

平成 2 3 年度戦略的基盤技術高度化支援事業
「状態遷移モデルベース車載 LAN 検証ツール開発」

研究開発成果等報告書

平成 2 4 年 3 月

委託者 関東経済産業局
委託先 イーソル株式会社

目次

第1章 研究開発の概要	1
1-1. 研究開発の背景	1
1-1-1. 研究背景	1
1-1-2. 研究目的及び目標	2
1-2. 研究体制	3
1-2-1. 研究組織・管理体制	3
1-2-2. 研究者氏名	4
1-2-3. 協力者	4
1-3. 成果概要	5
1-3-1. サブテーマ① 機器側開発	5
1-3-2. サブテーマ② 設計情報入力機能	5
1-3-3. サブテーマ③ モニタリング結果解析機能	5
1-3-4. サブテーマ④ 状態遷移モデル作成機能	5
1-3-5. サブテーマ⑤ 状態遷移モデルデバッグ機能	5
1-3-6. サブテーマ⑥ テスト報告書自動作成機能	5
1-4. 当該研究開発の連絡窓口	6
第2章 本論	7
2-1. サブテーマ① 機器側開発	7
2-1-1. 使用機器	7
2-1-2. 要件定義	8
2-1-3. モニタリング機能	8
2-1-4. ロギング機能	8
2-1-5. 状態遷移モデル機能	9
2-1-6. 時間管理	9
2-1-7. 成果まとめ	9
2-2. サブテーマ② 設計情報入力機能	10
2-2-1. 成果まとめ	10
2-3. サブテーマ③ モニタリング結果解析機能	11
2-3-1. 成果まとめ	11
2-4. サブテーマ④ 状態遷移モデル作成機能	12
2-4-1. 成果まとめ	12
2-5. サブテーマ⑤ 状態遷移モデルデバッグ機能	13
2-5-1. ブレークポイント	13
2-5-2. 一時停止	13
2-5-3. ステップ実行	13
2-5-4. 成果まとめ	14
2-6. サブテーマ⑥ テスト報告書自動作成機能	15
2-6-1. 成果まとめ	15
第3章 全体総括	16
3-1. 開発成果	16
3-1-1. モニタリング・ロギング	17
3-1-2. 状態遷移モデル作成・実行	18
3-1-3. ネットワーク情報連携	19
3-2. 研究開発後の課題	20
3-3. 事業化計画	20
付録	21

專門用語説明	21
--------------	----

第1章 研究開発の概要

1-1. 研究開発の背景

1-1-1. 研究背景

【川下製造業者等の抱える課題及びニーズ】

自動車の制御方式が機械（メカ）制御方式から電子制御方式に急激に変化しており、1 台の自動車に搭載される電子制御ユニット（ECU）の数は大衆車でも 50～60 個・高級車では 80～100 個とも言われている。更に自動車内は LAN（ローカルエリアネットワーク）で主要な電子制御ユニット（ECU）は繋がっており、各電子制御ユニット（ECU）はステアリング情報とか、車速情報といったシグナルとよばれる情報を相互に利用することにより協調動作を繰り返しながら統合電子制御をしているのが殆どである。又、航空業界では既に導入されている Fly-by-wire の技術を用いて、走る（Axel-by-wire）・止まる（Break-by-wire）・曲がる（Steering-by-wire）といった自動車を運転する上で核となる部分にも電子制御化（総称して Drive-by-wire と呼ぶ）する動きも出てきている。そのような状況の中、車載 LAN を取り巻く環境は、ますます高度化・複雑化・重要視化され高品質・高信頼性が求められている。しかしながら現状の品質レベルは Tier1 と呼ばれる電子制御ユニット（ECU）サプライヤに依存しており品質（信頼性）に大きなバラツキがあるのが現状である。その主な要因としては、①欧州主導の車載 LAN 技術を取り入れた事により、日本独自の擦り合わせによる開発プロセスに合致しない欧州ツールベンダの開発環境を使用せざるを得なかった。②現状の車載 LAN 検証として、検証ツールにてテスト項目ごとに Tier1 の検証技術者がテストシナリオを作成・実行し、目視にて確認する手法が取られている事により、テストの漏れ・不具合の見落とし・テスト工数の増大等が発生し、テスト品質が Tier1 検証技術者のスキル・ノウハウに依存したものになっている事が挙げられる。上記要因を取り除き、日本独自の擦り合わせ開発プロセスに合致した検証技術者のスキルに依存しない車載 LAN 検証環境の整備が求められる。

