



FC-DynaMo (Windowsアプリ版) v.3.4

操作マニュアル

長谷川 茂樹^a、金 尚弘^b、影山 美帆^a、河瀬 元明^a

^a京都大学 大学院工学研究科 化学工学専攻 反応工学分野

^b東京農工大学 工学研究院 応用化学部門

[illegible]

目次

FC-DynaMo GUIの概要・動作環境	p. 4
MATLAB Runtime のインストール	p. 5
FC-DynaMo GUI一式の解凍	p. 6
アプリ起動 ～ ケース作成	p. 7
コンソール概要：メインメニュー	p. 8
Applicationタブ：通常、船舶の切り替え	p. 9
FC stack タブ：FC材料パラメーター設定	pp. 10–11
FC system タブ：システム部品パラメーター設定	p. 12
Controllers タブ：制御器パラメーター設定	p. 13
Degradation タブ：劣化パラメーター設定	p. 14
Pt particle diameterタブ：白金粒子分布設定	p. 15
Load patternタブ：運転パターン設定	p. 16
Load patternタブ：ユーザー指定パターン作成	p. 17
ユーザー設定内容の保存と呼出し	p. 18
Execute FC-DynaMo タブ：シミュレーション実行	pp. 19–20
Execute FC-DynaMo タブ：Normalモードの結果の確認・出力	p. 21
Execute FC-DynaMo タブ：1+1Dモードの結果の確認・出力	p. 22
Execute FC-DynaMo タブ：Degradationモードの実行	p. 23
Execute FC-DynaMo タブ：Degradationモードの結果の確認・出力	p. 24
Execute FC-DynaMo タブ：結果の比較	p. 25
Performanceタブ：性能の比較	p.26
パラメーター設定情報のインポート・エクスポート	p. 27–30
オプションウィンドウ	p.31

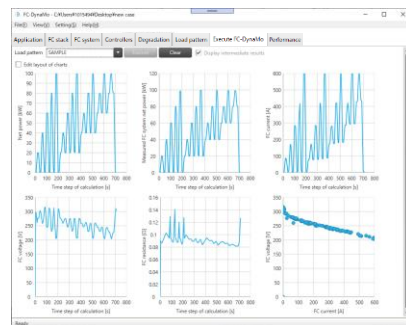
FC-DynaMo GUIの概要・動作環境

概要

- FC-DynaMo GUIは、MATLAB版FC-DynaMoをコンパイルして作成したFC-DynaMo.exe（本体）を実行するためのグラフィカルユーザーインターフェースを有します。
- FC-DynaMo GUIをインストールすると、FC-DynaMo.exeも合わせてインストールされます。
- FC-DynaMo.exeの実行にはMATLAB Runtimeが必要で、別途インストールする必要があります。

動作環境

OS	Microsoft Windows（Windows 11 推奨） Microsoft .NET Framework 4.5.2 以上
MATLAB Runtime	Release R2021a (MATLAB Runtime Version 9.10), Windows 64-bit 版を推奨
インストールに必要なディスク空き容量	10 GB 程度 (主にMATLAB Runtime用)



FC-DynaMoGUI

実行
→
←
計算結果



FC-DynaMo本体

MATLAB Runtime のインストール

ダウンロードサイト：<https://jp.mathworks.com/products/compiler/matlab-runtime.html>

製品 ソリューション アカデミア サポート コミュニティ イベント [MATLAB を入手する](#)  

MATLAB Compiler

[評価版](#) [営業へのお問い合わせ](#)

MATLAB Runtime

MATLAB をインストールせずにコンパイル済みの MATLAB アプリケーションやコンポーネントを実行

MATLAB Runtime はスタンドアロンの共有ライブラリ セットで、コンパイル済みの MATLAB アプリケーションやコンポーネントを実行できます。MATLAB、MATLAB Compiler、MATLAB Runtime を組み合わせて使用すると、多数のアプリケーションやソフトウェア コンポーネントを安全かつ迅速に作成、配布できます。

MATLAB Runtime は次の手順でダウンロードしてインストールします：

- 以下の表を参照して、ご使用のアプリケーションやコンポーネントに対応するバージョンとプラットフォームをクリックしてください。
MATLAB Runtime のバージョンは MATLAB のバージョンに対応しています。

注:この情報は、アプリケーションやコンポーネントに付属の readme.txt ファイルに収録されています。
- アプリケーションまたはコンポーネントを実行するコンピューターに MATLAB Runtime のインストーラー ファイルを保存します。
- インストーラーをダブルクリックして、インストール ウィザードの指示に従います。

詳細については、[MATLAB Runtime インストーラーのドキュメント](#)をご覧ください。

Release (MATLAB Runtime Version#)	Windows	Linux	Mac
R2021b (9.11)	64-bit	64-bit	Intel 64-bit
R2021a (9.10)	64-bit	64-bit	Intel 64-bit
R2020b (9.9)	64-bit	64-bit	Intel 64-bit
R2020a (9.8)	64-bit	64-bit	Intel 64-bit
R2019b (9.7)	64-bit	64-bit	Intel 64-bit

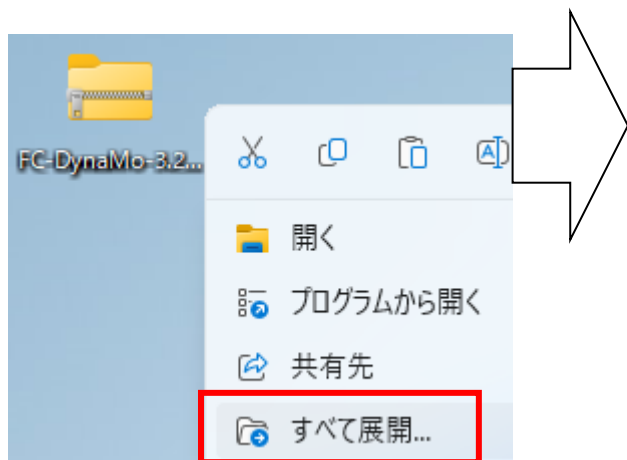
R2021a (9.10) Windows 64-bit
をダウンロードしてインストール

FC-DynaMo GUI一式の解凍

6

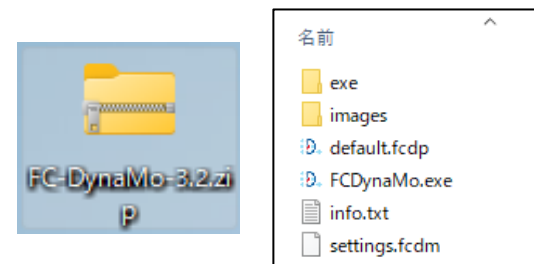
- FC-DynaMo-〇.〇.zipを右クリックし、「すべて展開(T)...」を押す
- 「参照」ボタンから展開先をデスクトップ等に設定し、「展開(E)」ボタンを押す
- 展開が終了すると展開先にGUI一式が配置される

ZIP形式ファイル

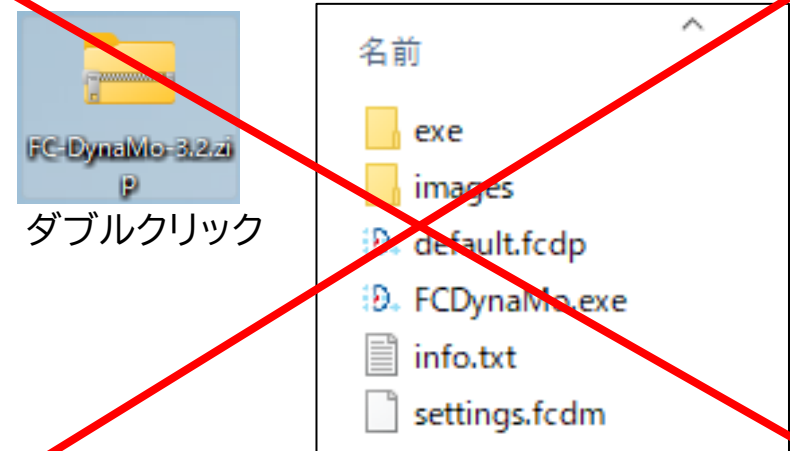


展開

フォルダの中身



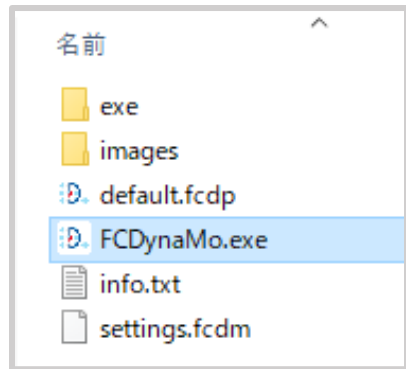
Windowsの機能でzipの状態から直接フォルダを開き、FC-DynaMoを起動する事はできない



アプリ起動 ～ ケース作成

7

アプリ起動



フォルダ内のFCDynaMo.exeをダブルクリックで起動

ケースフォルダーを作成するフォルダーを選択し、ファイル名欄でケースフォルダー名称を設定 (ここではデスクトップ→work→SAMPLEとした)

メニューバーから File → New case を選択

Windows によって PC が保護されました

Microsoft Defender SmartScreen は認識されないアプリの起動を停止しました。このアプリを実行すると、PC が危険にさらされる可能性があります。

アプリ: FCDynaMo.exe
発行元: 不明な発行元

このポップが表示された場合は 詳細 → 実行

実行 実行しない

Create New FC-DynaMo Case

ケースフォルダーを作成する場所

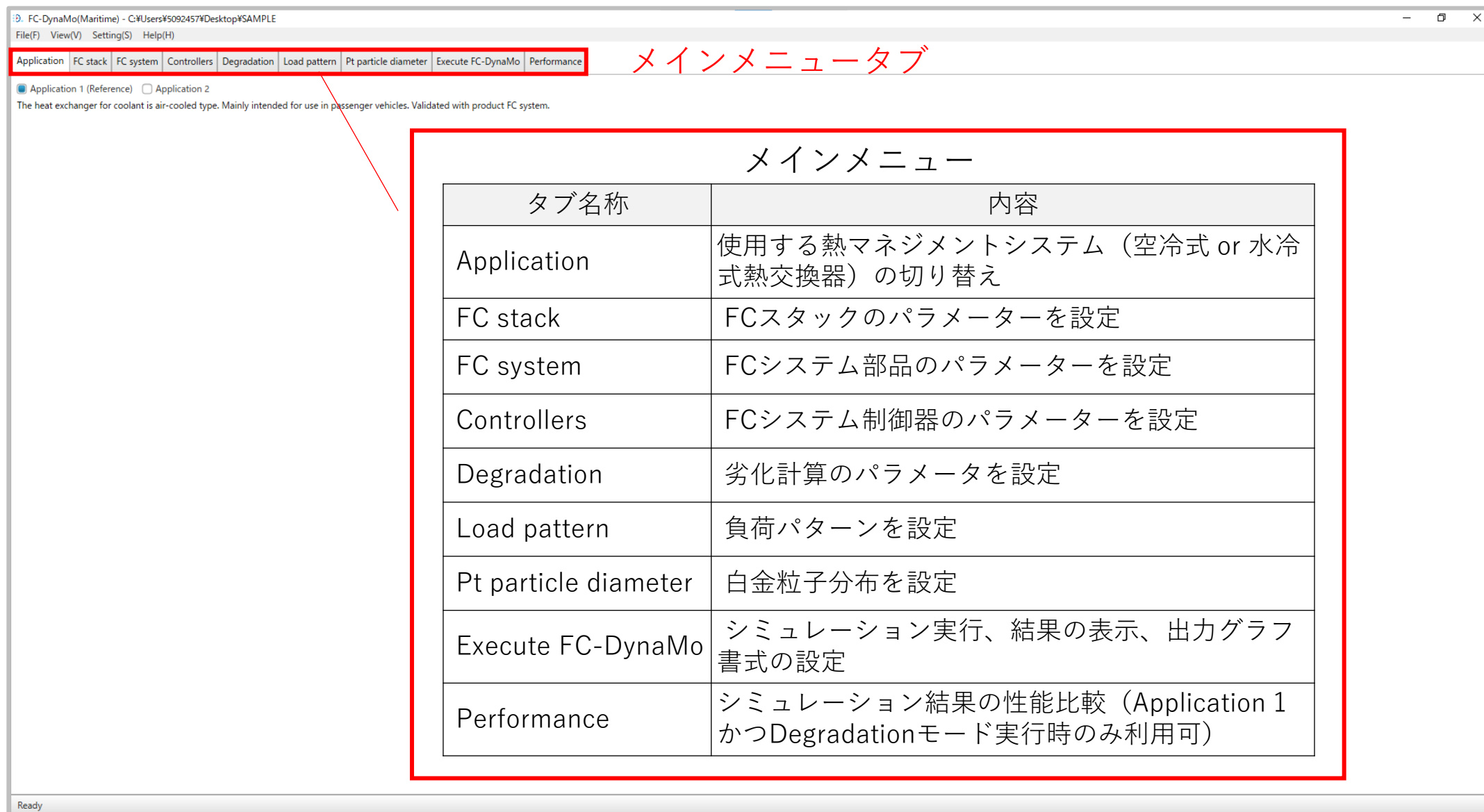
ケースフォルダー名称

ファイル名(N): SAMPLE
ファイルの種類(T): FC-DynaMo Case Folder (*)

保存(S) キャンセル

コンソール概要：メインメニュー

ケース作成後、下記のシミュレーション条件設定用のコンソール画面が表示される



The screenshot shows the FC-DynaMo software interface. The main menu tabs are: Application, FC stack, FC system, Controllers, Degradation, Load pattern, Pt particle diameter, Execute FC-DynaMo, and Performance. A red box highlights these tabs, and a red arrow points from the 'Application' tab to a detailed table of the main menu content.

