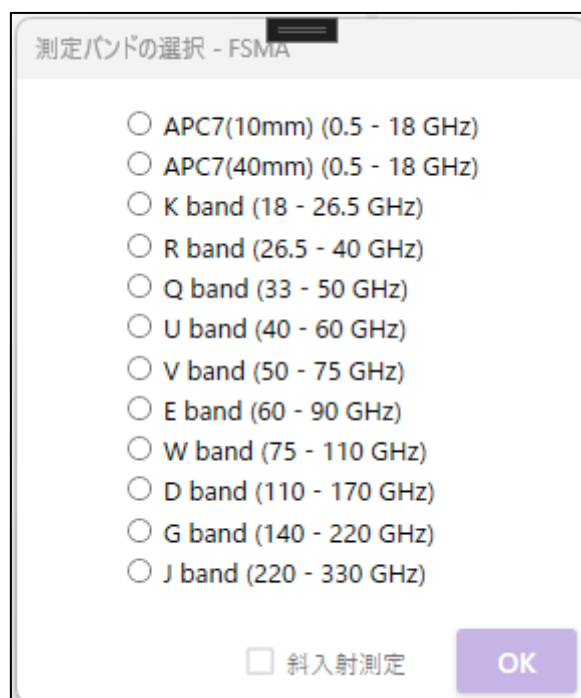
1. USB メモリをネットワーク・アナライザ (Streamline シリーズの場合 PC) に接続
2. 「Cal」→「Cal Sets & Cal Kits」→「Cal Kit」を押下
3. 「Import」を押すとファイル選択画面になるので、USB メモリ内の「Free Space.xkt」を選択して「開く」を押下し、「OK」を押下

## 第4章 測定手順

ここではソフトウェアを起動して実際に材料測定を行う操作方法について説明します。測定試料の準備やハードウェアの取り扱いに関する注意についてはハードウェアのマニュアルを参照してください。

### 1. 測定開始&測定器とバンドの選択

ソフトウェアを起動すると、測定バンドの選択画面が表示されます。接続しているバンドを選択してください。



ここでは、まず正対（斜入射ではなく、アンテナが正面で対向した状態）での測定での操作方法について説明します。斜入射測定を行う場合は「斜入射測定」にチェックを入れて、OKを押してください。測定方法については「7. 斜入射測定」を参照してください。

#### 注記（APC7について）

本ソフトウェアは、APC7での測定にも対応しています。選択肢のうちAPC7と記載のあるものを選択するとAPC7での測定に進みます。詳細は、APC7-MA取扱説明書をご確認ください。