【研究開発の背景】

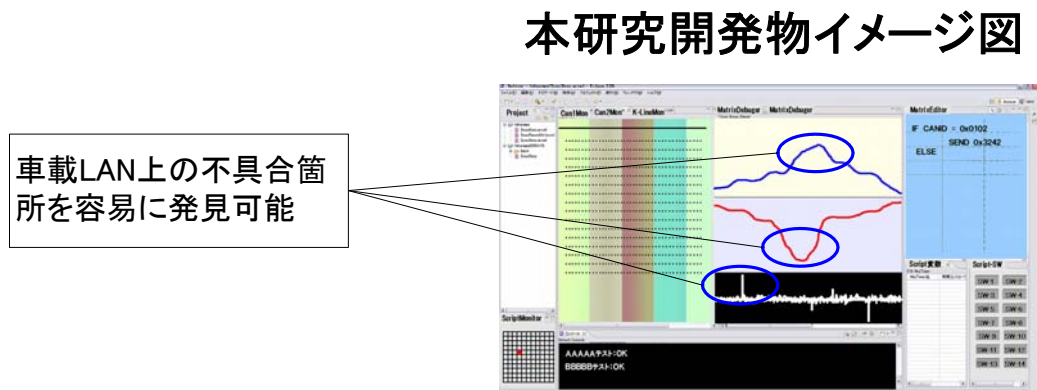
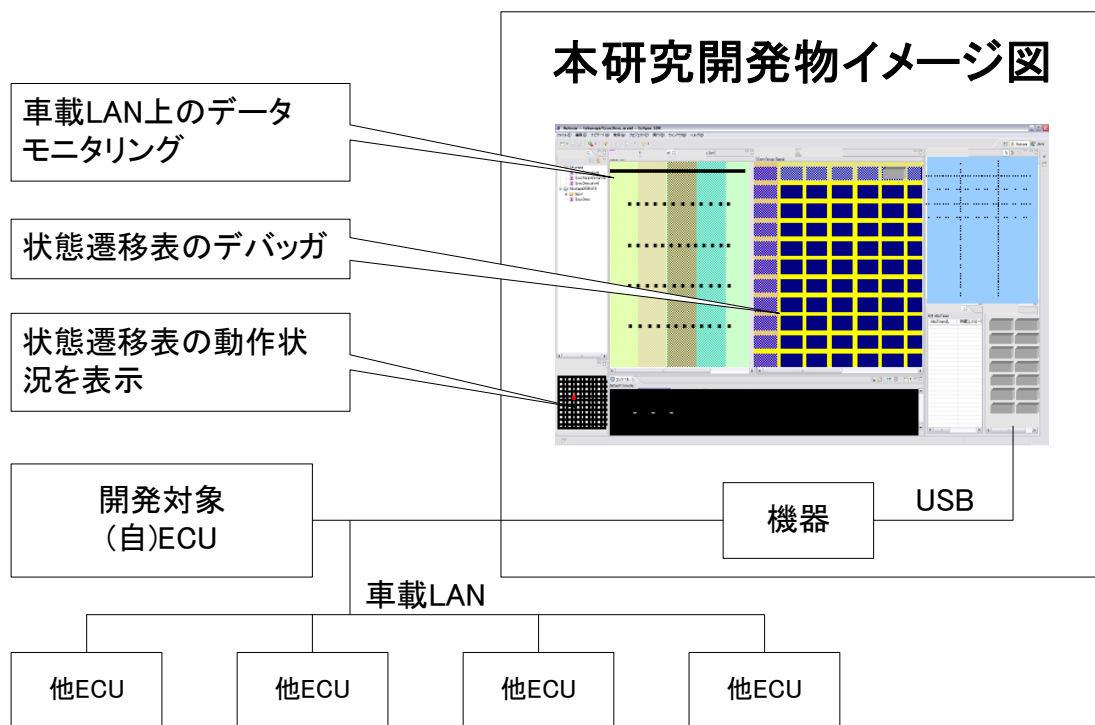
イーソル株式会社がこれまでに自動車業界において取り組んできた事業として、自動車メーカーと共同開発しイーソルにて製品化した車載 LAN の電子制御ユニット（ECU）診断プロトコル（製品名：Dr. CAN）及びリコール等が発生した時に電子制御ユニット（ECU）のソフトウェアの書き換えを行う車載 LAN プロトコル（製品名：Dr. Repro）がある。この製品は電子制御ユニット（ECU）側に組み込まれるソフトウェアでありイーソルの販売先としてはステアリングやエンジン・ブレーキ等を製造する Tier1 と呼ばれる電子制御ユニット（ECU）サプライヤである。この事業を開始した背景として自動車メーカーが自車に載せる電子制御ユニットの標準ソフトウェアをイーソルから Tier1 が購入することにより車載 LAN の安全性・信頼性を確保する目的で始まった事業であり、自動車メーカー・Tier1・イーソルにとって大きなメリットをもたらした。しかしながら、イーソルの車載 LAN プロトコルを採用しているにもかかわらず、数社の Tier1 が自動車メーカーの受け入れ検査にパスしない事例が発生した。この要因を探てみると全てが Tier1 側の検証不足によるものと判明した。その反省を踏まえ、ソフトウェアを標準化（モデル化）するだけでなく検証も標準化（モデル化）が必要だと痛感し、本研究開発のテーマに至った。