タブ名称	内容
Application	使用する熱マネジメントシステム（空冷式 or 水冷式熱交換器）の切り替え
FC stack	FCスタックのパラメーターを設定
FC system	FCシステム部品のパラメーターを設定
Controllers	FCシステム制御器のパラメーターを設定
Degradation	劣化計算のパラメータを設定
Load pattern	負荷パターンを設定
Pt particle diameter	白金粒子分布を設定
Execute FC-DynaMo	シミュレーション実行、結果の表示、出力グラフ書式の設定
Performance	シミュレーション結果の性能比較（Application 1 かつDegradationモード実行時のみ利用可）

Applicationの切り替え

Applicationタブ選択

アプリケーションを選択

Application 1:空冷式熱交換器（車両等）

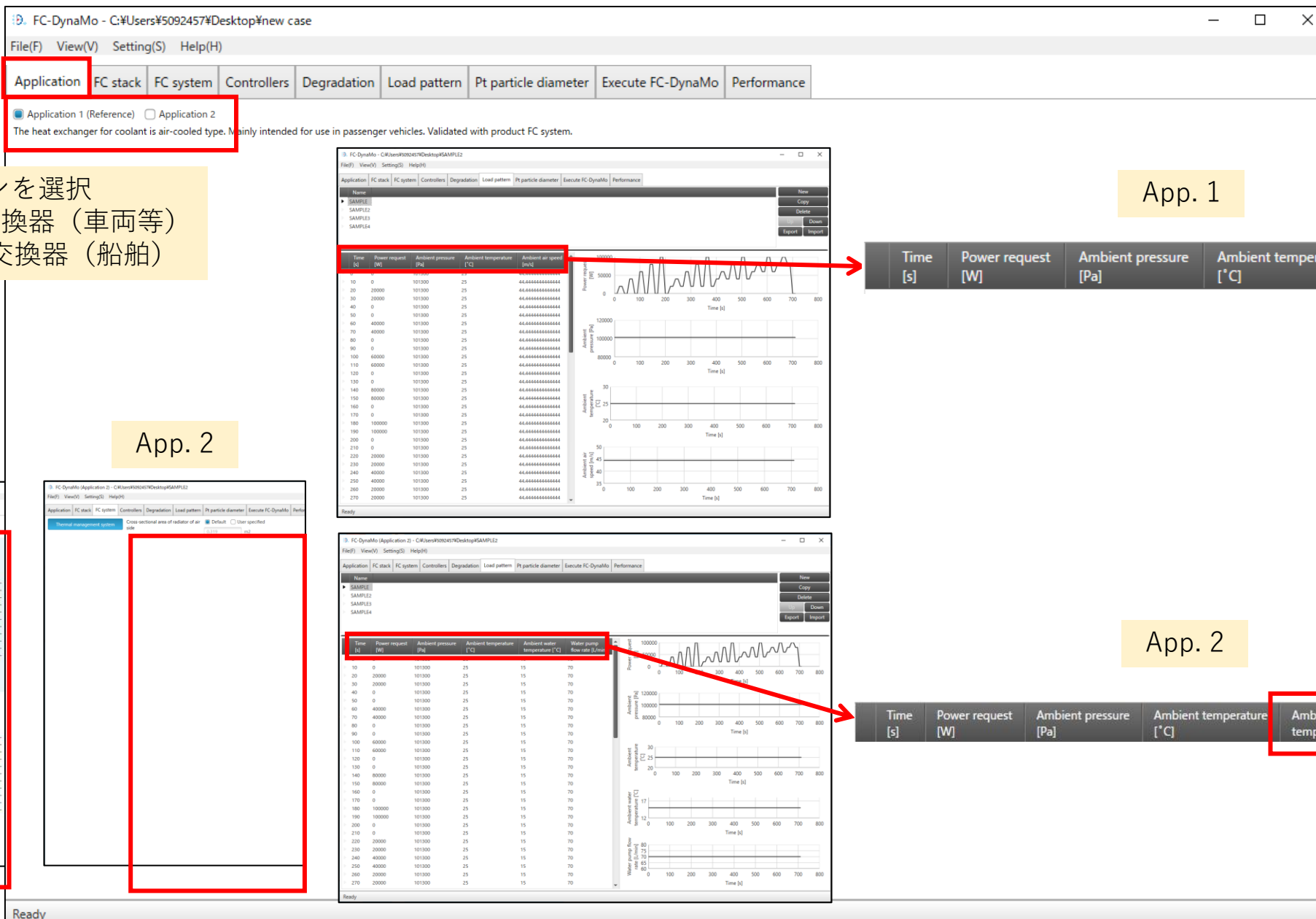
Application 2:水冷式熱交換器（船舶）

App. 1

App. 2

App. 1

App. 2



アプリケーションによって表示されるパラメータが異なる

FC stack タブ：FC材料パラメーター設定

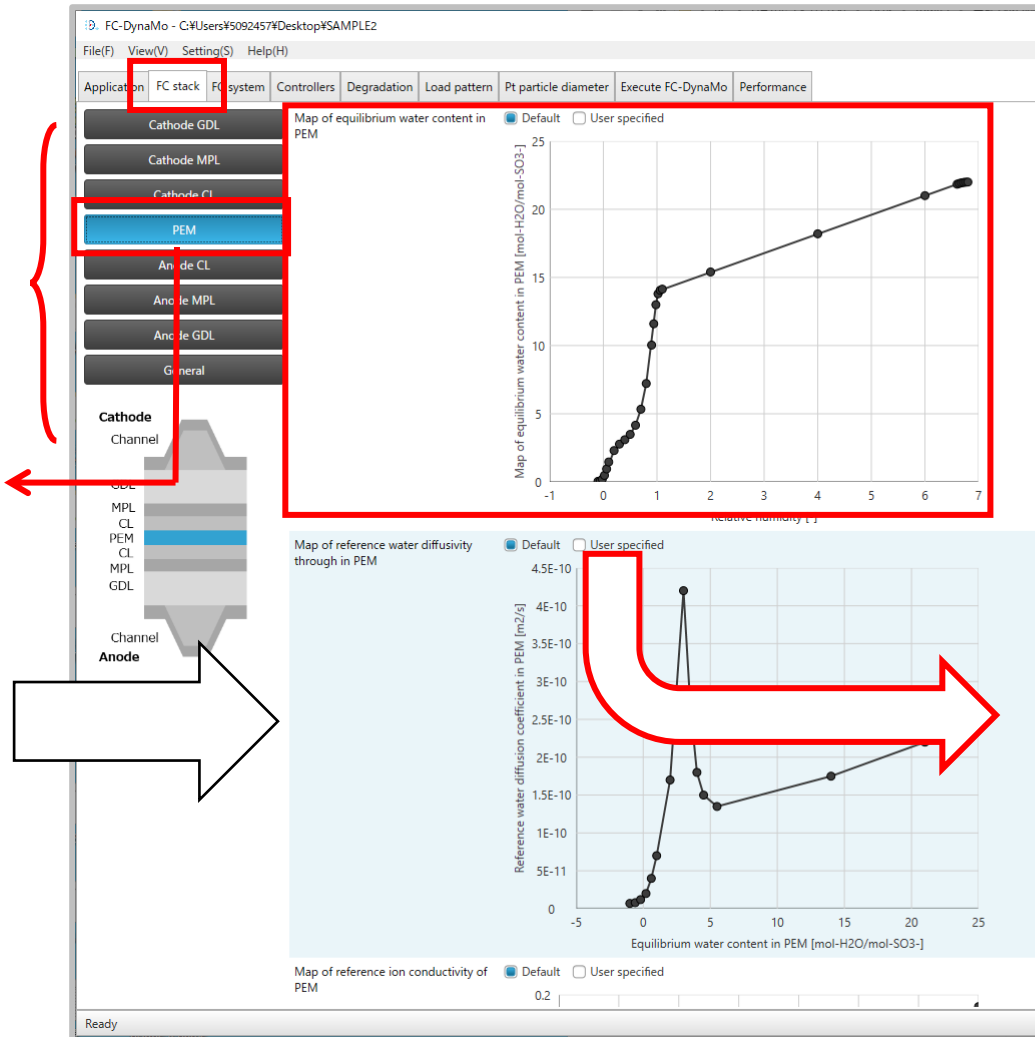
11

FC stack
タブ選択

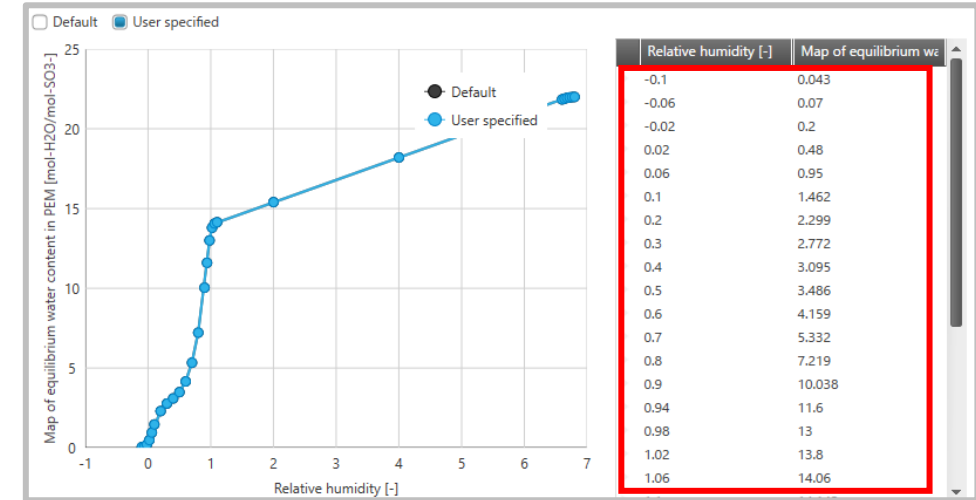
FCスタック部品
サブメニューボタン

対象の部品を選択

部品ごとの
メニューが表示
される



パラメーター設定 (1次元マップ)