### 注記（ネットワーク・アナライザが見つからない場合）

下図のウィンドウが開いた場合、ネットワーク・アナライザが PC に正しく接続されていません。接続を確認し、再スキャンをクリックしてください。



バンドを選択すると、メイン画面になります。メイン画面のボタンの機能については以下の節をご確認ください。

試料設定

2. 試料設定

TRL Cal&空測定 & 試料測定

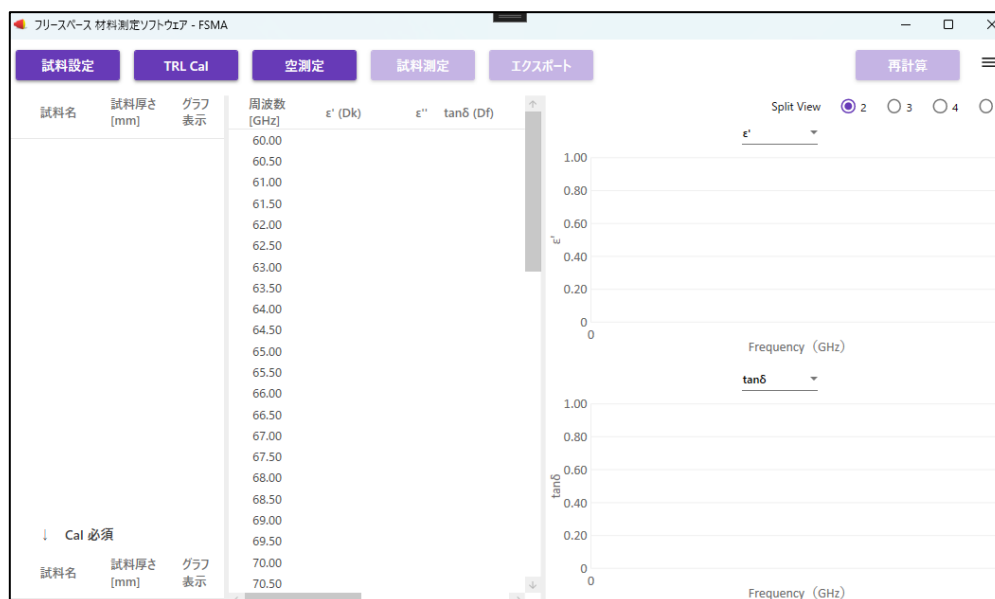
3. 試料測定

エクスポート

4. 結果の確認と保存

再計算

5. 結果の再計算



## 2. 試料登録





試料設定を押し、試料設定画面に移動します。試料を複数登録することができます。

試料名	ε, 透過	ε, μ, 透過, 反射, 吸収	試料厚さ [mm]
A	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	3.62
B	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	5.67
C	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	0

試料追加を押し、サンプル名を入力し、測定したいパラメータを選択してください。「ε, 透過」を選択すると、誘電率(ε)と透過の測定のみを行います。「ε, μ 透過, 反射, 吸収」を選択すると、誘電率(ε)と透磁率(μ)と透過・反射・吸収の測定を行います。厚みがゼロまたは入力されていない場合、誘電率(ε)と透磁率(μ)の算出は行われません。誘電率(ε)と透磁率(μ)を測定する場合は試料の厚み情報を mm 単位で入力してください。

登録した試料情報については、エクスポートを押すことで Excel ファイルとして出力することができます。また、インポートを押して、あらかじめ用意しておいた登録情報を読み込むこともできます。インポート可能なフォーマットは、エクスポートによって出力した Excel ファイルの形式となります。

そのほかのボタンの機能は以下の通りです。

-  選択中の試料情報を一つ上の行に移動します。
-  選択中の試料情報を一つ下の行に移動します。
-  選択中の試料情報を削除します。
-  選択中の試料情報を複製し、一番下の行に追加します。

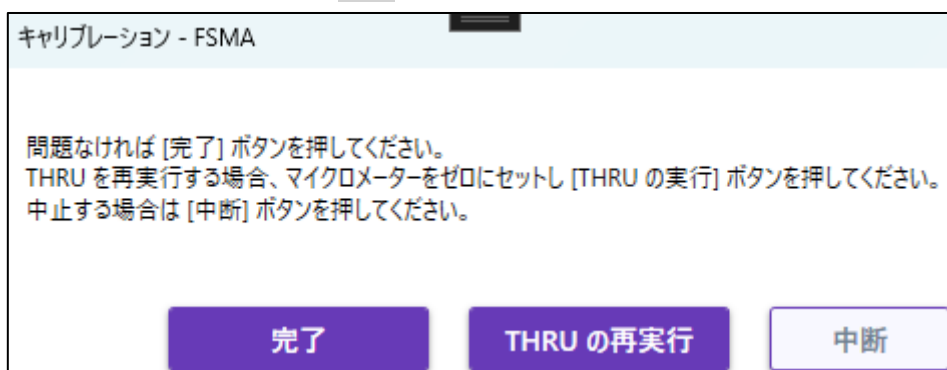
### 3. 試料測定

試料測定の前に、TRL キャリブレーション（以下、TRL Cal）または空測定を行う必要があります。メイン画面において Cal 必須とある試料リストに記載されている試料については、TRL Cal の実施が必須です。上部の試料リストにある試料（下図の試料「A」に相当）については、TRL Cal または空測定いずれかの実施で測定が可能です。本説明書では、TRL Cal、空測定、試料測定の順に記載します。

#### TRL Cal

TRL Cal を押すと、ポップアップが表示されます。ポップアップの内容に従い、サンプルホルダやマイクロメーターを操作してください。OK を押し進めていくことで、TRL Cal を行うことができます。

以下のポップアップが表示され、完了を押すと TRL Cal が完了となります。



#### 空測定

空測定を押すと、ポップアップが表示されます。ポップアップの内容に従い、サンプルホルダやマイクロメーターを操作してください。OK を押すと空測定を開始します。

#### 注記（TRL CAL と 空測定の使い分けについて）

誘電率の測定のみであれば、空測定を用いることでより短時間で測定が可能です。また、マイクロメーターでの操作も必要なく、ケーブルが動くことによる誤差の排除も期待できます。一方で、透磁率の測定や、反射データの取得を行いたい場合、TRL Cal が必須となります。