1-1-2. 研究目的及び目標

【3年度を通しての最終的な目標】

本研究開発は、車載 LAN の安全性・信頼性の向上を目的として、以下の機能を有する状態遷移モデルベース車載 LAN 検証ツールを開発することを目標とする。

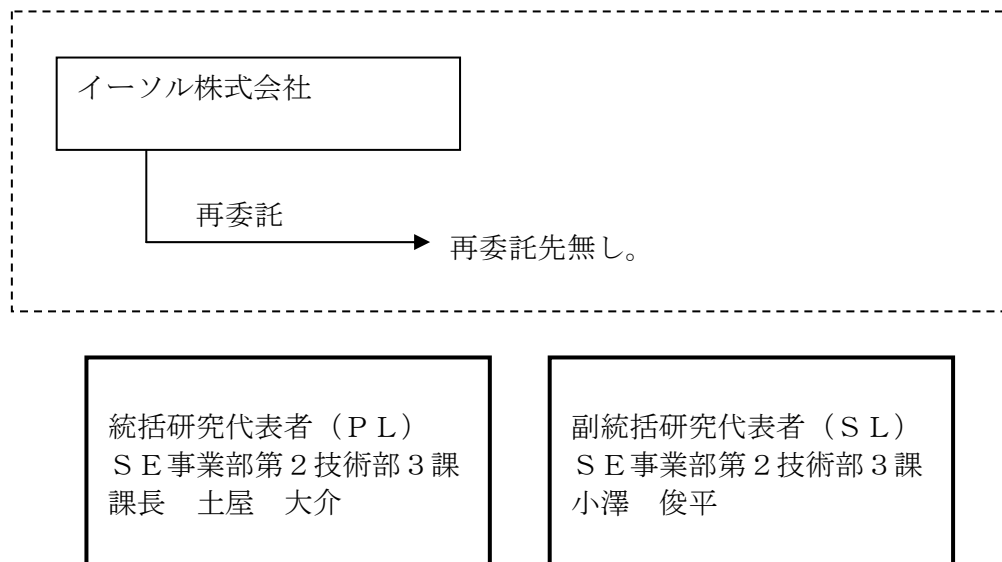
- ① 車載 LAN のモニタリング及びシミュレーション機能を同時に備える。
- ② 自動車メーカー仕様の車載 LAN プロトコルに沿った状態遷移モデルを標準としてイーソルが提供する事により、本研究開発成果物を導入した企業が技術者のレベルに左右されずに自動車メーカーの意向に沿った高品質で漏れの無い車載 LAN の検証を可能とする。
- ③ 状態遷移モデルの動作状況と車載 LAN バス上のモニタリング情報を同時にリアルタイムに表示できる機能を有することで、不具合の箇所が自 ECU にあるのか、車載 LAN 上にある他 ECU にあるかを同時に見える化する。
- ④ モニタリングした情報を元に車載 LAN 上のデータ不具合箇所を容易に特定できる機能を有することで、車載 LAN 全体の問題（設計上の問題も含む）抽出も可能とする。