設定方法①

修正したいセルをダブルクリック
→ 数値入力アクティブになる
→ ユーザー指定値を入力

設定方法②

Excel等で事前に作成したデータを
Windowsクリップボードに
コピーしておき指定セルにペースト

FC system タブ：システム部品パラメーター設定

12

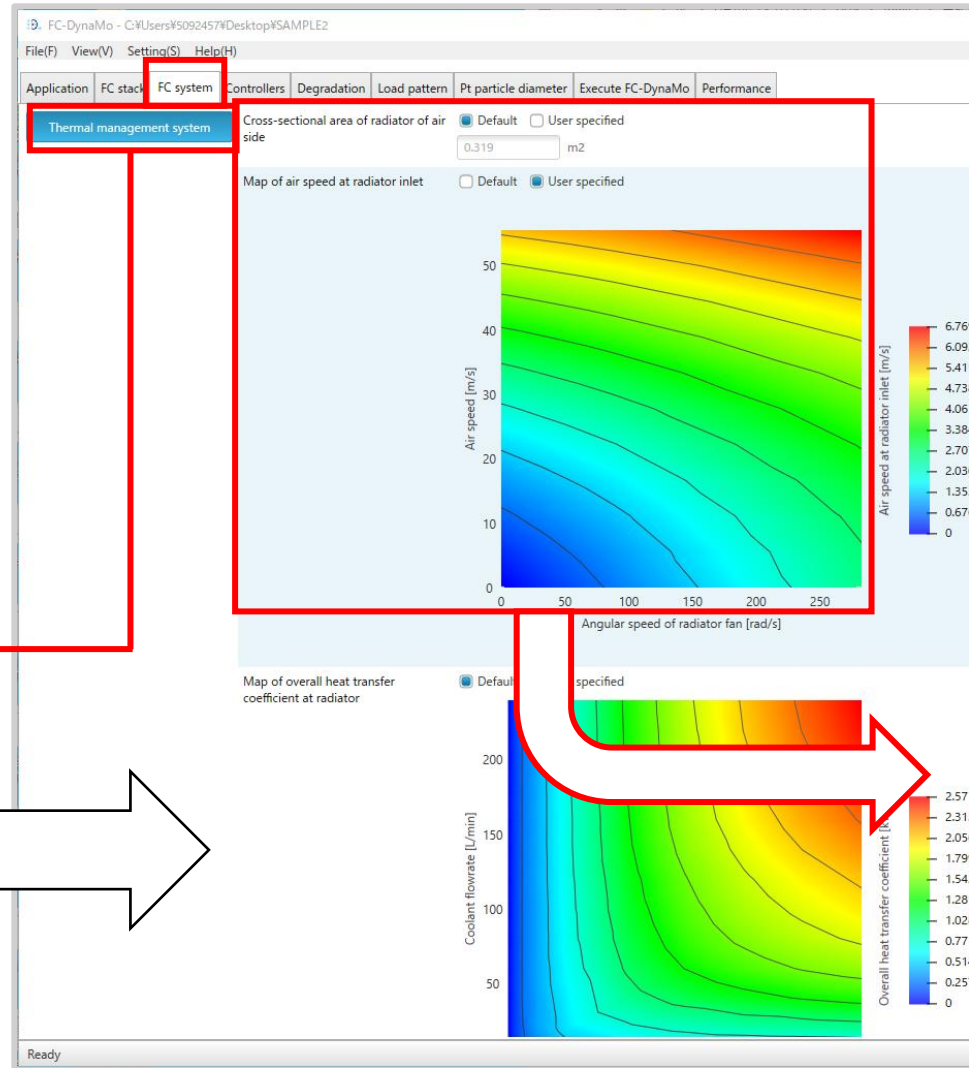
FC system
タブ選択

FCシステム
サブメニューボタン

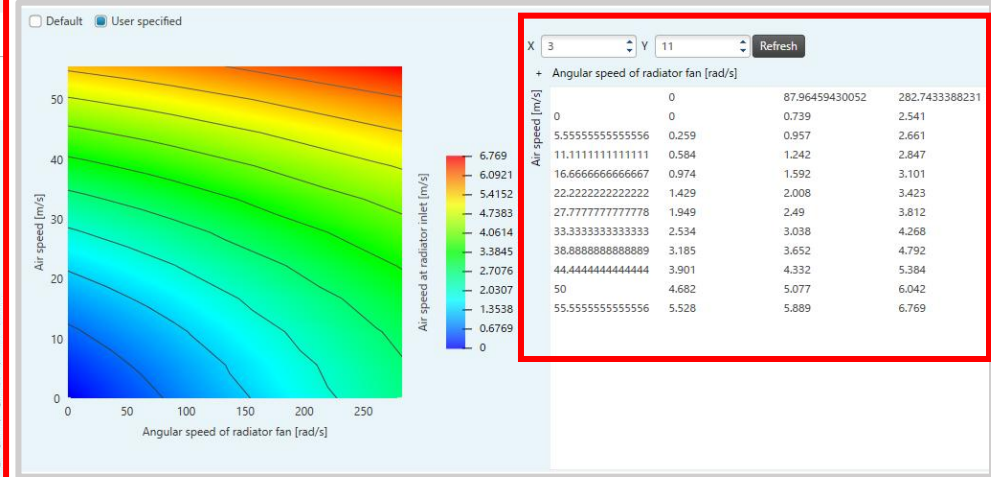
現バージョンでは
一部のシステム部品
のみ設定可能
今後ニーズに応じて
メニュー追加予定

対象システムを選択

システムごとの
メニューが表示
される



パラメーター設定 (2次元マップ)



設定方法①

修正したいセルをダブルクリック
→ 数値入力がアクティブになる
→ ユーザー指定値を入力

設定方法②

Excel等で事前に作成したデータを
Windowsクリップボードに
コピーしておき指定セルにペースト

Controllers タブ：制御器パラメーター設定

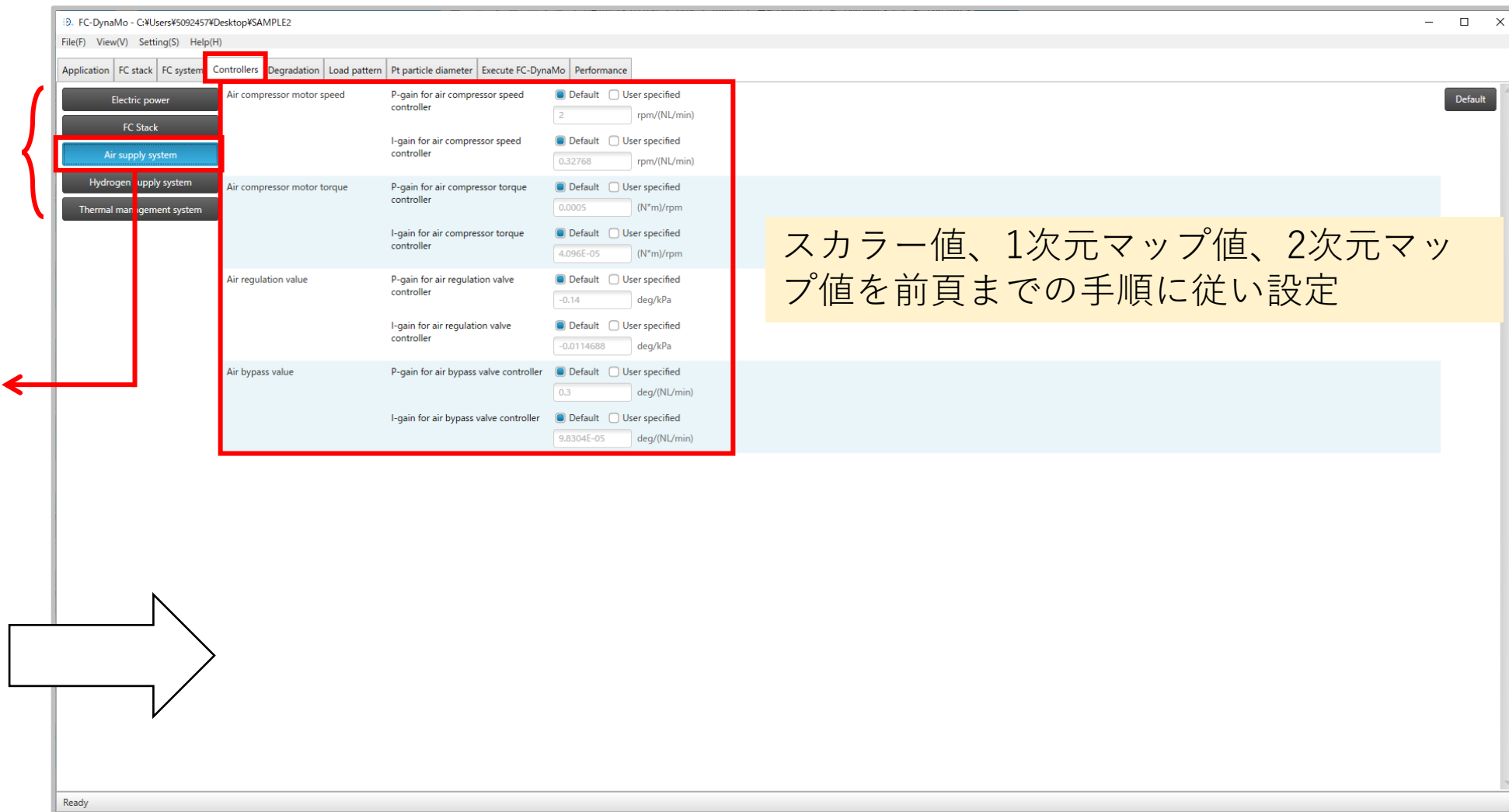
Controllersタブ選択

制御器
サブメニューボタン

現バージョンでは
一部の制御器
のみ設定可能
今後ニーズに応じて
メニュー追加予定

対象システムを選択

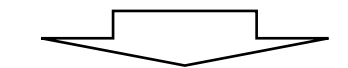
制御器ごとの
メニューが表示
される



Degradation タブ：劣化パラメーター設定

14

Degradationタブ選択



劣化
サブメニューボタン

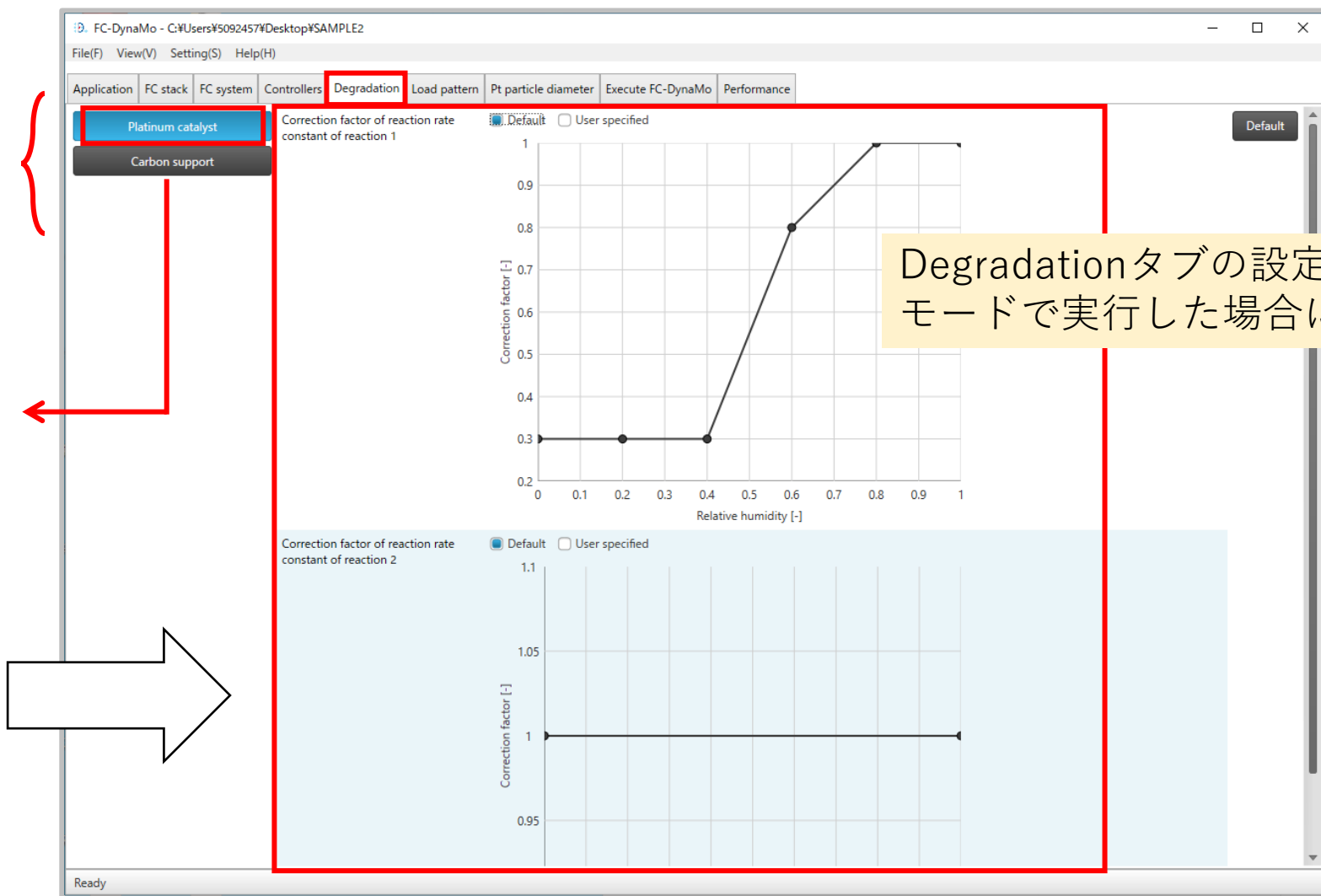
白金劣化及び
カーボン担体劣化
のパラメータを
設定可能



対象の劣化パラメータ
を選択



劣化パラメータ
が表示される



Pt particle diameterタブ：白金粒子分布設定

FC-DynaMo - C:\Users\¥5092457\Desktop\FC-DynaMo\FC-DynaMo.exe

File(F) View(V) Setting(S) Help(H) Pt particle diameterタブ選択

Application FC stack FC system Controllers Degradation Load pattern Pt particle diameter Execute FC-DynaMo Performance