#### 試料測定

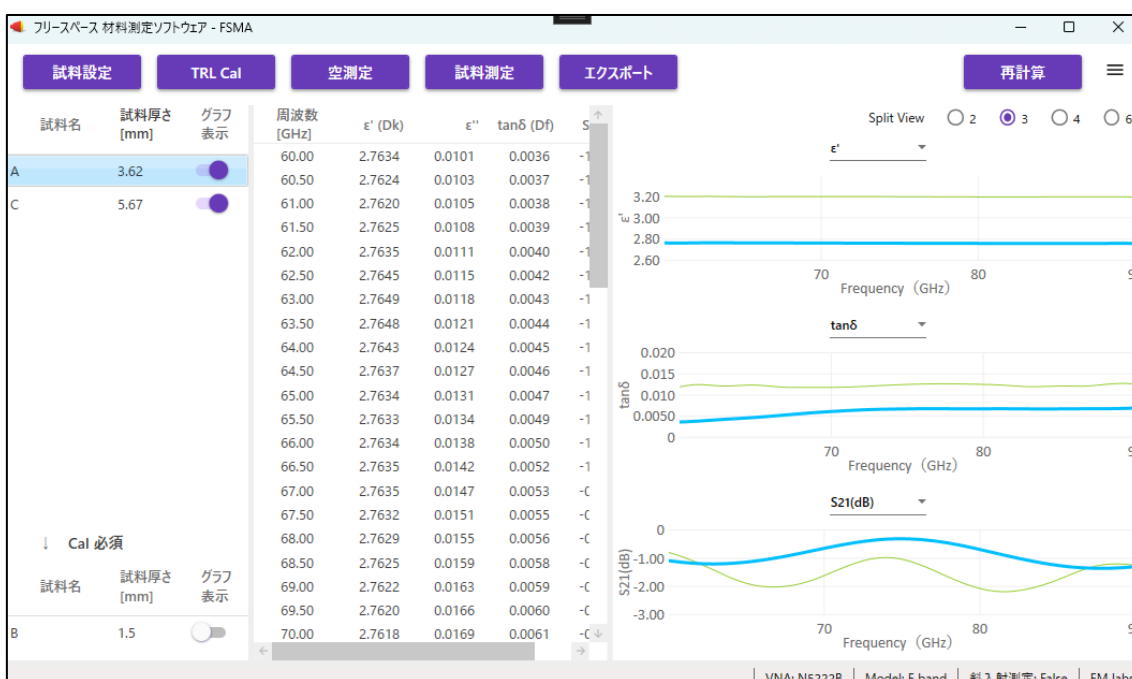
TRL Cal または空測定を終えると、試料測定を行うことができます。測定したい試料を選択し、試料測定を押してください。確認画面が表示されますので、適切な試料が挿入されていることを確認して OK を押してください。

## 4. 結果の確認と保存

### 結果の確認

試料測定を終えると、数値テーブルとグラフに結果が表示されます。グラフについては、「Split View」の選択ボタンを切り替えることでグラフの表示数を変更することができます。また、グラフ上部のプルダウンメニューから表示したいパラメータを切り替えることができます。また、複数試料の測定を行った場合、それらの結果をグラフに重ねて描画することができます。選択中の試料が濃い水色です。グラフに表示したい試料については、「グラフ表示」のトグルボタンで切り替えることが可能です。

(下図はグラフ表示数を3に、表示パラメータを「 $\epsilon'$ 」「 $\tan \delta$ 」「S21」にした例。また、2種類の試料を測定した結果を表示しています)



### 結果の保存

「エクスポート」を押して結果を保存します。保存形式は「.xlsx」です。ファイル名を適切に編集し、保存を押してください。なお、1つのExcelファイル内にSheetが2種類出力されたファイルが出力されます。1つは測定点数をある程度間引いたもので、もう1つは測定に用いた全点のデータです。また、測定されていないパラメータは空欄のまま出力されます。

