

過渡適合試験を統一する環境のご提案

コンカレント日本株式会社
営業部 森脇達仁
株式会社 日本ヴィアイグレイド
コンサルタントエンジニア 吉井亨

2010年 5月13日

- 会社紹介
- 今日のモデルベース開発の課題
- SIMulation Workbench (SWB) の概要
- 提案: シームレスな開発環境での過渡適合試験
- 成功事例のご紹介





リアルタイム・コンピューティング技術でミッション
クリティカルなご要求にお答えする。

社名: コンカレント日本株式会社

本社: Concurrent Computer Corporation (米国 アトランタ)

海外拠点: イギリス、フランス、ドイツ、オーストラリア、香港、中国

事業部: Video On Demand、サードパーティ製品、リアルタイム システム

コンカレント...シミュレーション、試験、データ収集、プロセス制御そしてビ
デオ・オン・デマンドで最も早くから最も信頼されています。

■ 40年に及ぶリアルタイム・ソリューションの取り組み



■ RedHawk™ real-time Linux

- ◆ 9年以上に及ぶ進化型開発
- ◆ ワールドワイドに数千のお客様
- ◆ 時間制約の厳しい分野へ、高い決定性と最小遅延のLinuxを供給
- ◆ COTS 使用の経済性
- ◆ オープンソース OS
- ◆ 航空宇宙・防衛分野の現場で実証された実力

■ VI-grade gmbh

◆ 概要

- 自動車、二輪車、鉄道、航空分野向けの、車両運動シミュレーションソフトウェアとエンジニアリングサービスを提供。

◆ 本社

- ドイツ Marburg (開発拠点:イタリア Udine)

◆ 沿革

2005: MSC. Softwareからのスピノフとして、ドイツに設立

2006: Italy, US, 日本にダイレクトオフィスを設置。

電通国際情報サービスと代理店契約を締結

DACH, Italy, USはMSC.Softwareの代理店として契約

2007: 10カ国以上もの会社とパートナーシップ契約を締結

第1回 VI-gradeユーザーコンファレンス in Marburgを開催

2008: 全世界、7カ国で25人の従業員

- 会社紹介
- 今日のモデルベース開発の課題
- SIMulation Workbench (SWB) の概要
- 提案: シームレスな開発環境での過渡適合試験
- 成功事例のご紹介

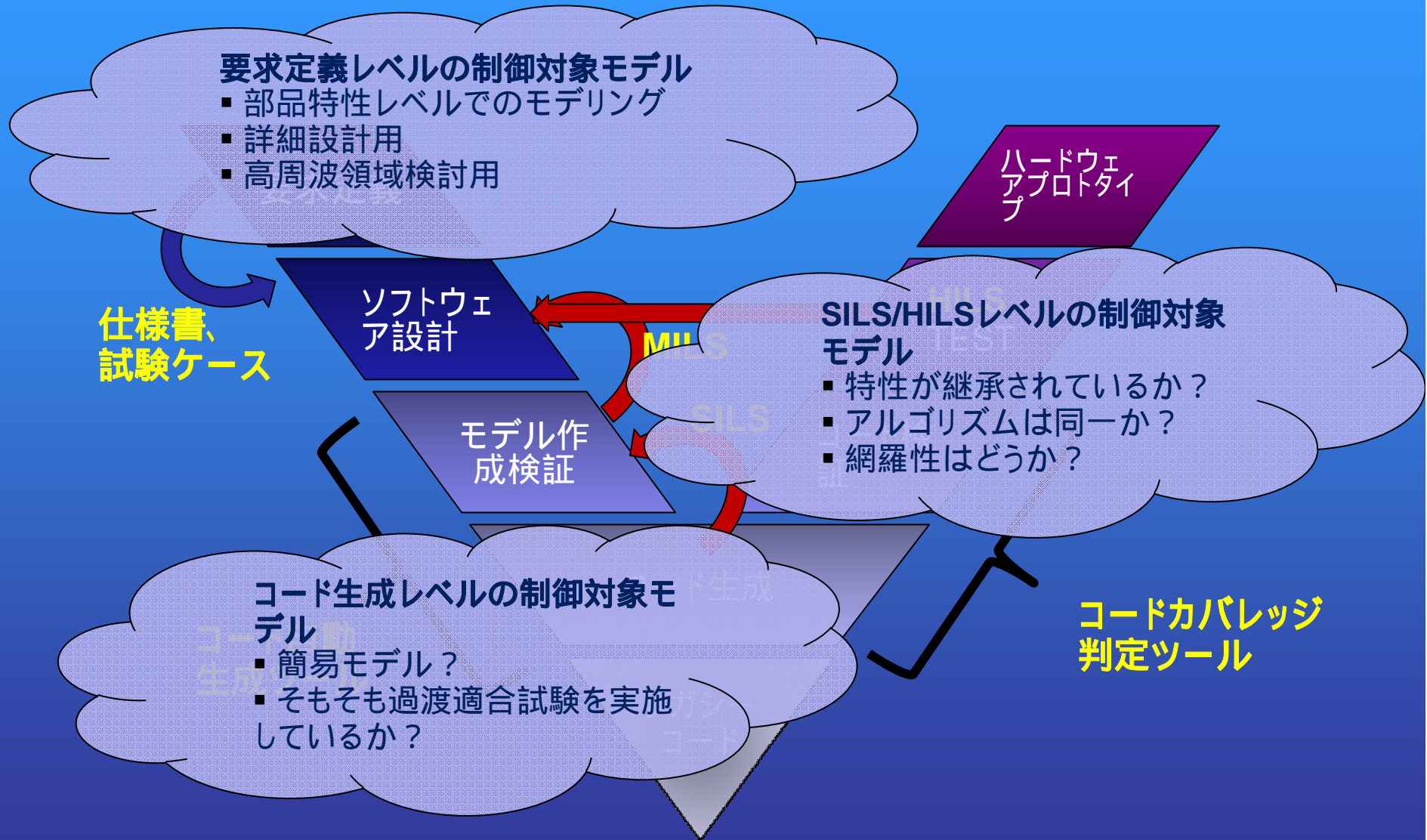


【成果1】

- 各開発フェーズでのツール、特に制御プログラム開発にフォーカスしたシステムは充実。

【課題1】

- REAL WORLDとVIRTUAL WORLDを区別しない環境に乏しい。
 - ◆ 制御プログラム開発の現場で、要求仕様に基づいた適合のチェックが甘い？
 - ◆ HILSで初めて不具合が発覚。