Name

▶ SAMPLE ← デフォルトではSAMPLEパターンが設定されている

New Copy Delete Up Down Export Import

上からヒストグラムのビンサイズ、カソード触媒層の白金担持量、カソード触媒層の厚みを指定する。カソード触媒層のECSAは自動で計算される。

Diameter [nm]

Bin size of particle count 0.5 nm

Pt loading at cathode CL 0.165 mg/cm2

Thickness of cathode catalyst layer 10 μm

Geometric surface area 91.875 m2-Pt/m2

Convert

Convertボタンをクリックすると右のヒストグラムおよび粒子数密度が生成される

白金粒子径のリストを入力

白金粒子径分布のヒストグラム

白金粒子径の粒子数密度
(ヒストグラムから3次スプライン補間で決定)

Particle count [counts]

Particle diameter [nm]

Particle count density [counts/m3]

Particle diameter [nm]

Ready

Load patternタブ：運転パターン設定

FC-DynaMo - C:\Users\#50924

File(F) View(V) Setting(S) Help(H)

Application FC stack FC system Controllers Degradation **Load pattern** Pt partic Meter

Load patternタブ選択

デフォルトではSAMPLEパターンが設定されている

対象とする運転パターンの設定項目

① 時間 ② FCシステム ネットパワー指令値 ③ 外気圧力 ④ 外気温度 ⑤ 外気風速

Time [s]	Power request [W]	Ambient pressure [Pa]	Ambient temperature [°C]	Ambient air speed [m/s]
0	0	101300	25	44.444444444444
10	0	101300	25	44.444444444444
20	20000	101300	25	44.444444444444
30	20000	101300	25	44.444444444444
40	0	101300	25	44.444444444444
50	0	101300	25	44.444444444444
60	40000	101300	25	44.444444444444
70	40000	101300	25	44.444444444444
80	0	101300	25	44.444444444444
90	0	101300	25	44.444444444444
100	60000	101300	25	44.444444444444
110	60000	101300	25	44.444444444444
120	0	101300	25	44.444444444444

Power request [W]

Ambient pressure [Pa]

Time [s]

App. 2のLoad pattern

① 時間 ② FCシステム ネットパワー指令値 ③ 外気圧力 ④ 外気温度 ⑤ 水温度 ⑥ 水流量

Time [s]	Power request [W]	Ambient pressure [Pa]	Ambient temperature [°C]	Ambient water temperature [°C]	Water pump flow rate [L/min]
0	0	101300	25	15	70
10	0	101300	25	15	70

Load patternタブ：ユーザー指定パターン作成

17

FC-DynaMo - C:\Users\5092457\Desktop\SAMPLE2

File(F) View(V) Setting(S) Help(H)

Application FC stack FC system Controllers Degradation Load pattern Pt particle di

入力情報に応じて
グラフに修正が
反映される

新規パターンが表示される
ダブルクリックで名称変更可能
(ここではCUSTOMとした)

Newボタン
を押下

New
Copy
Delete
Up Down
Export Import

Time [s]	Power request [W]	Ambient pressure [Pa]	Ambient temperature [°C]	Ambient air speed [m/s]
0	10	100	20	80
20	10	100	20	80
40	80	100	20	80
60	80	100	20	80
80	10	100	20	80
100	10	100	20	80

Power request [W]

Time [s]

Excel

自動保存 115 Book1 - Excel

ファイル ホーム 挿入 ページレイアウト 数式 データ 校閲 表示 自

遊ゴシック 11 A A

B I U 貼り付け クリップボード フォント 配置

	A	B	C	D	E	F
1						
2		Time [s]	Power [kW]	Pressure [kPa]	Temperature [°C]	Speed [km/h]
3		0	10	100	20	80
4		20	10	100	20	80
5		40	80	100	20	80
6		60	80	100	20	80
7		80	10	100	20	80
8		100	10	100	20	80
9						

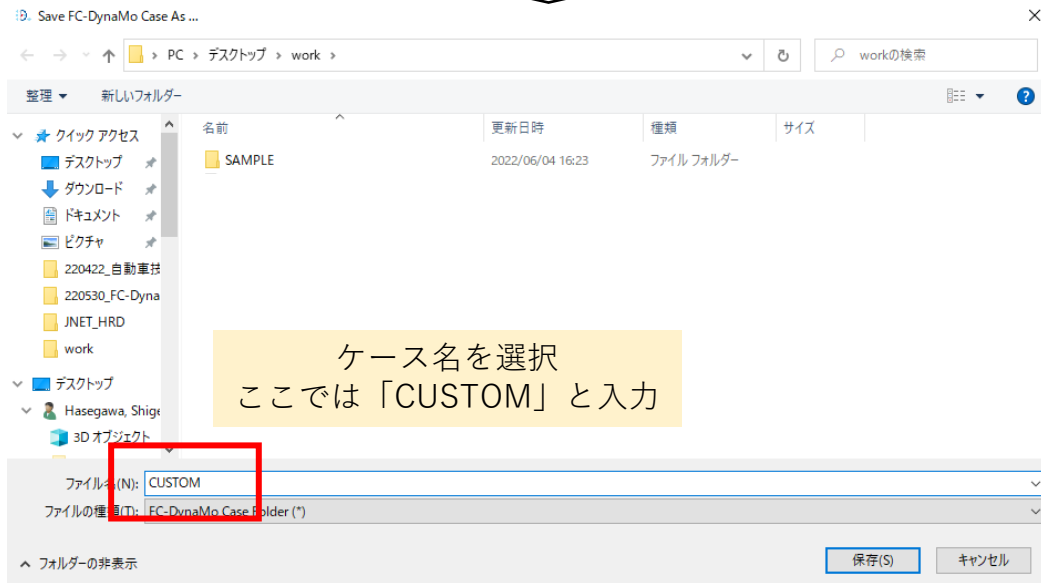
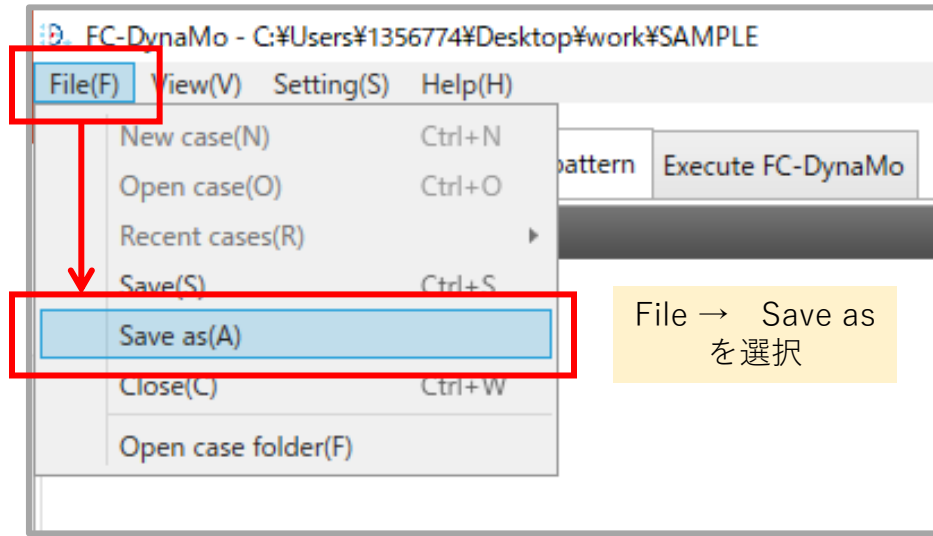
Excel等で事前に作成したデータを
Windowsクリップボードに
コピーしておき指定セルにペースト

Ready

ユーザー設定内容の保存と呼出し

18

保存

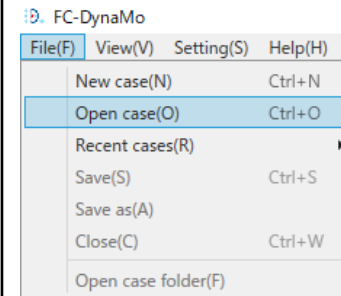


呼出し

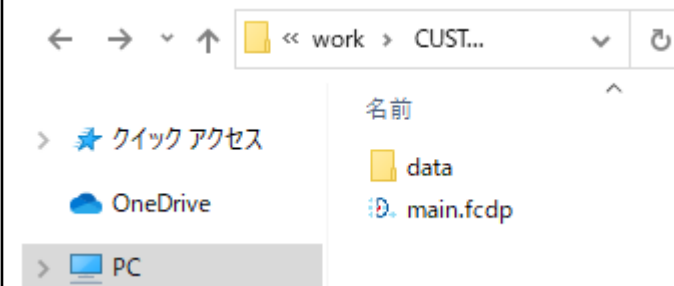


手順(1)で作成した work フォルダー内に、新たにCUSTOMケースが作成された

手順(1) でNew case を選択する代わりに Open caseを選択する



新たに作成されたファイル内の main.fcdp を選択すると、
前回の設定内容を読み出すことが可能



Execute FC-DynaMo タブ：シミュレーション実行

19

FC-DynaMo - C:\Users\5092457\Desktop\SAMPLE

File(F) View(V) Setting(S) Help(H)

Application FC stack FC system Controllers **Degradation** Load pattern Execute FC-DynaMo Performance

Mode ☒ Normal ☐ 1+1D ☐ Degradation Load pattern SAMPLE Execute ☐ Display reference data

☒ Edit chart layout

Chart height 300 px

10 rows

X axis Time

Y axis FC-system net power

Plot type ☒ Line ☐ Dot

FC-system net power [kW]

X axis Time

Y axis FC-stack gross power

Plot type ☒ Line ☐ Dot

power [kW]

Ready

columns 1

Mode: Normal、1+1D、Degradationのいずれかを選択

Normal: 厚さ方向の1D計算
1+1D: 厚さ + 流路方向の面内分布計算
Degradation: Ptと担体カーボンの劣化計算あり (1D)

Edit chart layoutのチェックボックスをON→ グラフ書式が表示される
表示するグラフの数 (行数・列数) を rows / columns に入力

作成したいX軸/Y軸の項目を
リストボックスから選択

プロット書式 (線/点) を選択

Execute FC-DynaMo タブ：シミュレーション実行

FC-DynaMo - C:\Users\5092457\Desktop\SAMPLE

File(F) View(V) Setting(S) Help(H)

Application FC stack FC system Controllers Degradation Load pattern **Execute FC-DynaMo** Performance

Mode ☒ Normal ☐ 1+1D ☐ Degradation Load pattern SAMPLE **Execute** ☐ Display reference data

☒ Edit chart layout

Chart height 300

10 rows

X axis Time

Y axis FC-system net power

Plot type ☒ Line ☐ Dot

FC-system net power [kW]

Time [s]

X axis Time

Y axis FC-stack gross power

Plot type ☒ Line ☐ Dot

power [kW]

Ready

columns 1

シミュレーション開始後、実行中メッセージが表示される
シミュレーション終了後、終了メッセージが表示される

Please wait for the calculation to finish.
This process can take several minutes.