1-2. 研究体制

1-2-1. 研究組織・管理体制

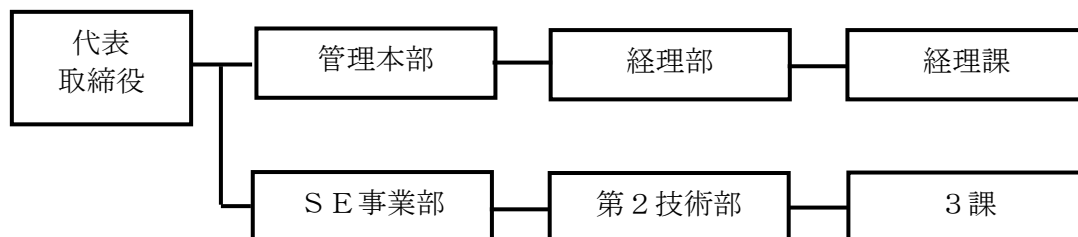
(1) 研究組織（全体）



(2) 管理体制

①事業管理者

[イーソル株式会社]



②（再委託先）

なし

1-2-2. 研究者氏名

①管理員

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
土屋 大介	S E 事業部第 2 技術部 3 課 課長	⑦プロジェクトの管理・運営

②研究員

氏名	所属・役職	実施内容
土屋 大介(再)	S E 事業部第 2 技術部 3 課 課長	①リプログラミング検証機能の作成 ②ネットワーク情報連携機能の作成 ③状態遷移モデルの機能向上 ④総合テスト ⑥報告書作成
小澤 俊平	S E 事業部第 2 技術部 3 課 中級エンジニア	①リプログラミング検証機能の作成 ②ネットワーク情報連携機能の作成 ③状態遷移モデルの機能向上 ④総合テスト ⑥報告書作成
小林 雄太	S E 事業部第 2 技術部 3 課 中級エンジニア	①リプログラミング検証機能の作成 ③状態遷移モデルの機能向上 ④総合テスト ⑥報告書作成
朱 煥云	S E 事業部第 2 技術部 3 課 初級エンジニア	①リプログラミング検証機能の作成 ②ネットワーク情報連携機能の作成 ④総合テスト
早川 詩織	S E 事業部第 2 技術部 3 課 初級エンジニア	①リプログラミング検証機能の作成 ③状態遷移モデルの機能向上 ⑤マニュアル作成 ⑥報告書作成
長谷川 英明	S E 事業部第 2 技術部 3 課 上級エンジニア	②ネットワーク情報連携機能の作成 ③状態遷移モデルの機能向上 ④総合テスト

1-2-3. 協力者

なし

1-3. 成果概要

成果概要について以下に記す。

1-3-1. サブテーマ① 機器側開発

PC と機器を USB で接続し、PC 側ソフトウェアから送信するコマンドにより車載 LAN 上を流れる CAN フレームを取得する機器のソフトウェアを開発した。また状態遷移モデルから車載 LAN へのデータ送出を行う機能を開発した。

1-3-2. サブテーマ② 設計情報入力機能

自動車メーカーが作成する車載 LAN 設計情報を読み込み、PC 側ソフトウェアで表示する各種情報に反映してユーザが判読可能な形式で表示する機能を開発した。

1-3-3. サブテーマ③ モニタリング結果解析機能

取得したシグナル情報を車載 LAN 設計情報と照らし合わせて解析し、グラフ表示する機能を開発した。同様に車載 LAN 設計情報を基に異常なシグナル値を検出してユーザが判読可能な形式で表示する機能を実装し、問題箇所に見える化を実現した。

1-3-4. サブテーマ④ 状態遷移モデル作成機能

PC 側ソフトウェア上で状態遷移モデルを作成・編集する機能を開発した。ユーザが状態遷移モデルを作成する事を補助するコンテンツアシスト機能を実装した。

1-3-5. サブテーマ⑤ 状態遷移モデルデバッグ機能

状態遷移モデルをデバッグするため、ブレークポイント、一時停止、モデルのステップ実行を行う機能を開発した。

1-3-6. サブテーマ⑥ テスト報告書自動作成機能

ユーザが用意するテスト報告書に状態遷移モデルからテスト結果を出力する機能を開発した。また車載 LAN 上を流れるシグナルを CSV ファイルに出力し、そこに文字列を出力する事を可能とした。テスト報告書から CSV ファイルにハイパーリンクでジャンプする機能を実装した。