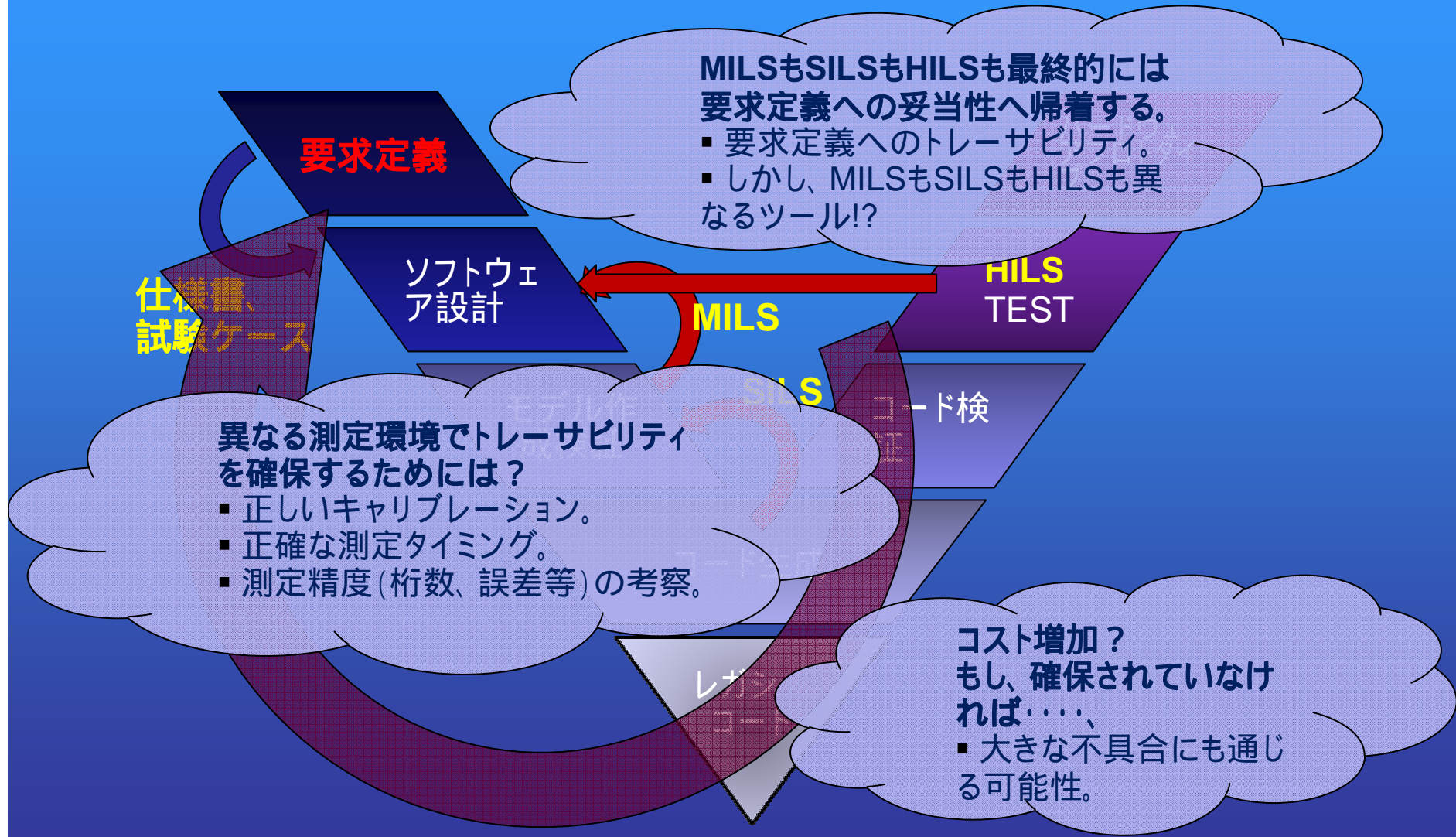


【成果2】

- モデル上流からHILSまで実行可能な仕様書・試験ケースを使用。

【課題2】

- 要求仕様へのトレーサビリティは確保されたか？
- 試験環境の一貫性は確保できたといえるか。
 - ◆ タイミングやジッタは？
 - ◆ 条件発生やソルバーは同じアルゴリズム？
 - ◆ 測定環境は同一？

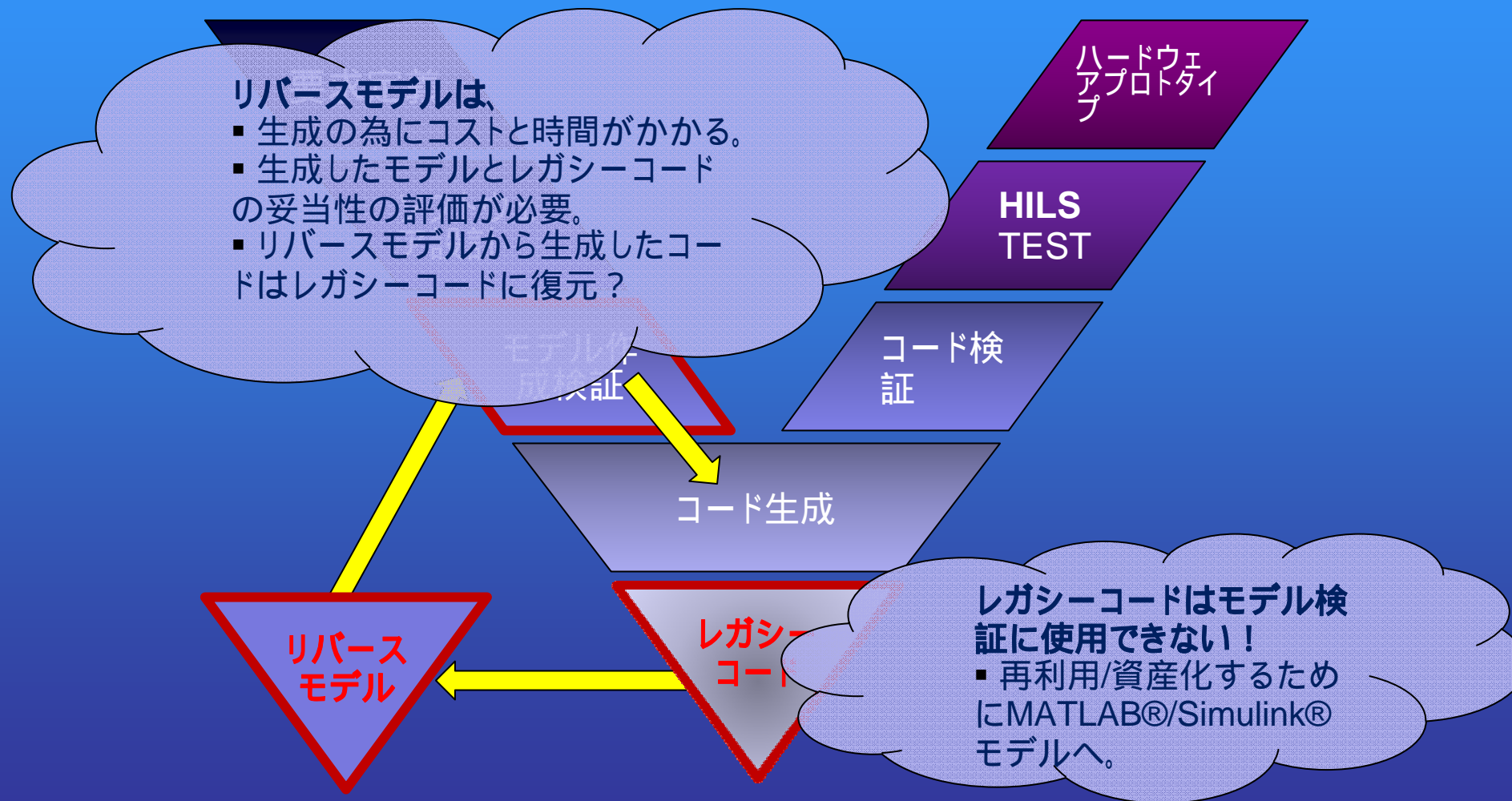


【成果3】

- 成果物をMATLAB®/Simulink®モデルの形式で管理。

【課題3】

- 部分適合時、レガシーコードとの機能・I/Fの整合チェックが困難。
 - ◆ レガシーコードを、MATLAB®/Simulink®モデルにリバーシ生成する必要あり。(コスト・時間増)
 - ◆ リバーシモデルから生成したコードの復元率？



- 会社紹介
- 今日のモデルベース開発の課題
- SIMulation Workbench (SWB) の概要
- 提案: シームレスな開発環境での過渡適合試験
- 成功事例のご紹介

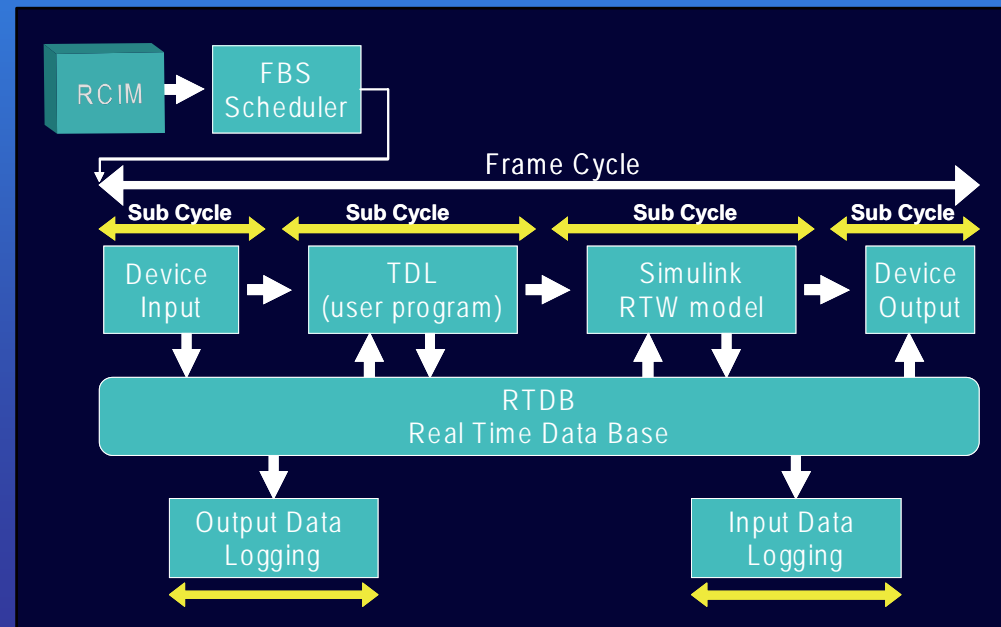


■ SIMulation Workbenchとは...