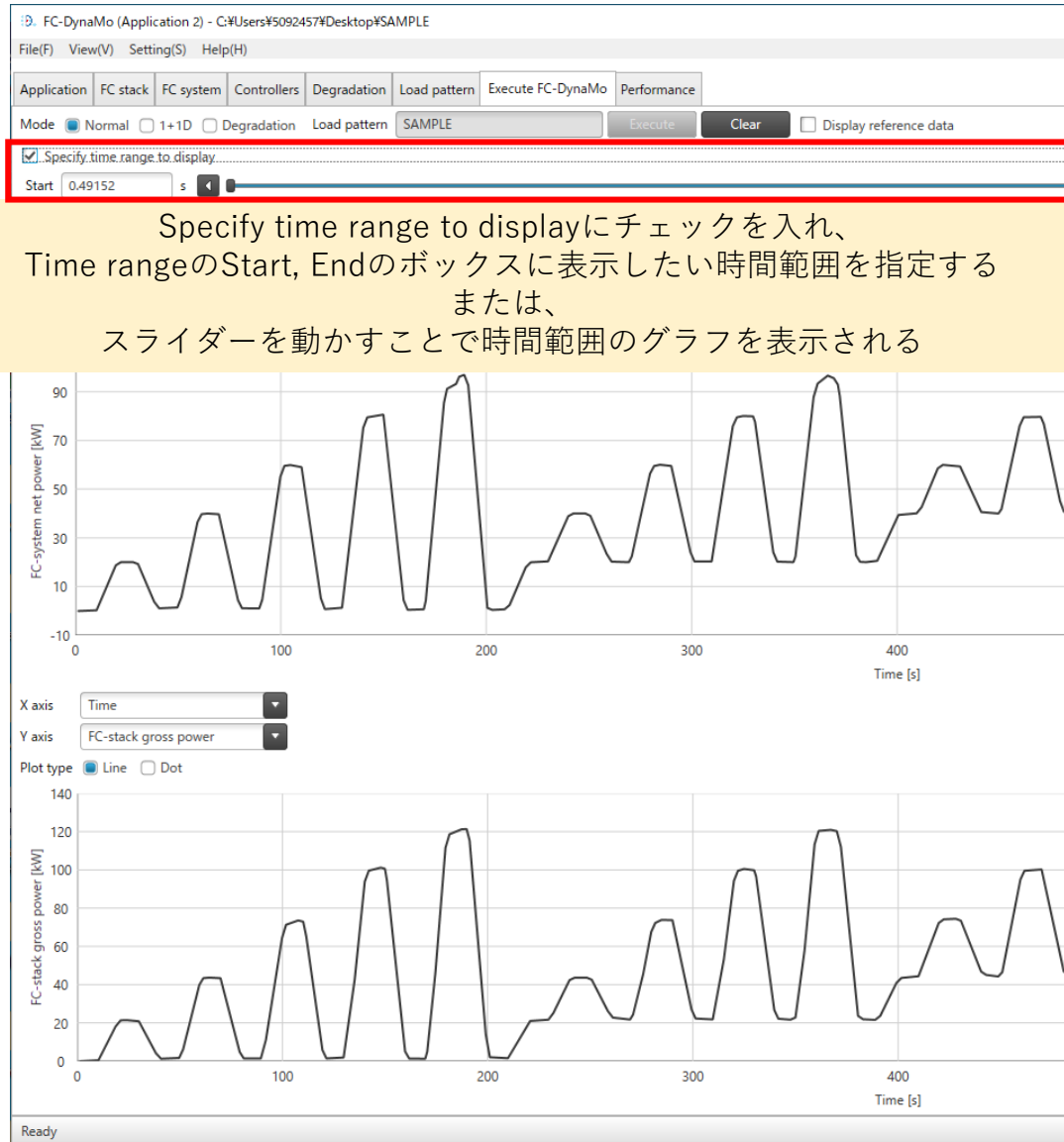
FC-DynaMo successfully finished.

Show Detail Copy Message OK

※ シミュレーション実行中はフォルダ内にあるdata¥result.csvを開かないよう注意する

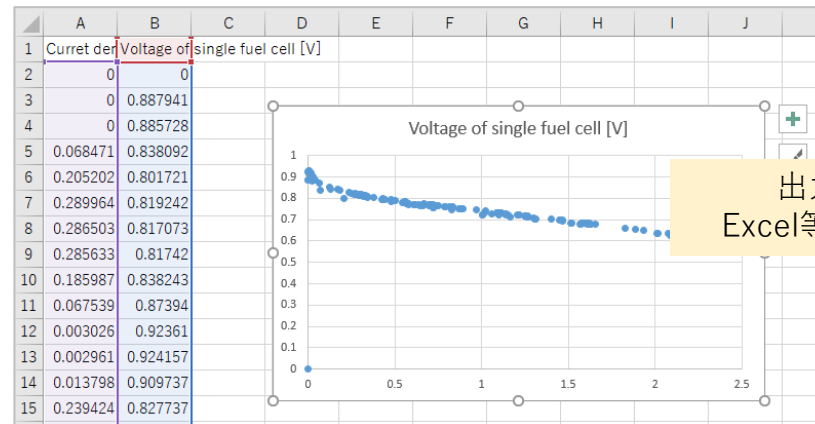
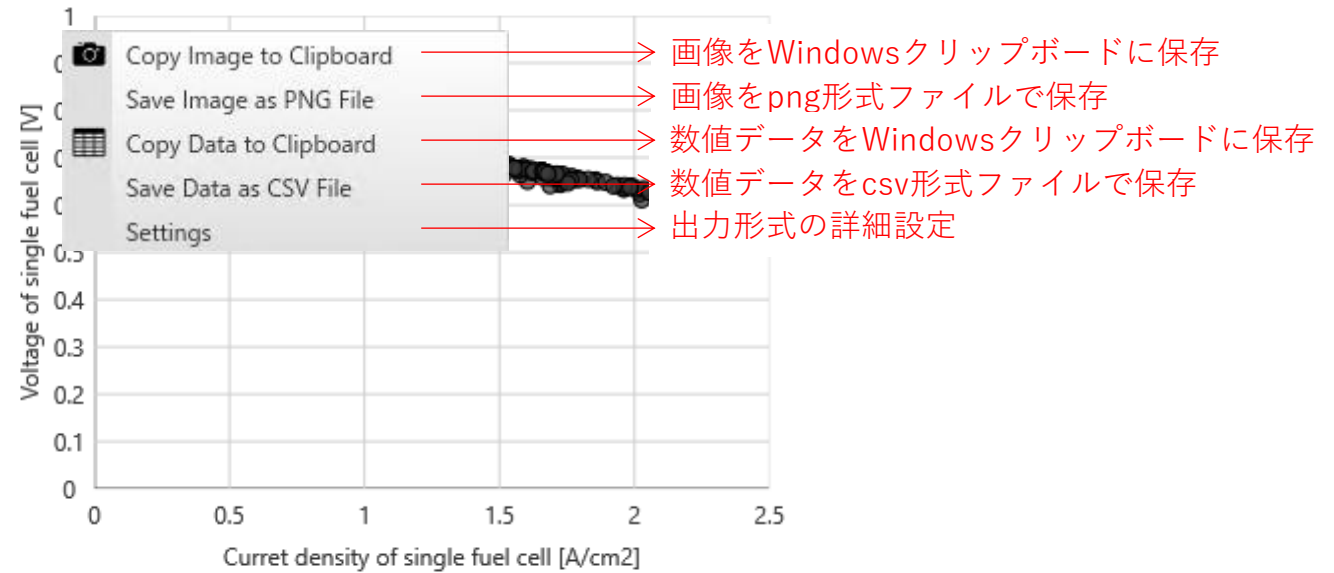
Execute FC-DynaMo タブ：Normalモードの結果の確認・出力

21



シミュレーション終了後、指定した書式で結果が表示される

グラフ上で右クリックすると、データ出力メニューが表示される



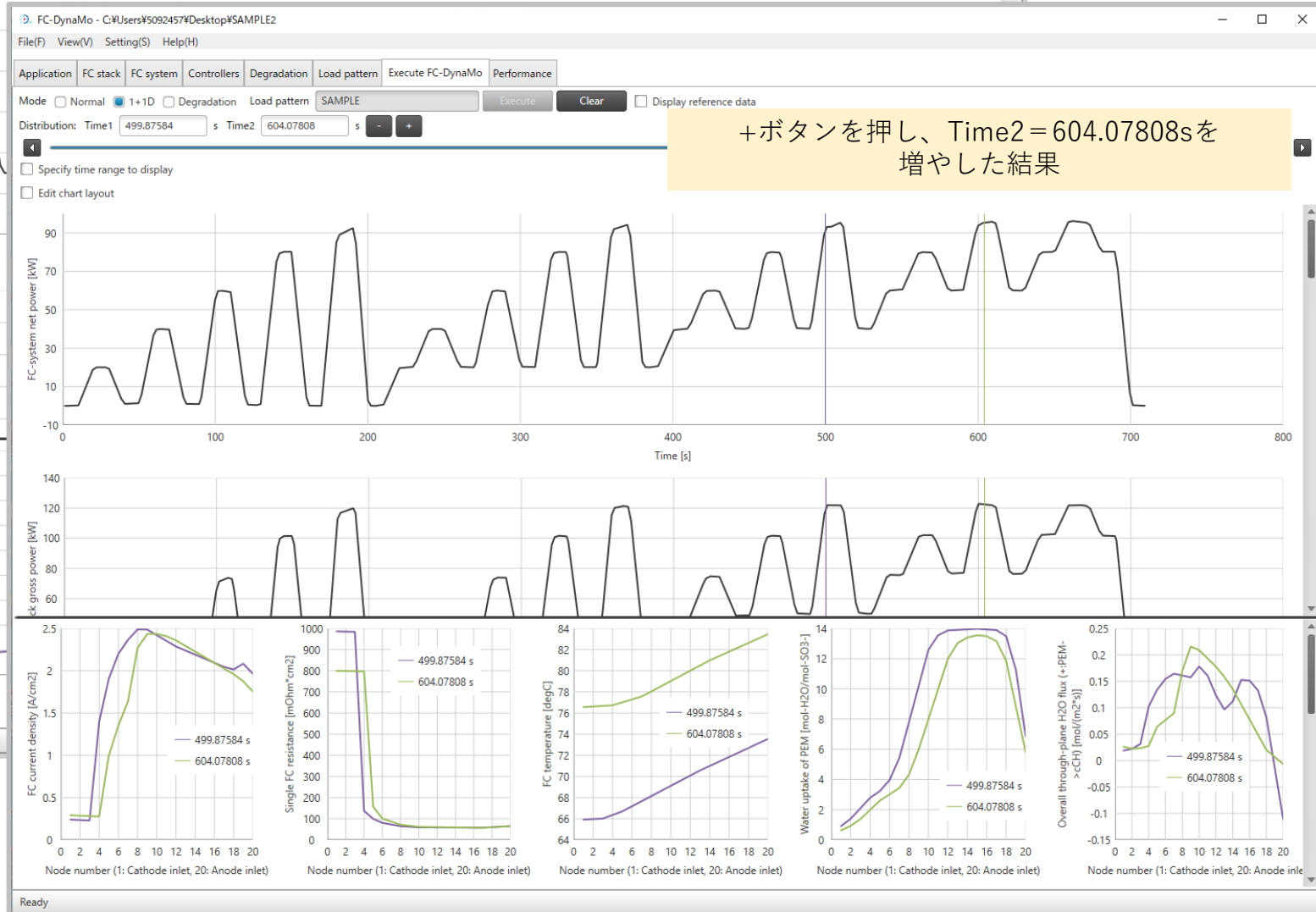
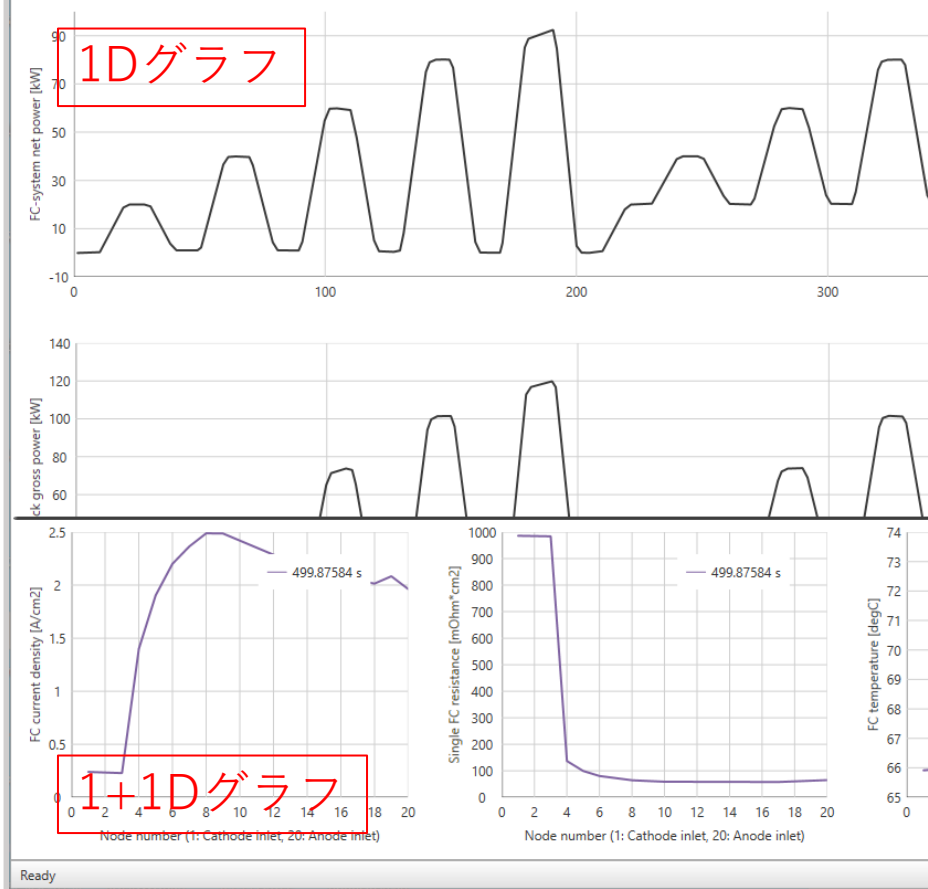
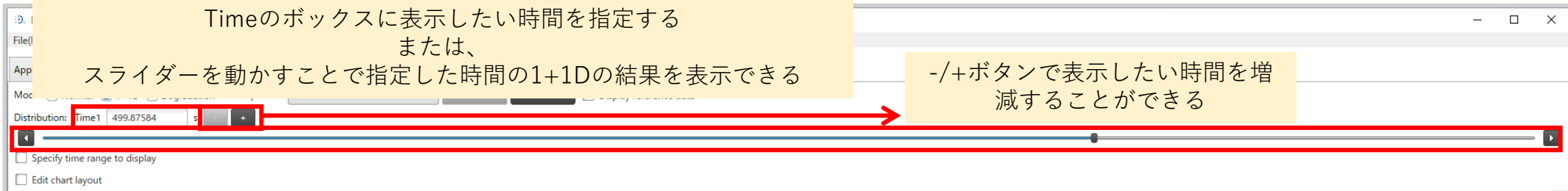
出力した数値データは
Excel等に出力し後で利用可能