## 5. 結果の再計算

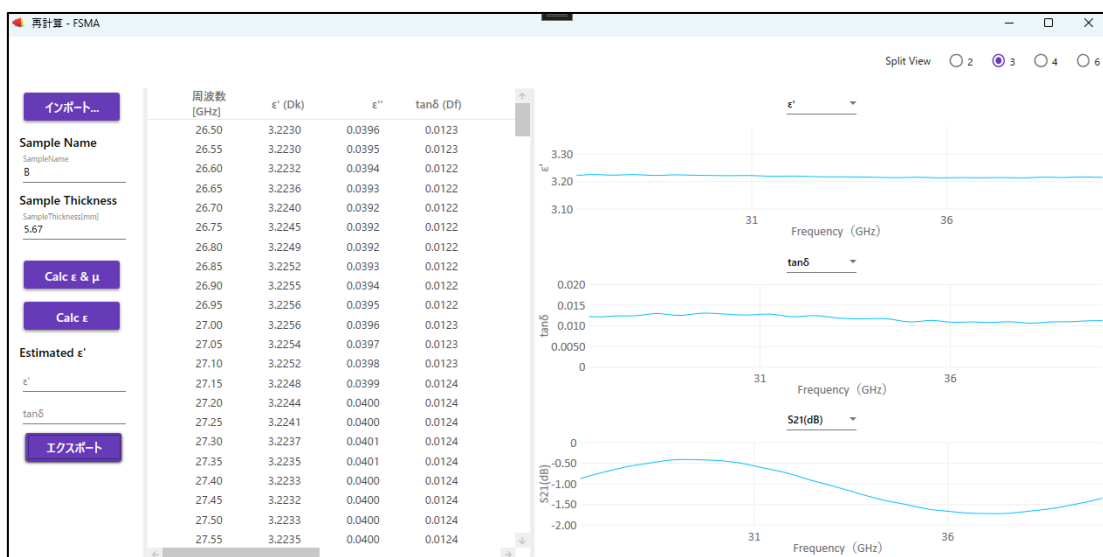
測定を終えた結果に対し、試料厚みや計算パラメータを変えて再計算をすることが可能です。「再計算」押し、再計算の条件を入力してください。誘電率の予想値がある場合、入力

することで計算の参考にさせることが可能です。条件の設定を終えたら **OK** を押してください。結果が更新されます。条件変更前の結果を上書きしますので、ご注意ください。

## 6. エクスポートした過去の結果の再計算

第4節で説明した「結果の保存」によって出力された Excel ファイルを再度読み込んで計算を行うことが可能です。

画面右上のメニューから **Load & 再計算** を選択します。インポートを押し、再計算した結果ファイルを選択してください。試料厚みや計算パラメータなどを選択し、再計算を行うことができます。結果は **エクスポート** から保存可能です。

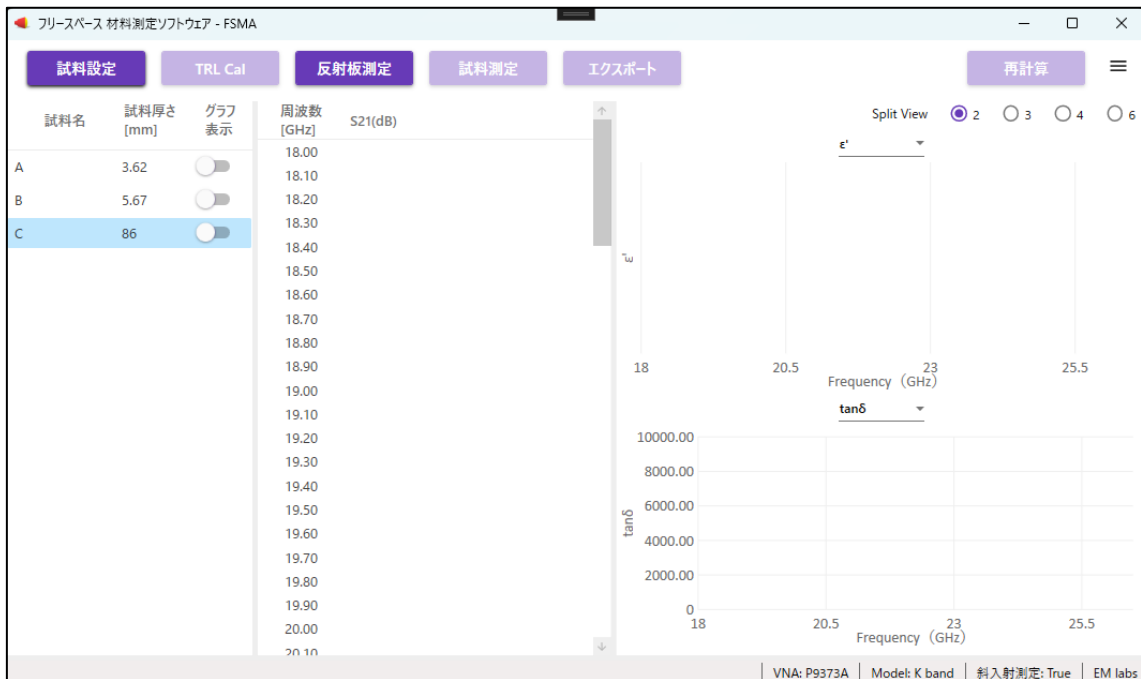


### 注記 (EXCEL のフォーマットについて)

本機能でインポートできる Excel ファイルは、本ソフトウェアが出力した Excel の形式に限ります。パラメータの列や厚みの行などを削除されていると正しく動作しません。