- ◆ SIMulation Workbenchは、新しいコンセプトの『Real-Time Data Base (RTDB)』を中心に、シミュレーションプロセスおよびI/Oタスク、データロギングなど全てのタスクの**データ中継点「ハブ」**としての役割をはたすプラットフォームです。



- ◆ 『リアルタイム Linux RedHawk』をベースとすることにより、実時間に即したリアルタイム・シミュレーションが可能です。



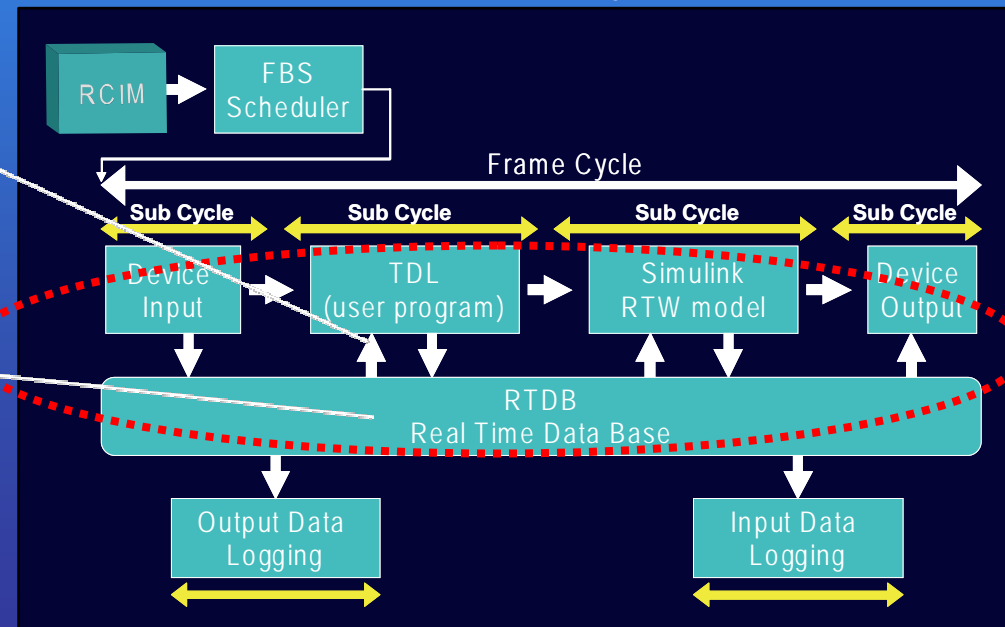
■ マルチモジュール&インタフェースとの結合

- ◆ MATLAB®/Simulink® Linux版MATLAB®/Simulink®及び RealTimeWorkshop ®が必要。
SWBの環境よりコード生成、コンパイル実施
- ◆ C/C++のユーザコード
- ◆ 外部ソルバー (Vi-CarRealTime)
- ◆ I/Oインタフェース (A/D,D/A,DI/O,CAN,FlexRay etc.)

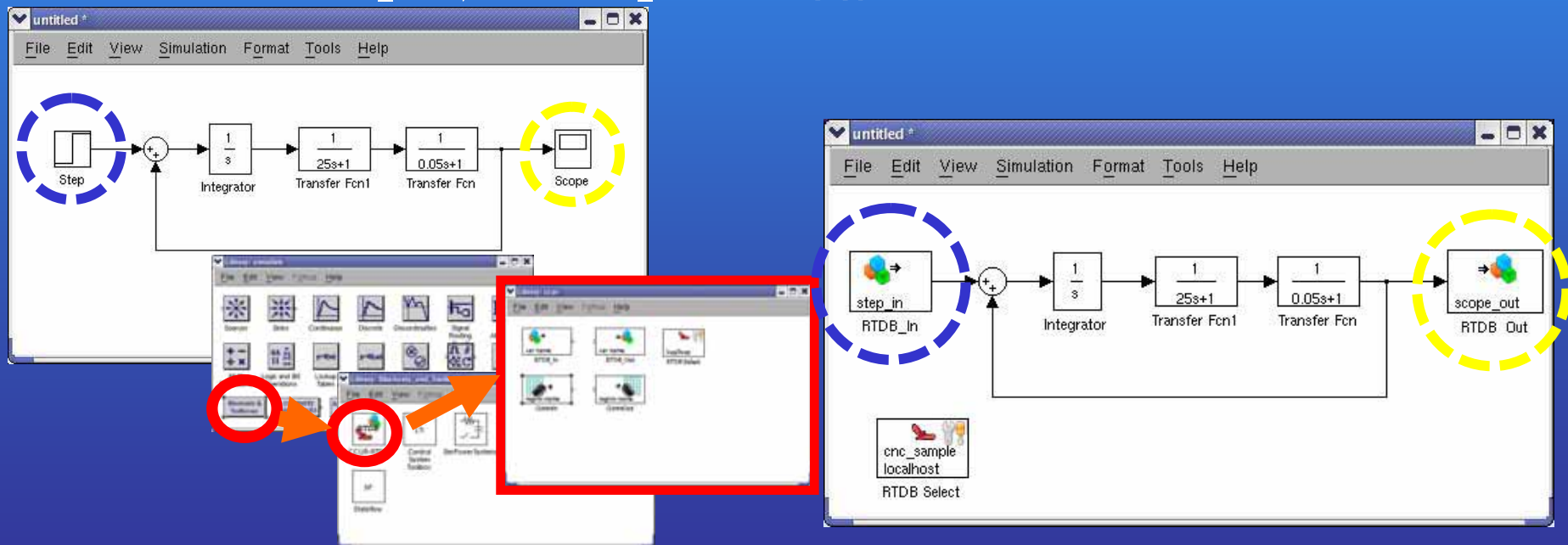
全てのモデルパラメータとシミュレーションに必要なI/O信号の入出力名を、メモリ常駐型リアルタイムデータベース (RTDB) へ登録

シミュレーション変数がSimulink® あるいはユーザ記述コードのモデルアドレス空間にマップされます。

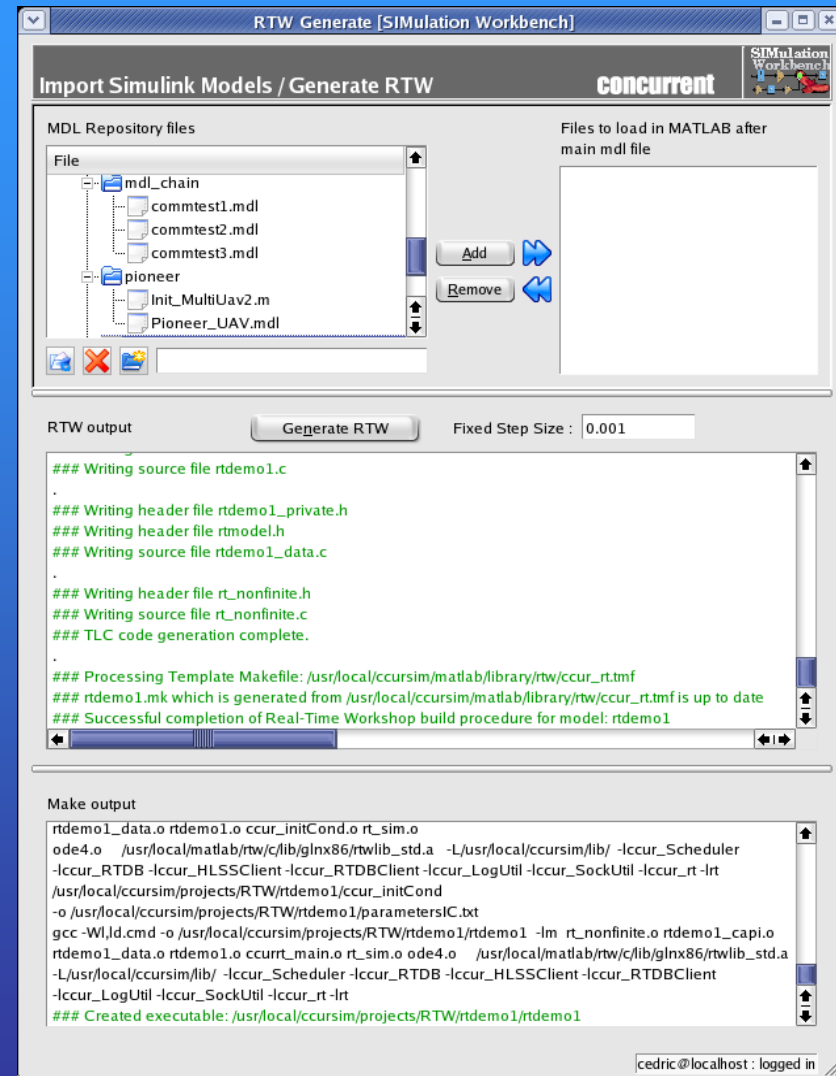
I/Oポイントとモデルパラメータを簡便に再マップできる、GUIコントロールパネルを用意。



- 使い方は簡単 (MATLAB®/Simulink®)
 - ◆ Simulink®上のinput/outputを...
 - ◆ コンカレントが提供する、Library Blockから...
 - ◆ "RTDB_In"、"RTDB_Out"を変更、"RTDB"を追加し
 - ◆ "RTDB_In"、"RTDB_Out"に名前をつけるだけ