Execute FC-DynaMo タブ：1+1Dモードの結果の確認・出力

Timeのボックスに表示したい時間を指定する
または、

スライダーを動かすことで指定した時間の1+1Dの結果を表示できる

-/+ボタンで表示したい時間を増減することができる



シミュレーション終了後、指定した書式で結果が表示される

Execute FC-DynaMo タブ：Degradationモードの実行

23

The screenshot displays the FC-DynaMo software interface with the 'Execute FC-DynaMo' tab selected. The 'Degradation' mode is chosen in the 'Mode' section. The 'Pt particle diameter' is set to 'SAMPLE' and the 'cycles' to '0.2'. The 'Execute' button is highlighted with a red box. A red arrow points from the 'Execute' button to a dialog box that appears, indicating the execution process.

白金粒子分布をリストボックスから選択

サイクル数を設定

Executeボタンを押下

Degradationモードでは、Normalモードと違いPt particle diameterタブで算出されたECSAを用いて計算される

ECSAを上書きして実行する旨が書かれたダイアログが表示される
OKボタンを押下して、計算を実行する

Information

The electrochemical surface area of Pt in cathode catalyst layer (90 m²-Pt/m²) is overwritten by the geometric surface area (91.875 m²-Pt/m²) calculated from the Pt particle diameter distribution.

OK Cancel

Please wait for the calculation to finish.
This process can take several minutes.

Ptの粒径分布から計算されたECSAにデフォルト値が書き換えられる。

FC system net power [kW]

Time [s]

Relative ECSA [-]

Particle count density distribution at cathode catalyst layer [counts/m³]

Diameter [nm]

Ratio of Pt-OH on platinum in equilibrium state [-]

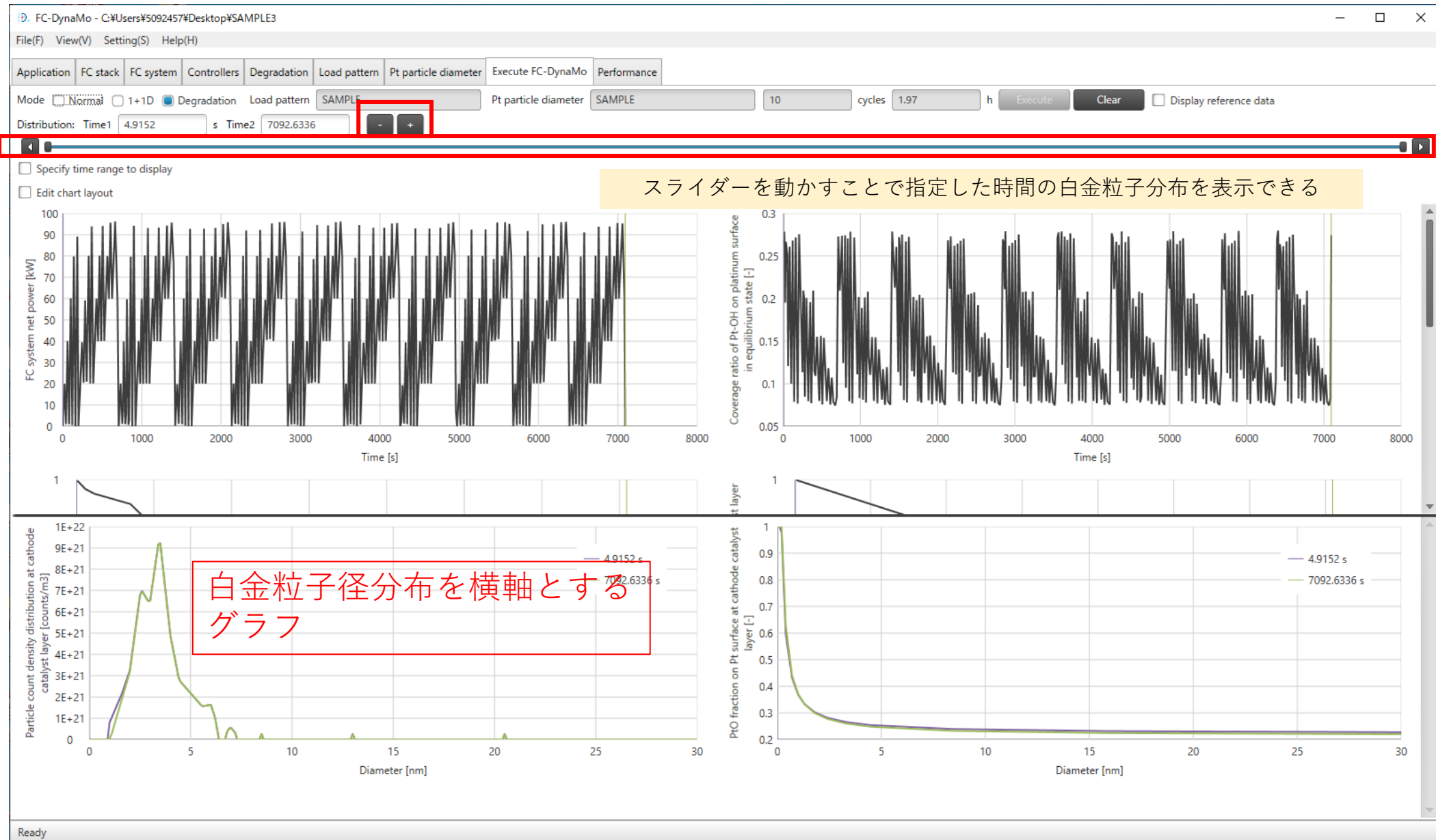
0 s

0 s

Ready

Execute FC-DynaMo タブ：Degradationモードの結果の確認・出力

24



Execute FC-DynaMo タブ：結果の比較

別の計算結果のグラフと、現在の計算結果のグラフを比較する事が可能



Performanceタブ：性能の比較

別の計算結果と、現在の計算結果から性能を比較する事が可能

Display reference dataにチェックを入れる

☒ Display reference data ..¥REFERENCE¥data¥result.csv

Select Clear

Application1かつDegradation mode選択時のみPerformanceタブが有効になる。

Selectボタンを押し、
比較したい計算結果（別のケースフォルダ内のdata¥result.csv）を選択する

	Current	Reference	
Hydrogen consumption	0.679047367	0.695409954	kg
ECSA loss	0.026313783	0.050292325	m2
Carbon loss	0.003015536	0.003766195	g
Average absolute error of net power	1.465533741	1.15207875	kW

指定した計算結果が反映される

Default referenceは、白金の粒径分布と物性等のパラメーターがデフォルト値の時の計算結果

燃費
Fuel efficiency (1.024)

追従性
Net power tracking performance (0.786)

Pt耐久性
Pt durability (1.911)

C耐久性
Carbon durability (1.249)

指定した計算結果がレーダーチャートに反映される

負荷パターンを繰り返した場合にも1サイクル目の結果のみで比較。

パラメーター設定情報のインポート・エクスポート

一度設定したパラメーターをファイルにエクスポート（保存）し、次回使用時にインポートする（開く）ことで再利用が可能

エクスポート手順

タブ内の設定情報を
エクスポート可能

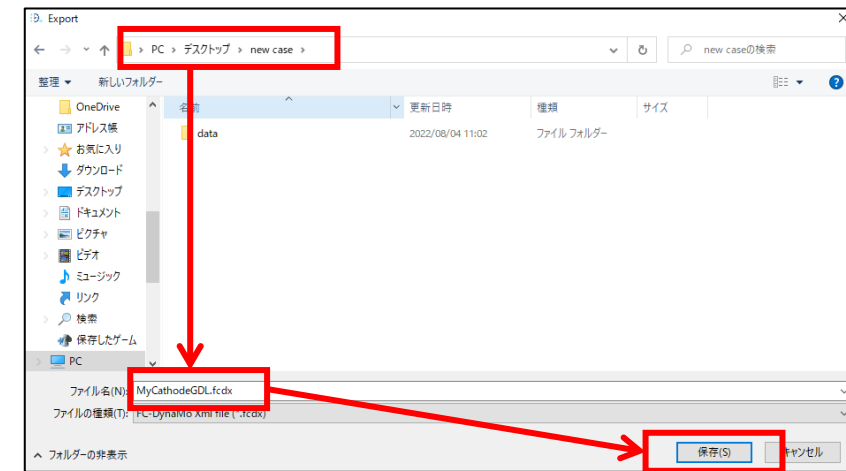
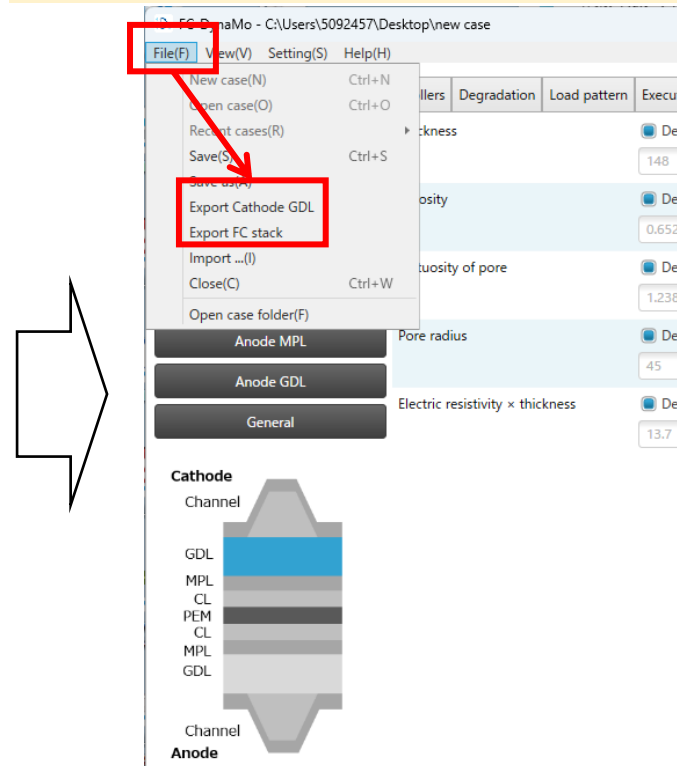
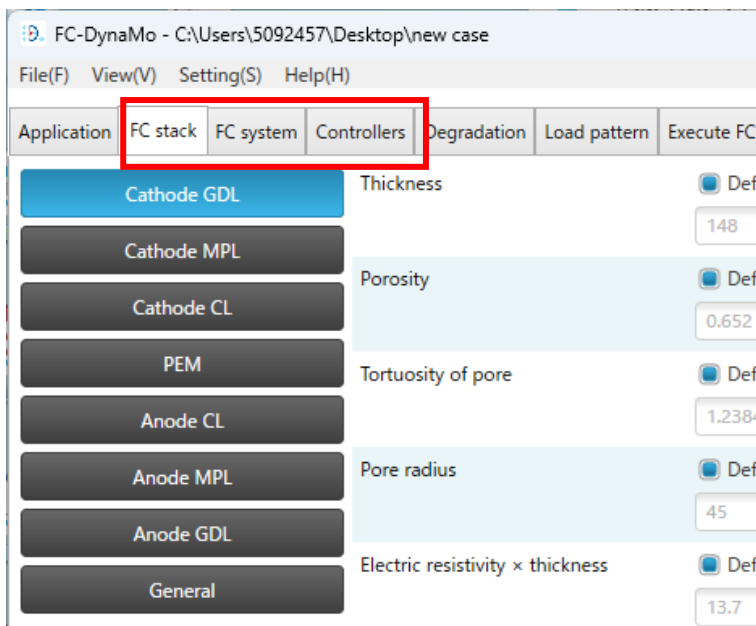
- FC stack
- FC system
- Controllers