上記成果により、3 年度を通しての最終的な目標①～④に対して以下を実現することができた。

- ① 車載 LAN のモニタリング及びシミュレーション機能を同時に実行可能
- ② 本研究開発成果物を導入した企業が、自動車メーカーの意向に沿った状態遷移モデルを使用して検証を行う事で、高品質で漏れのない車載 LAN 検証が実行可能
- ③ 状態遷移モデルと車載 LAN バス上のモニタリング情報により不具合箇所に見える化する
- ④ 車載 LAN 設計情報を反映した形式でモニタリング結果を出力する事で、不具合箇所を容易に特定し設計上の問題も含む車載 LAN 全体の問題を抽出可能とする

今後の課題としては以下が挙げられた。

- ・ 状態遷移モデル自体に間違いがある場合、それを防ぐ手段がない

1-4. 当該研究開発の連絡窓口

S E 事業部第 3 技術部 2 課 課長 土屋 大介 (2012 年 4 月より部署異動)

Tel :03-5365-1280

Fax :03-5365-1281

E-mail:tsuchiya@esol.co.jp

第2章 本論

2-1. サブテーマ① 機器側開発

本節では「機器側開発」における成果について記述する。

2-1-1. 使用機器

機器側ソフトウェアはイーソル内の既存機器を使用して開発した。以下に既存機器の主要スペックと外観を示す。

表 2-1 機器(ハードウェア)の主要スペック

#	項目	製品名(メーカー)	スペック
1	CPU	SH7142(ルネサス)	クロック：80MHz 内部 RAM：16KB 内部 ROM：512KB CAN：RCAN-ET×2Ch キャッシュ：なし
2	外部 RAM	CY62128E(CYPRESS)	128KB
3	外部 ROM	MBM29F160TE(富士通)	2MB
4	USB IC	FT245BM(FTDI)	最高転送速度：1MB/sec 送信バッファ：384ByteFIFO 受信バッファ：128ByteFIFO
5	ユーザーインターフェース	-	スイッチ×2 個 LED×2 個 7SEG×3 列

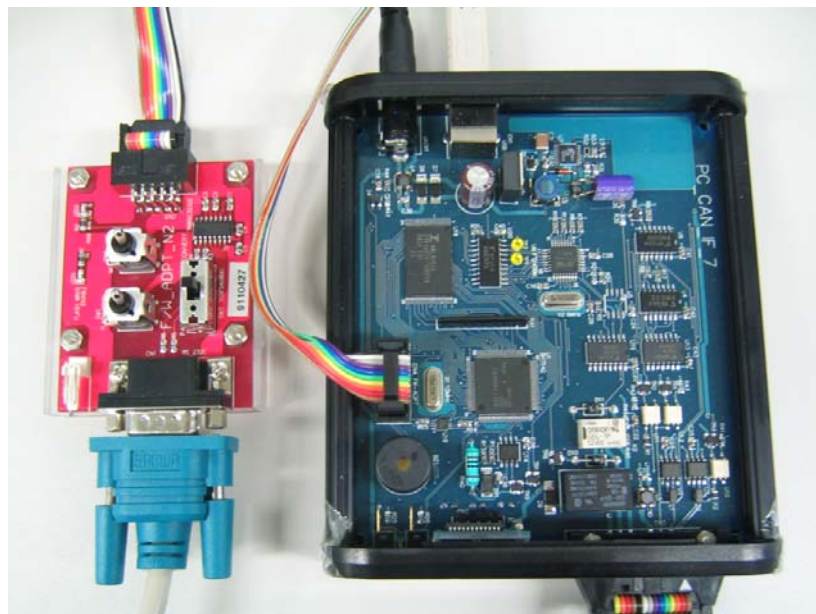


図 2-1 機器外観

2-1-2. 要件定義

機器側の主要要件は以下とした。

表 2-2 機器側の主要要件

#	要件	内容
1	モニタリング機能	CAN バス (2ch) から CAN フレームを受信し、USB によって PC 側ソフトウェアに送信する
2	ロギング機能	CAN バス (2ch) から CAN フレームを受信し、機器内のフラッシュメモリに記録する
3	状態遷移モデル機能	PC 側ソフトウェアから転送された状態遷移モデルを実行する
4	時間管理	機器はマイクロ秒単位で時間計測を行う