- RTWによるモデルのコンパイルを実施
 - ◆ 作成したSimulinkモデルを呼び込み。
 - ◆ RTWによるコード生成と実行可能モジュール作成
 - ◆ モデルのデータベース (RTDB) へのマップ。



■ 使い方は簡単 (C/C++のユーザコード)

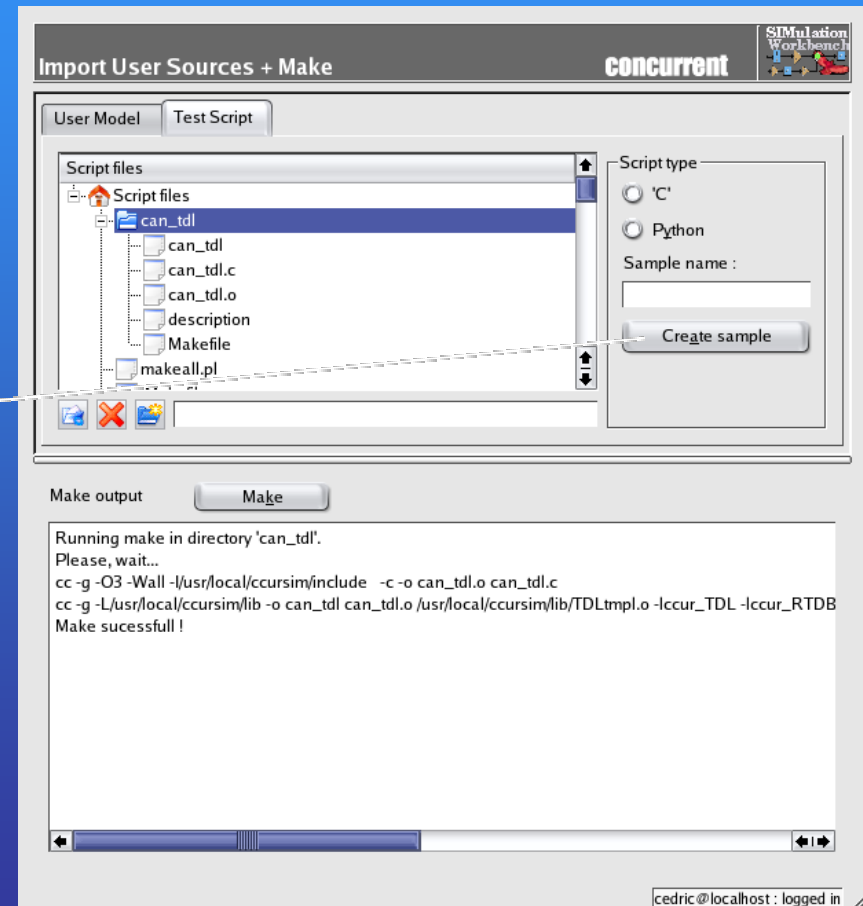
- ◆ SIMulation Workbenchの GUIからサンプル・コードを呼んで...
- ◆ 使用するRTBD上の変数を定義し、コードを埋めるだけ。

サンプルコードの例

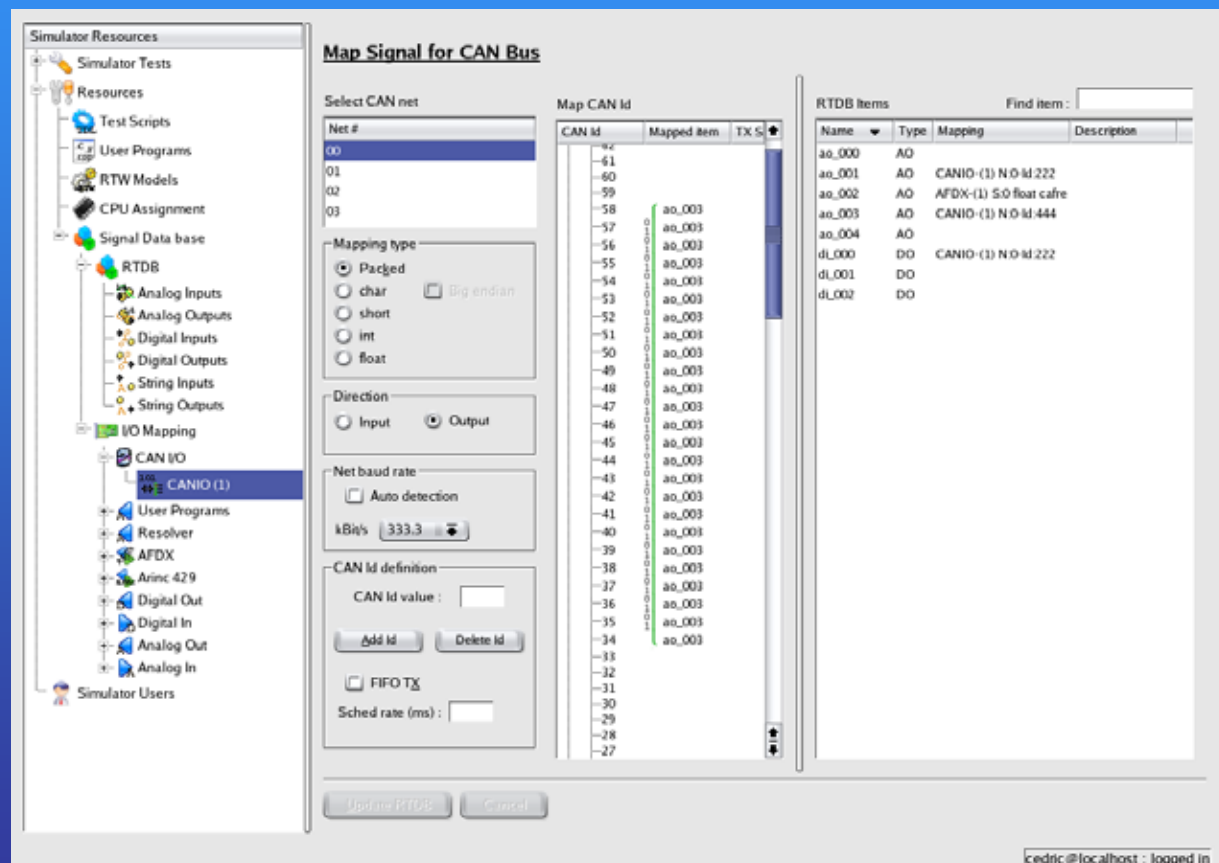
```

...
int ccurTDL_start() {
    int count = 0;
    int idx;
    float moments[5]={100,50,20,200,5};
    char mm[128];
    ItemValue val;
    val.Val.Scalar.ll = 0;
    val.numElements = 1;
    ccurLog_printf(defaultLog,LOG_INFO,"suspension_demo_tdl started");
    for (;;) {
        ccurTDL_waitNextFrame();
        count++;
        if ((count % 2000) == 999) {
            idx = (float)rand()*4.0/RAND_MAX;
            val.Val.Scalar.d = moments[idx];
            ccurLog_printf(defaultLog,LOG_INFO,"val:%g", val.Val.Scalar.d);
            ccurRTDB_setCVTValueP(long_m,&val);
        }
    }
    return 0;
}
    
```

} ユーザ
} コード



- I/Oマッピングの例
 - ◆ CAN Bus Message Mapping



Map Signal for CAN Bus

Select CAN net: 00

Mapping type: Packaged char short int float

Direction: Input Output

Net baud rate: Auto detection
kBit/s: 333.3

CAN id definition:
CAN id value:

 FIFO TX
Sched rate (ms):

Net #	CAN id	Mapped item	TX S
00	62		
00	61		
00	60		
00	59		
00	58	ao_003	
00	57	ao_003	
00	56	ao_003	
00	55	ao_003	
00	54	ao_001	
00	53	ao_003	
00	52	ao_003	
00	51	ao_001	
00	50	ao_003	
00	49	ao_003	
00	48	ao_003	
00	47	ao_003	
00	46	ao_003	
00	45	ao_003	
00	44	ao_003	
00	43	ao_001	
00	42	ao_003	
00	41	ao_003	
00	40	ao_001	
00	39	ao_003	
00	38	ao_003	
00	37	ao_003	
00	36	ao_003	
00	35	ao_003	
00	34	ao_003	
00	33		
00	32		
00	31		
00	30		
00	29		
00	28		
00	27		