(例) FC stack→Cathode GDLを選択中の場合、
Fileメニューの中に、

- Export Cathode GDL
(Cathode GDLの設定情報のみエクスポート)
- Export FC stack
(FC stackの設定情報全てをエクスポート)

が表示される

保存先のフォルダーとファイル名を
指定してエクスポート（保存）する。
(拡張子.fcdxは変更しない)
※ここでは、ファイル名を
「MyCathodeGDL.fcdx」(GDL)と
「MyFcStack.fcdx」(FCスタック全体)
とした。



※FC system、Controllerタブでも
FC stackタブと同様に部品ごと、
システム毎のエクスポートが可能

パラメーター設定情報のインポート・エクスポート

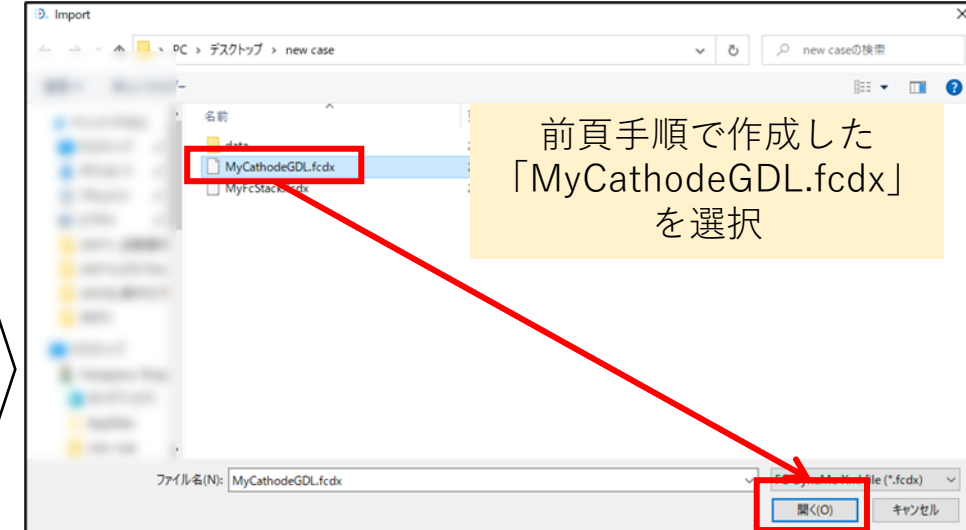
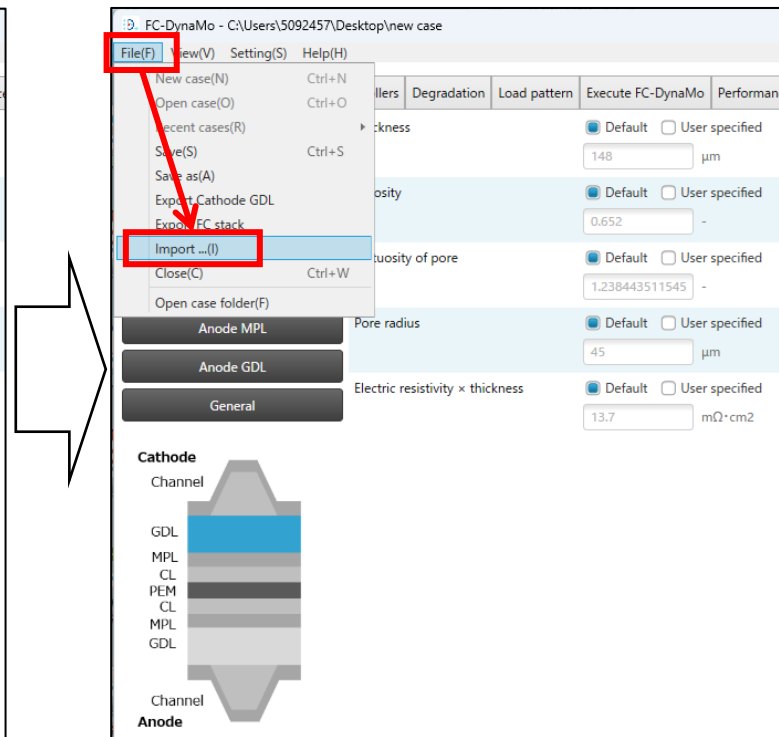
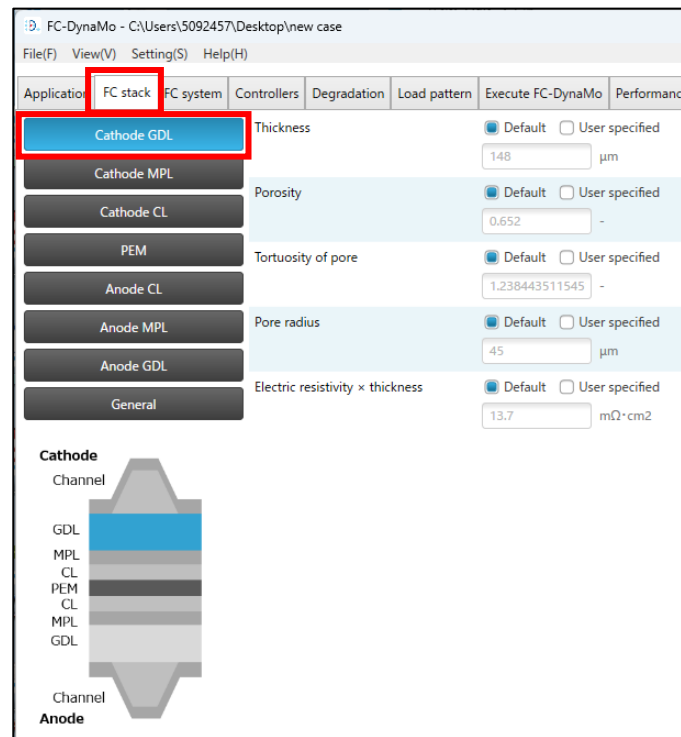
一度設定したパラメーターをファイルにエクスポート（保存）し、次回使用時にインポートする（開く）ことで再利用が可能

インポート手順 (1) 部品ごとのパラメーターのインポート

データをインポートしたい
部品のメニューを選択する
(ここではFC stack → Cathode GDL)

Fileメニューから Import を選択

前頁手順でエクスポートしたファイルを選択すると、
カソードGDLのパラメーターがデフォルト値から
インポートした値に修正される



※FC system、Controllerタブでも
FC stackタブと同様に部品ごと、
システム全体(次頁)のインポートが可能

パラメーター設定情報のインポート・エクスポート

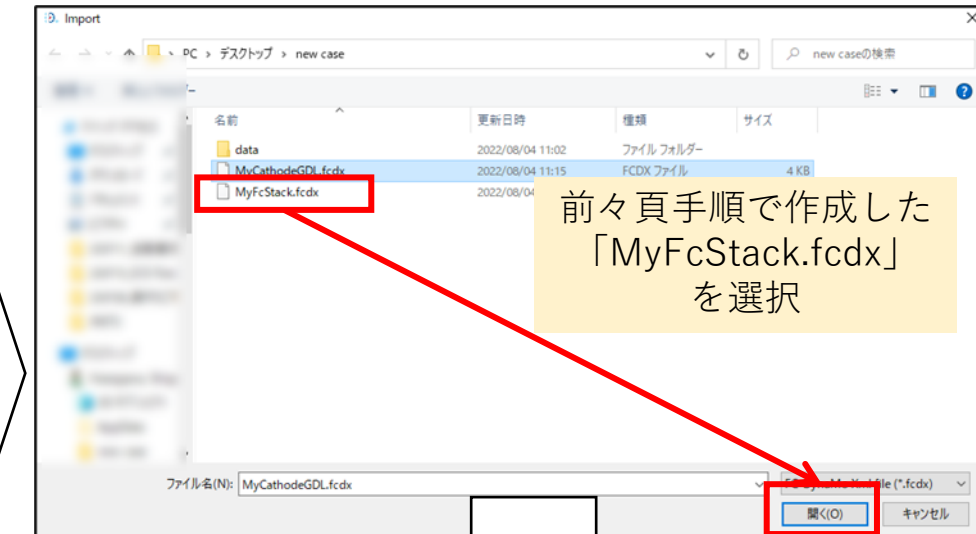
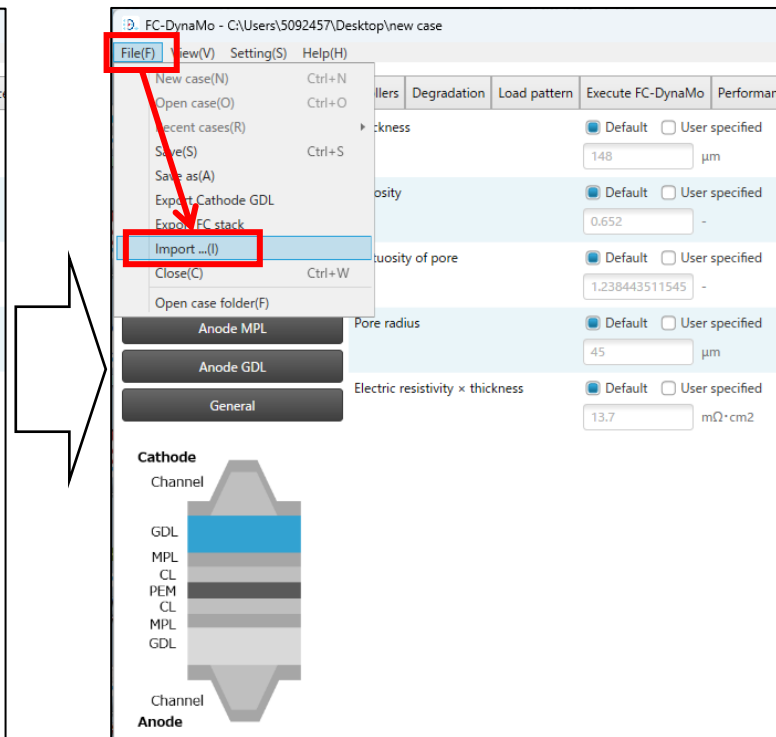
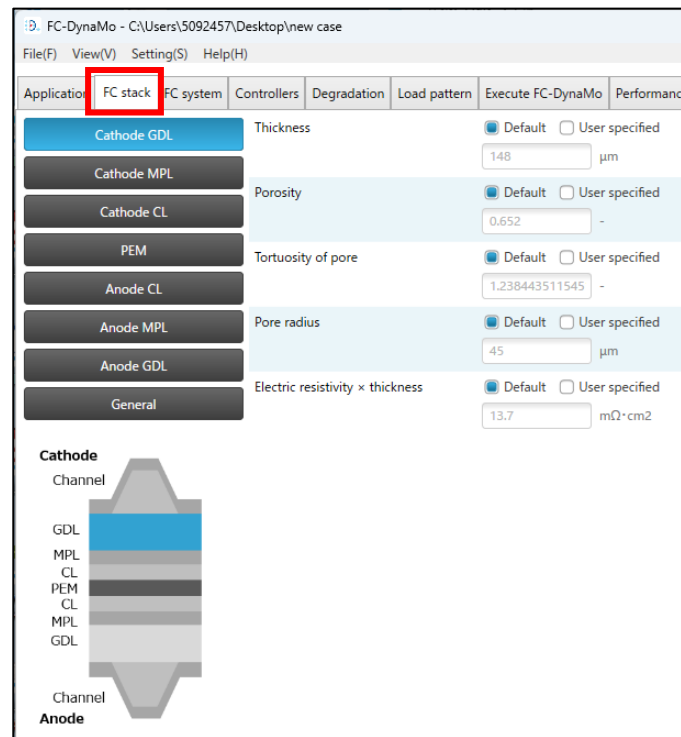
一度設定したパラメーターをファイルにエクスポート（保存）し、次回使用時にインポートする（開く）ことで再利用が可能