## 7. 斜入射測定

「1. 測定開始&測定器とバンドの選択」において「斜入射測定」にチェックを入れて OK を押すと斜入射測定モードとなります。なお、ハードウェアの設置方法についてはハードウェアのマニュアルを参照してください。



メイン画面に表示されている**反射板測定**を押し、ポップアップの操作指示に従ったのちにOKを押してください。

次に試料を選択し、**試料測定**を押してください。反射データが取得されます。結果の保存方法については、「4. 結果の確認と保存」を参照してください。

#### 注記（斜入射測定時の厚み等のデータについて）

斜入射測定では、試料の厚み情報は使用しません。試料設定画面では厚みを登録することができますが、その情報が使われることはありません。また、測定するパラメータについてもいずれを選んでも結果に差はありません。

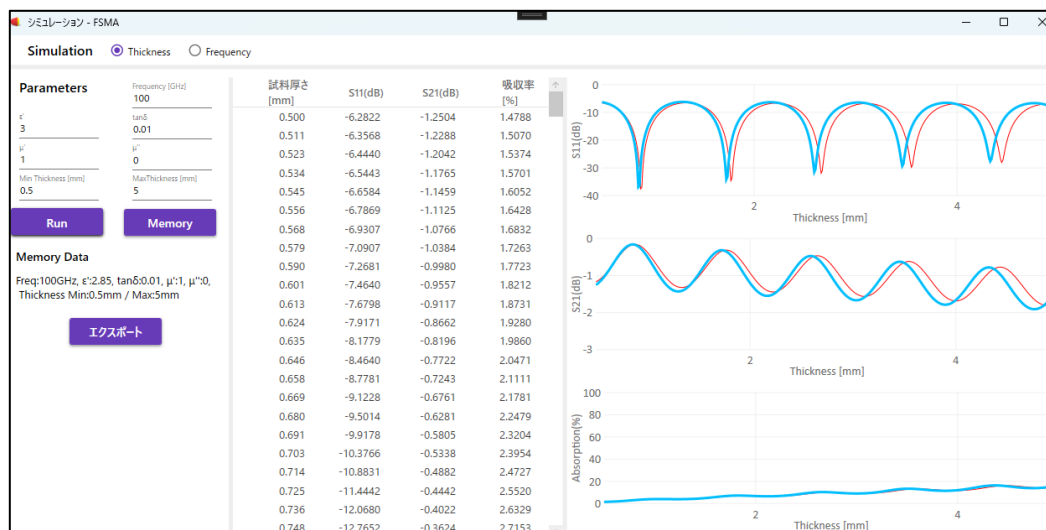
## 8. シミュレーション

本ソフトウェアにはオプションとしてシミュレーション機能を搭載しています。素材の誘電率及び透磁率から、透過・反射・吸収を求めることが可能です。横軸は周波数または試料厚さを設定できます。即ち「試料厚さ一定で周波数を変えたときの透過・反射・吸収の変化」と「周波数一定で試料厚さが変わったときの透過・反射・吸収の変化」がシミュレートできます。

条件を入力し、**Run**を押すと結果が表示されます。以下の画面は、100GHzにおいて、 $\epsilon' = 3$ 、 $\tan\delta = 0.01$  の材料に対し、試料厚さが変化するときどのような透過・反射・吸収特性を示すのかを示した結果です。

また、**Memory**を押すと現在の条件の結果を記憶させ、赤色で重ねて描画することが可能

です。下の画面では  $\epsilon' = 2.85$  だった場合の結果を保存して赤線で表示しています。結果はエクスポートから保存できます。



### 注記 (シミュレーションオプションについて)

シミュレーション機能についてはオプション機能であり、標準では利用できません。ご希望の場合、販売元までお問い合わせください。

## 第5章 おかしいと思ったら

正しくインストールできない。急に動作しなくなった。などの問題が起きた場合、弊社 Web サイトから直接お問い合わせください。

<https://www.emlabs.jp>

その際、以下の情報をご提供いただくと効果的に対応できます：

- ・ 本ソフトウェアのバージョン情報
- ・ PC OS のバージョン情報
- ・ Keysight IO Libraries のバージョン情報
- ・ ネットワーク・アナライザの型式とファームウェア・バージョン情報