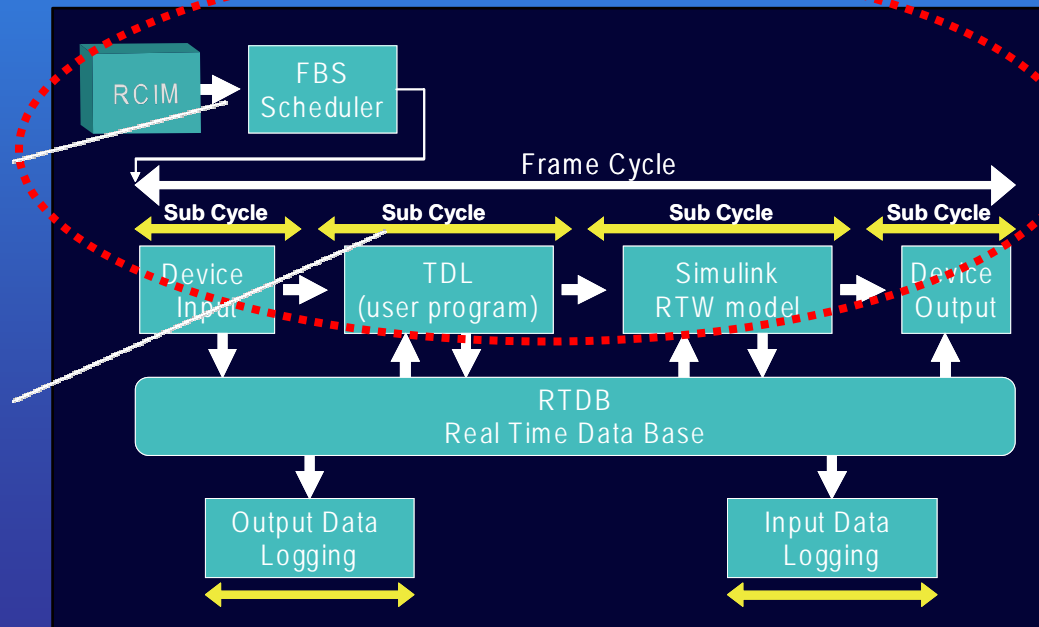
Name	Type	Mapping	Description
ao_000	AO		
ao_001	AO	CANIO (1) N.O id 222	
ao_002	AO	AFDX (1) S.O float cafe	
ao_003	AO	CANIO (1) N.O id 444	
ao_004	AO		
dL_000	DO	CANIO (1) N.O id 222	
dL_001	DO		
dL_002	DO		

■ ハードリアルタイム環境

- ◆ 15 μ 秒の応答をコミットするOSによる、ジッタレスで正確な応答
- ◆ 1,000点以上のI/O + Simulink®のモジュールが、500 μ 秒以内でのシミュレーションサイクル(Sub Cycle)の実績

外部のリアルタイムクロック & インタラプト・モジュールを基準とした、OS独自のFrequency-Based Scheduler が正確なCycleを発生

MATLAB®/Simulink®モデルやユーザが記述したコードのモデルを同時に複数/マルチレートで実行



Real-Time Viewer を使用して動作の確認

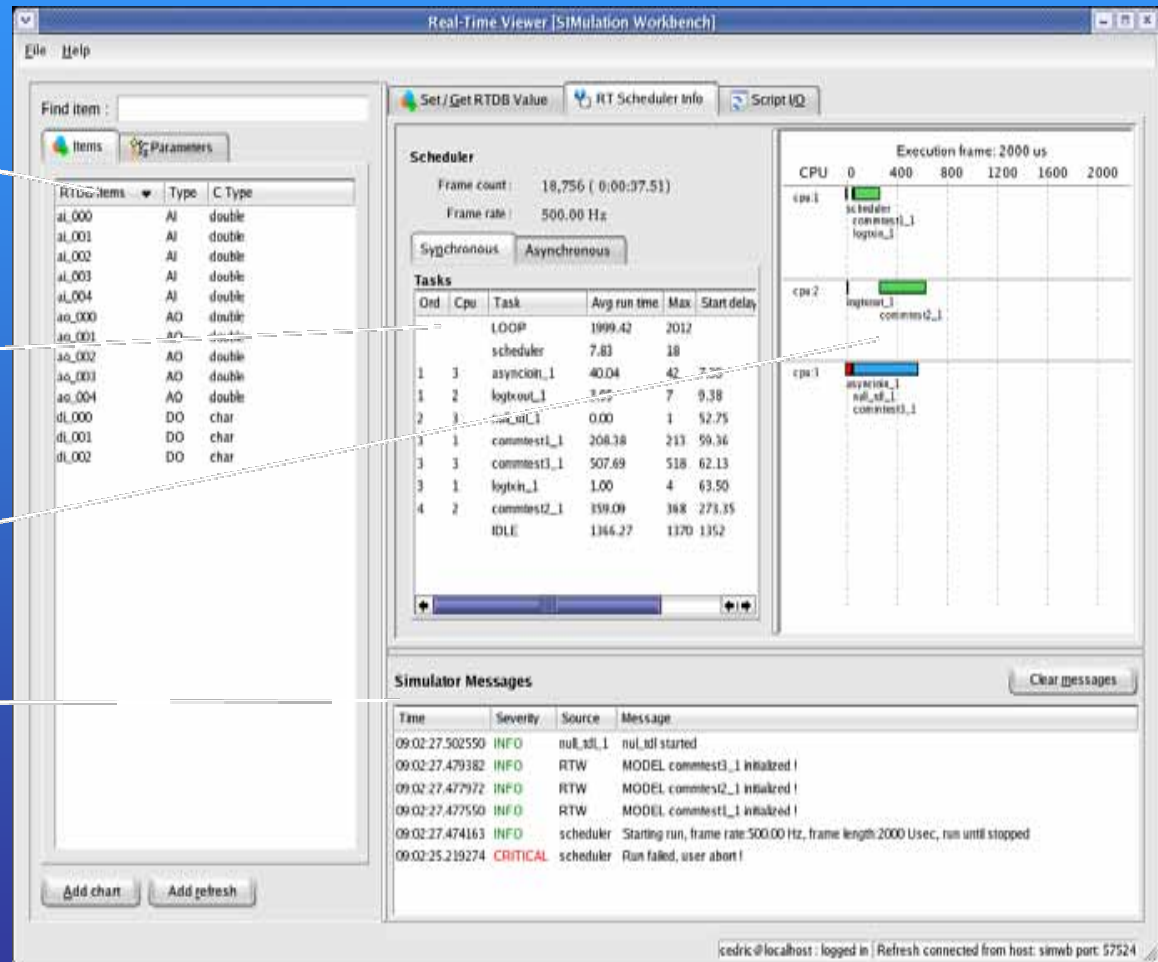
ここで選択したRTDBのItemと変数はモニタ可能

リアルタイム・スケジューラの状態をモニタする

マルチ・コアに割りつけられた各モジュールの実行時間、実行順が一目で確認できる

スケジューラからのメッセージ表示(エラー・コード、ワーニング、etc.)

この表示を、リアルタイム性をこれらの情報確認がリアルタイムに可能



The screenshot displays the Real-Time Viewer interface with the following components:

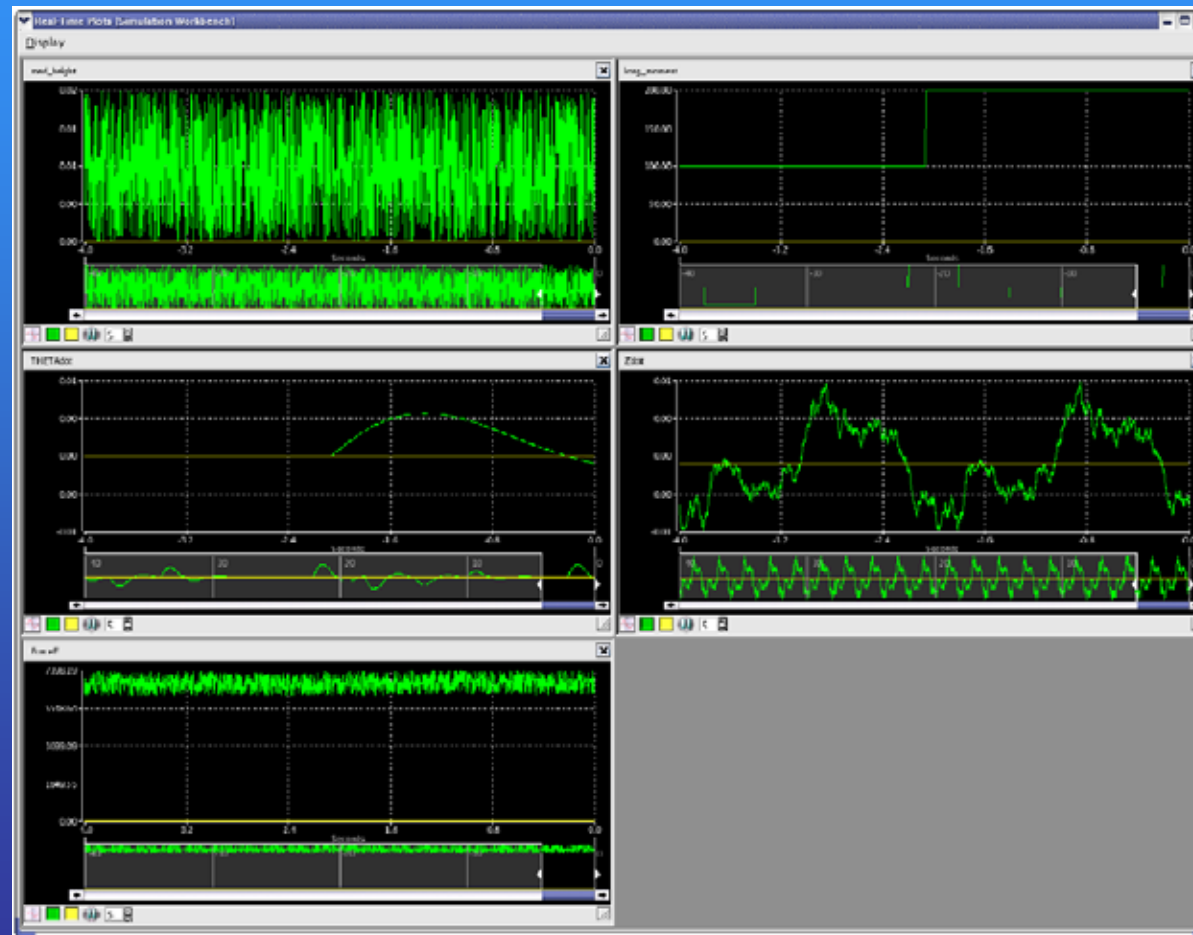
- Find item:** Search bar for RTDB items.
- RTDB Items Table:**