インポート手順 (2) システム全体のパラメーターの一括インポート

データをインポートしたい
システムのタブを選択する
(ここではFC stack)

Fileメニューから Import を選択

前々頁手順でエクスポートしたファイルを選択すると、
システム全体（ここではFC stack）のパラメーターの
デフォルト値がインポートした値に修正される



システム全体のパラメーターを
上書きして良いかの確認画面

パラメーター設定情報のインポート・エクスポート

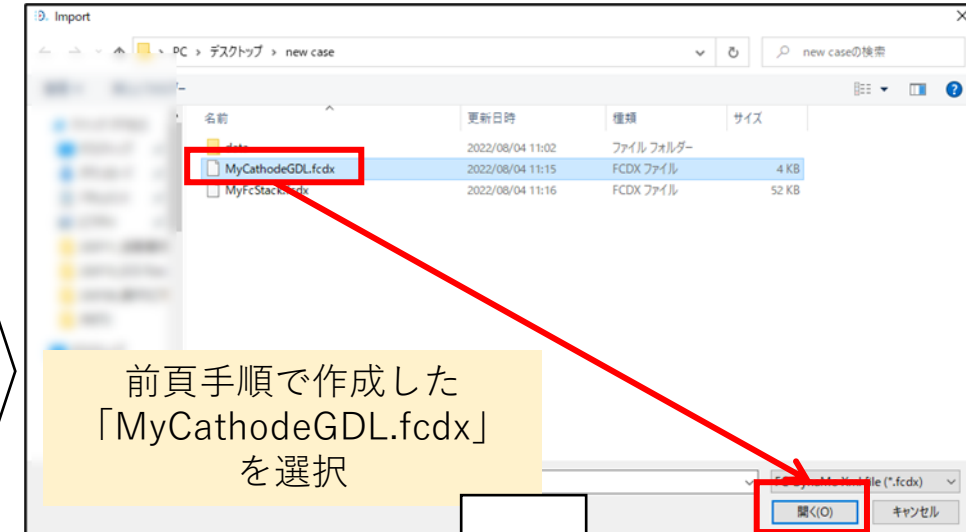
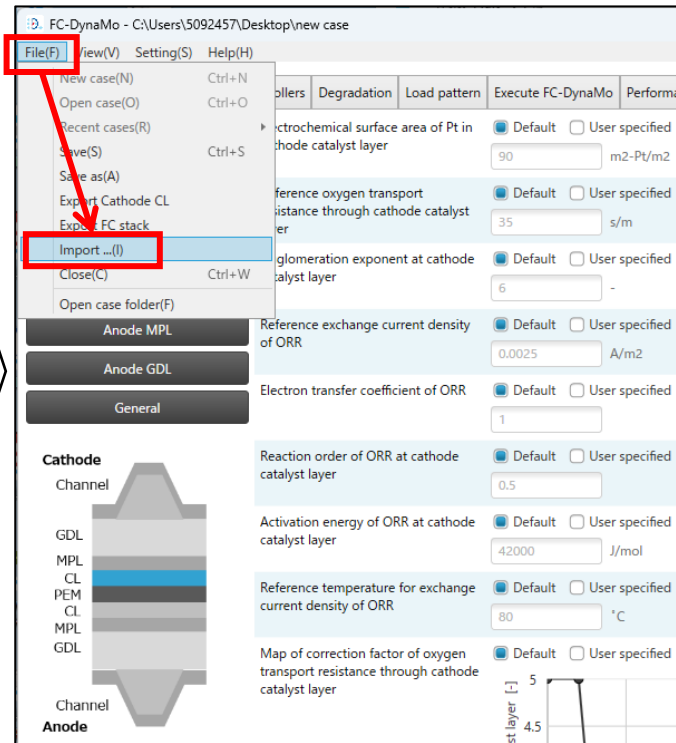
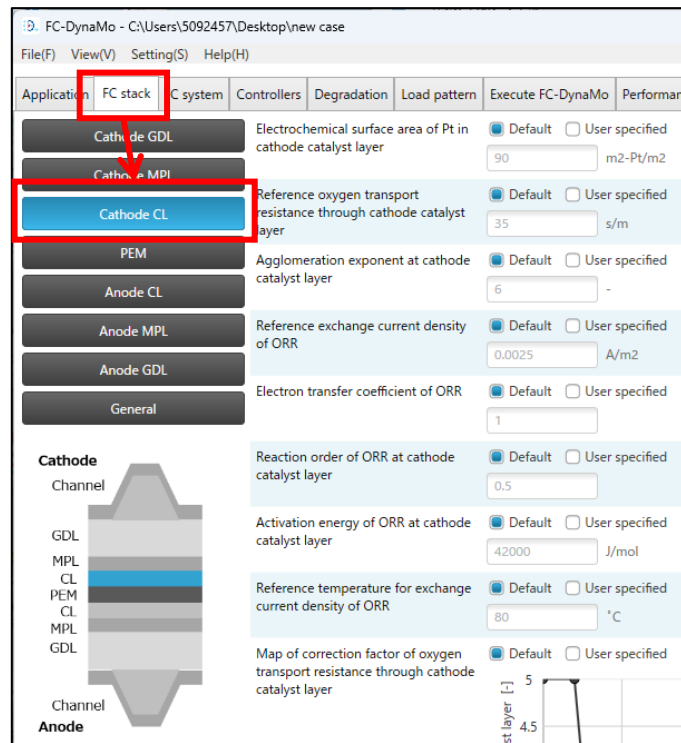
一度設定したパラメーターをファイルにエクスポート（保存）し、次回使用時にインポートする（開く）ことで再利用が可能

インポート手順 (3)：対象部品とインポートファイルの不一致時のエラー表示

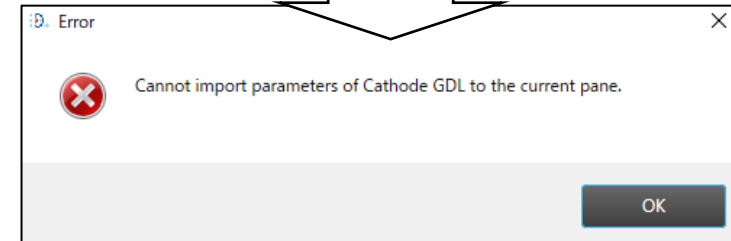
データをインポートしたい
部品のメニューを選択する
(ここではFC stack → Cathode CL)

Fileメニューから Import を選択

部品メニューでCathode CLを選択した状態で
Cathode GDL用のパラメーターをインポートすると
エラー画面が表示される



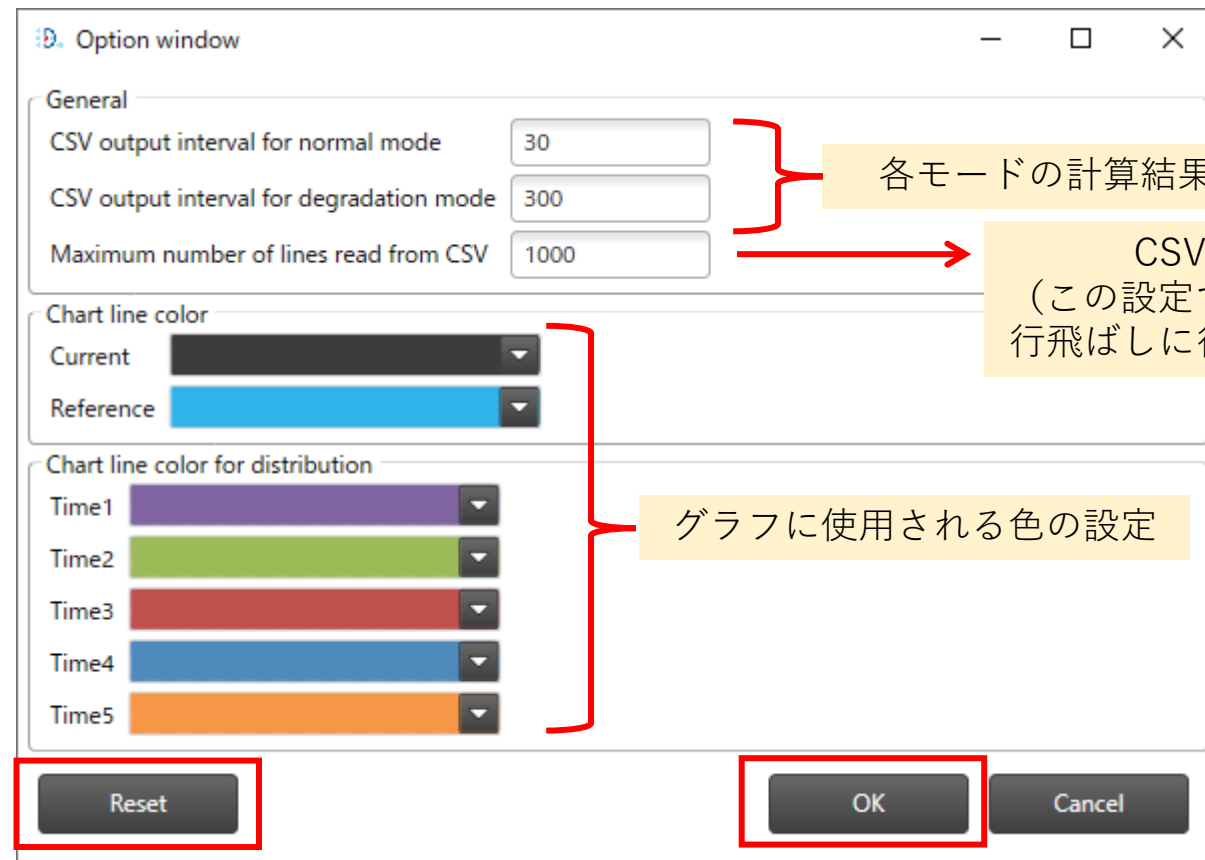
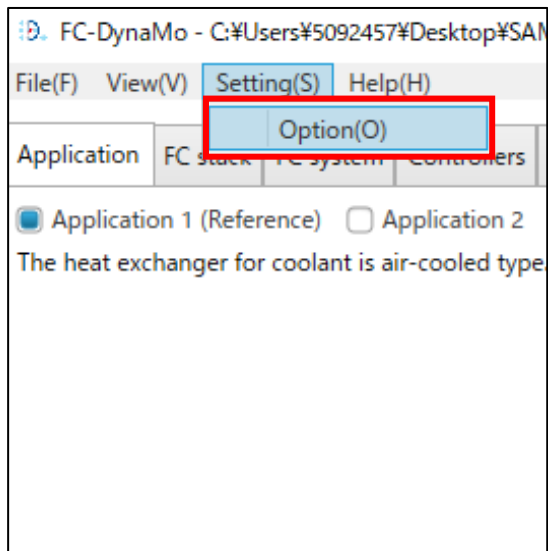
前頁手順で作成した
「MyCathodeGDL.fcdx」
を選択



オプションウィンドウ

オプションウィンドウから計算結果のデータ数の調整やグラフの色を変更する事が可能

Setting(S)メニューの中のOption(O)を選択して
オプションウィンドウを立ち上げる



各モードの計算結果の出力間隔の設定

CSVの最大可読行数の設定
(この設定で1500行のCSVを読む場合、1
行飛ばしに行を読み、合計750行になる)

グラフに使用される色の設定

デフォルト設定にリセット

設定を完了してOKを選択