RTDB Item	Type	C Type
ai_000	AI	double
ai_001	AI	double
ai_002	AI	double
ai_003	AI	double
ai_004	AI	double
ao_000	AO	double
ao_001	AO	double
ao_002	AO	double
ao_003	AO	double
ao_004	AO	double
di_000	DO	char
di_001	DO	char
di_002	DO	char
- Scheduler Panel:**
 - Frame count: 18,756 (0:00:37.51)
 - Frame rate: 500.00 Hz
 - Buttons: Synchronous, Asynchronous
 - Tasks Table:**

Ord	Cpu	Task	Avg run time	Max	Start delay
-	-	LOOP	1999.42	2012	
-	-	scheduler	7.83	18	
1	3	asynctm_1	40.04	42	7.55
1	2	logkout_1	3.22	7	9.38
2	3	nuLtd_1	0.00	1	52.75
3	1	commtest1_1	208.38	213	59.36
3	3	commtest3_1	507.69	518	62.13
3	1	logtkh_1	1.00	4	63.50
4	2	commtest2_1	339.09	388	273.35
-	-	IDLE	1366.27	1370	1352
- Execution frame: 2000 us Gantt Chart:** Shows CPU utilization for CPU 0, CPU 1, and CPU 2 with task execution bars.
- Simulator Messages:**

Time	Severity	Source	Message
09:02:27.502550	INFO	nuLtd_1	nuLtd started
09:02:27.479382	INFO	RTW	MODEL commtest3_1 initialized!
09:02:27.477972	INFO	RTW	MODEL commtest2_1 initialized!
09:02:27.477550	INFO	RTW	MODEL commtest1_1 initialized!
09:02:27.474163	INFO	scheduler	Starting run, frame rate:500.00 Hz, frame length:2000 Usec, run until stopped
09:02:25.219274	CRITICAL	scheduler	Run failed, user abort!

■ RTDB変数の表示例

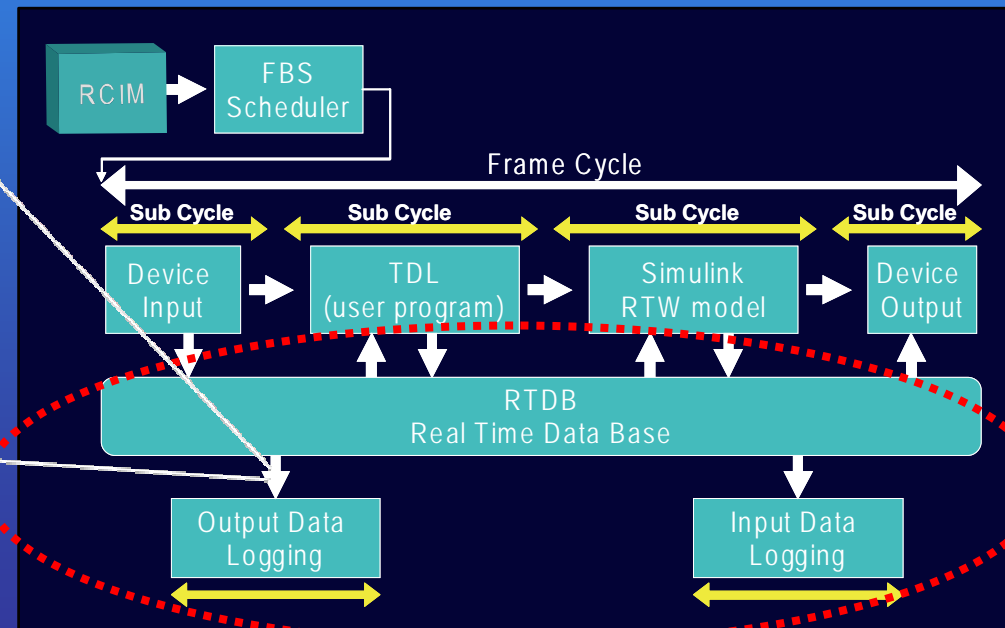


■ データロギング & プレイバック

- ◆ 結合しているモジュール間で受け渡しされるシミュレーションデータは独立して格納可能
- ◆ すべてのシミュレーションデータポイントは個々に、そして Simulink®モデリング環境とは無関係に記録が可能。

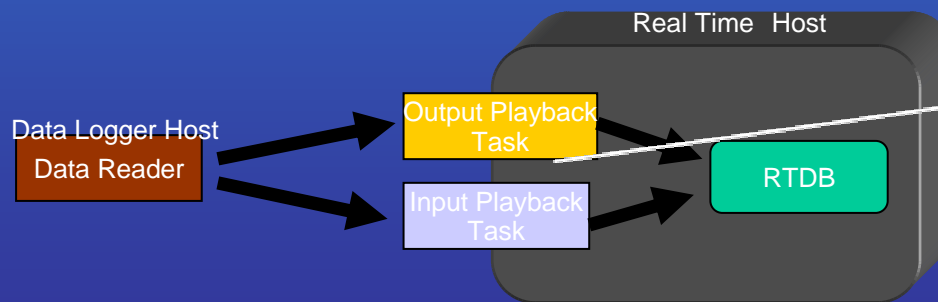
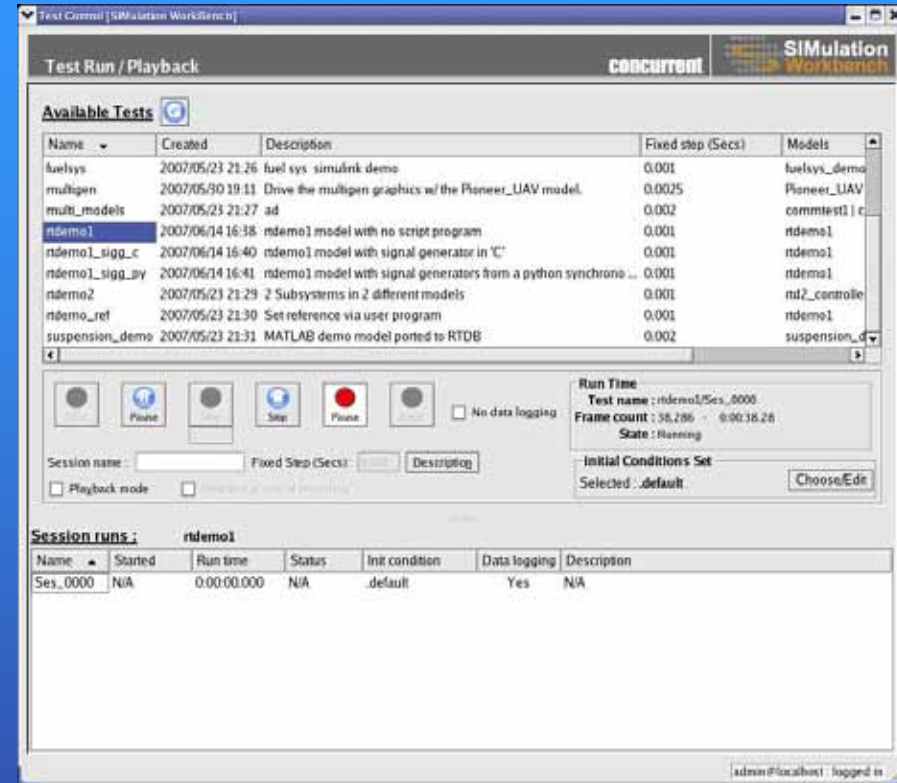
ランタイムフラグとタイムスタンプ、及びハードウェアI/Oの値では工学的単位値まで記録

要求されるパフォーマンスによって、データロギングはシミュレーションホスト上、あるいはネットワーク接続された別のサーバ上で走らせることが可能。



■ Playback Tool

- ◆ 記録されたデータを読み込み、RTDB の中に書き込むメカニズムを提供。
- ◆ プレイバック機構はFBSと同期。
- ◆ シミュレーションデータのリプレイ



2つの同期プロセスがPlaybackを実行。レコーダに記録された、Input/Outputデータを読み、毎フレームサイクル毎にRTDBへフィードバック

■ SIMulation Workbenchを支える技術

- ◆ SWBはCONCURRENT社の先端技術が支えます。

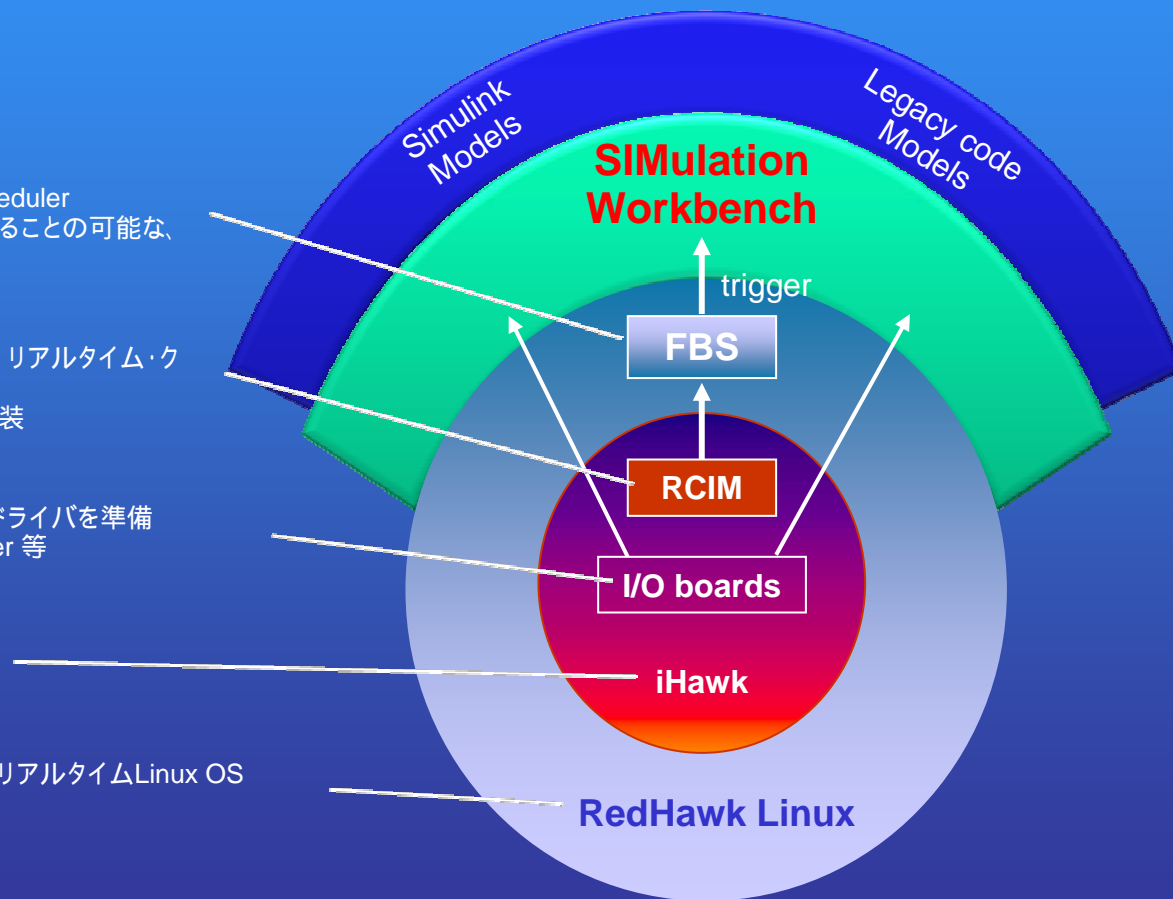
RedHawk Linuxが実装するFrequency-Based Scheduler
ユーザが周期的な実行パターンでプロセスを軌道することの可能な、
高分解能タスクスケジューラ

iHawkリアルタイム・マルチプロセッサ上で使用する、リアルタイム・ク
ロック&インタラプト・モジュール
タイム・クリティカル・アプリケーションの為に設計・実装

直接RTDBへ接続することのできる外部I/Oボード&ドライバを準備
A/D,D/A,DI/O,CAN,FlexRay,RVDT/LDVT,Resolver 等

CONCURRENT社製プラットフォーム
1システムあたり最大8マルチコアCPU
1システムあたり256MB ~ 64GBメモリ

CONCURRENT社製、X86系マルチコアサポートのリアルタイムLinux OS
RedHat Enterprise Linux バイナリ互換
シールドされたコア上で、15 μ 秒以下の応答保証

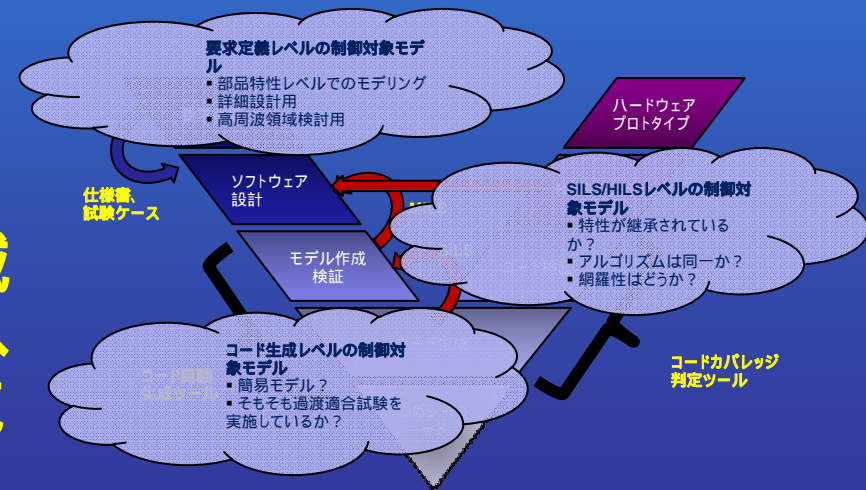


- 会社紹介
- 今日のモデルベース開発の課題
- SIMulation Workbench (SWB) の概要
- 提案: シームレスな開発環境での過渡適合試験
- 成功事例のご紹介



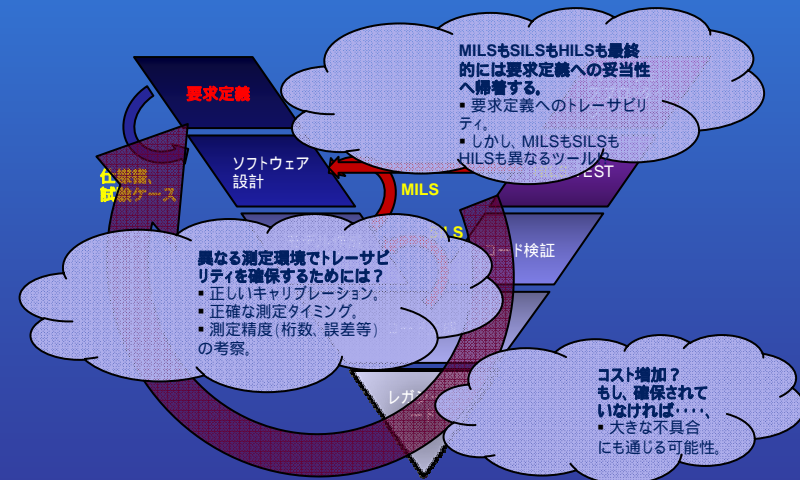
- RealワールドとVirtualワールドをシームレスにリンクするために...
 - ◆ MILS、SILS、HILSで同一のソルバーを使用しましょう。可能な限り、制御対象のモデル設計で使用するものとの互換性を考慮しましょう。
 - ◆ モデル開発/プロトタイピング(設計)/コード生成の各工程で同一のシミュレーション環境下で過渡適合のテストを実施しましょう。

- ✓ 手戻りの減少によりコストの低減
- ✓ 不要な不具合の混入の低減
- ✓ 設計後の突発的な不具合への対応が全ての工程で実施可能



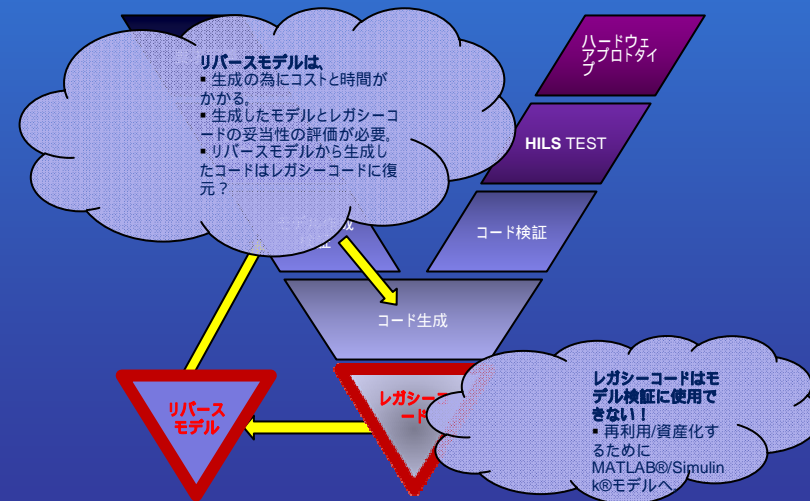
- 要求仕様へのトレーサビリティを確保するには...
 - ◆ モデル開発/プロトタイピング(設計)/コード生成の各工程で同一の測定環境下で過渡適合のテストを実施しましょう。
 - ◆ 部分適合の確認でも、同一の測定環境下で行うことをお勧めします。

✓コストの低減
 ✓不要な不具合の混入の低減
 ✓設計後の突発的な不具合への対応が全ての工程で実施可能

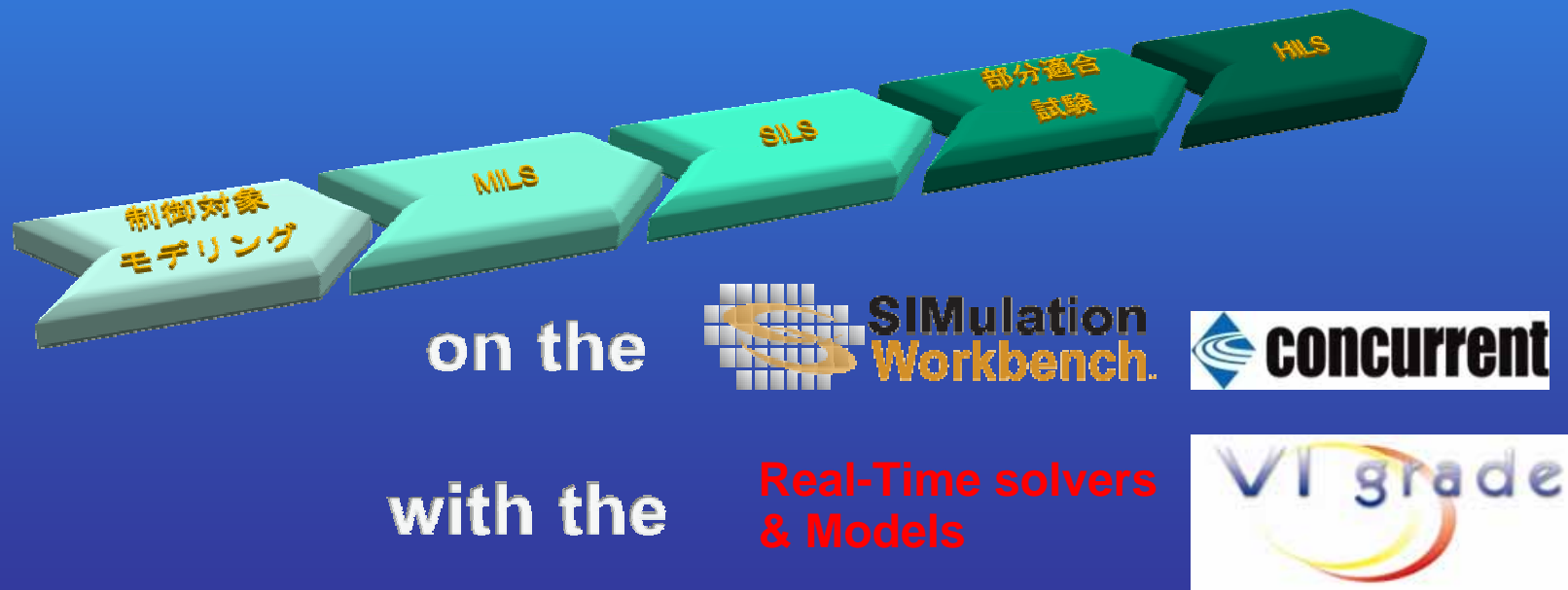


- レガシーコードを活用しながらフル・モデル開発へ移行するには...
 - ◆ CコードとMATLAB®/Simulink®モジュールを直接、Loopの中で使用しましょう。
 - ◆ 必要のあるCコードのみMATLAB®/Simulink®モデルへリバースモデリングを実施、資産化しましょう。

✓コストの低減
✓不要な不具合の混入の低減



- RealワールドとVirtualワールドをシームレスにリンクするために...
- 要求仕様へのトレーサビリティを確保するには...
- レガシーコードを活用しながらフル・モデル開発へ移行するには...



- 会社紹介
- 今日のモデルベース開発の課題
- SIMulation Workbench (SWB) の概要
- 提案: シームレスな開発環境での過渡適合試験
- 成功事例のご紹介



■ SIMulation Workbench の生い立ち

- ◆ 航空機のVerification & Validation (V&V)のプラットフォームの要求に答えて開発
- ◆ コンカレントの高いカーネル技術に裏打ちされた高いハードリアルタイム性能とFBSが使いやすい環境を構築
 - 航空機関係 3社
 - 防衛 2社
 - 自動車 4社(ヨーロッパの自動車メーカーが中心)
 - その他 2社

■ Aviatronics Airbus HIL Test Stands

- ◆ Airbus A440M, A320, A340 and A350 hardware-in-the-loop simulation
- ◆ Testing, verification and validation of the Airbus High Lift System used to control of wing flaps that generate high lift during takeoff and landing
- ◆ Seamless integration with MathWorks' Simulink for rapid model-based simulation
- ◆ Thousands of I/O points and Simulink variables accessible via the SWB Real-time Data Base.
- ◆ All operations occur in real-time within a 500 microsecond frame time
- ◆ iHawk includes signal conditioning and easy-to-use patch panel

■ Goodrich CH-53K Test Stand

- ◆ Testing of the CH-53K helicopter's integrated Vehicle Health Management System (IVHMS)
- ◆ Minimizes aircraft maintenance, eliminates errors and maximizes flight time
- ◆ Concurrent solution used for test control both in engineering development and in manufacturing
- ◆ Solution based on Concurrent SIMulation Workbench
- ◆ I/O includes ARINC 429, MIL-STD-1553, AI, AO, DIO, pulse generator, resistor simulator, resolver and relay cards
- ◆ Comprehensive test management features

■ Lockheed Martin Maritime

- ◆ Automation and control systems for U.S. Navy ships
- ◆ Laboratory HIL simulation of steering, propulsion, ballast tank balancing and other ship controls
- ◆ Uses Concurrent SIMulation Workbench modeling environment
- ◆ MathWorks Simulink models
- ◆ I/O includes multiple AI, AO, DIO and resistor simulator cards
- ◆ RedHawk real-time determinism and FBS scheduling

■ Hirain China

- ◆ Hirain offers integrated hardware, software and engineering solutions for aero/defense, automotive, telecommunications, electronics, education and research
- ◆ Specializes in control system design and simulation, in-vehicle network design and development, and signal processing
- ◆ Uses an SWB system to teach collage students on how to perform real-time simulation with MATLAB®/Simulink® on a real-time computer.
- ◆ System includes AI and RS-232/422 I/O support

■ Audi

- ◆ Automobile manufacturer Audi uses SIMulation Workbench for advanced cruise control HIL simulation
- ◆ All models in Mathworks Simulink
- ◆ I/O support includes FlexRay, CAN, A/D, D/A and DIO
- ◆ Supports a FlexRay-to-FlexRay gateway
- ◆ Possible future expansion to steering control simulation

■ VI-grade

- ◆ VI-grade is a developer of engineering simulation software for automotive, aircraft and rail applications
- ◆ Uses a SIMulation Workbench system for running dynamic vehicle models
- ◆ All models in Mathworks Simulink
- ◆ Real-time execution required

ご視聴ありがとうございました。



<http://www.ccur.co.jp>