2-1-3. モニタリング機能

CANバスを流れるCANフレームを受信し、PC側ソフトウェアに送信する機能を実現した。

自動車で標準的に使用される CAN 通信速度 500Kbps においてバス負荷率 100%の場合にデータを取りこぼすことなくモニタリング行うためには、1 秒間に CAN バスを流れる CAN フレームが 4,854 フレームであるため、206 マイクロ秒以内に 1 つの CAN フレームに対する処理を完了する必要がある。

CAN バスを流れる CAN フレームを受信すると割込みが発生する。CAN データの受信処理はその割込みハンドラ内で実行する事でリアルタイム性を確保し、その時間内に処理を完了する事に成功した。

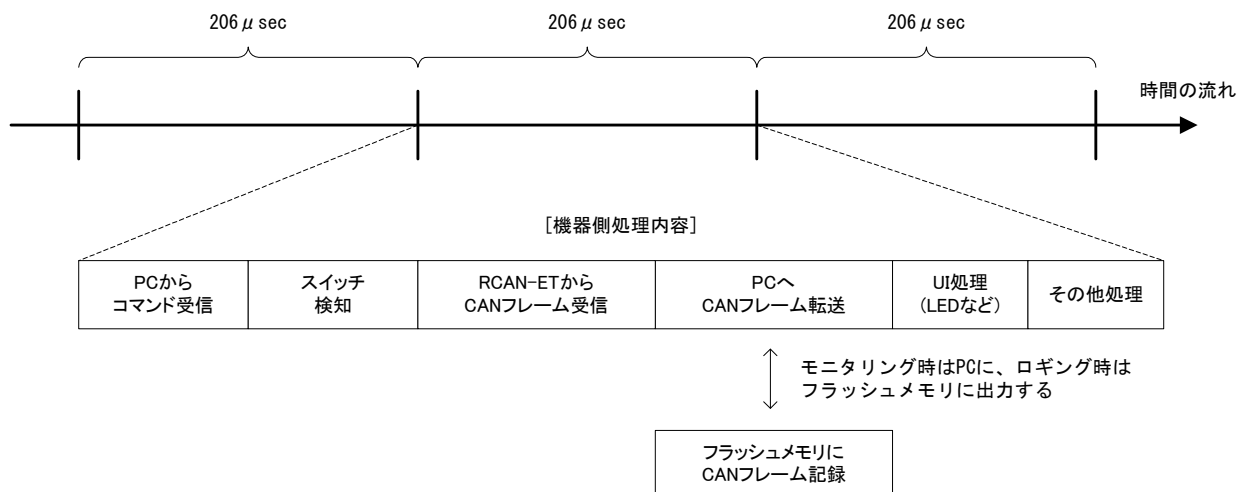


図 2-2 モニタリングの時間制約

2-1-4. ログイン機能

CAN バスを流れる CAN フレームを受信し、機器内のフラッシュメモリに記録する機能を実現した。モニタリングと同様に CAN 通信速度 500Kbps においてバス負荷率 100%時のデータを取りこぼす事なく動作するための時間的制約がある。フラッシュメモリへの書き込みには時間がかかるため連続書き込みモードを使用して時間短縮を図ったが、実際の書き込みには 1 バイト当たり 8 マイクロ秒かかり、この速度をこれ以上短縮する事はできないため、フラッシュメモリへの書き込み時間がボトルネックとなる。

2-1-5. 状態遷移モデル機能

PC 側ソフトウェアで作成した状態遷移モデルを機器側の RAM 上で実行する。状態遷移モデルはユーザが自由にステート(状態)とイベントを記述する事ができ、該当のステート時に発生するイベントに応じて機器の処理を定義する事ができる。

状態遷移モデルはモデル変数と呼ぶ変数領域や環境変数を持ち、ユーザが任意のデータを作成し保持する事ができる。これを利用して車載 LAN に送出する CAN データを作成し状態遷移モデルから CAN バスにデータを送出する事が可能である。

2-1-6. 時間管理

SH7142 内蔵のタイマを使用しマイクロ秒単位の時間管理を実現した。

2-1-7. 成果まとめ

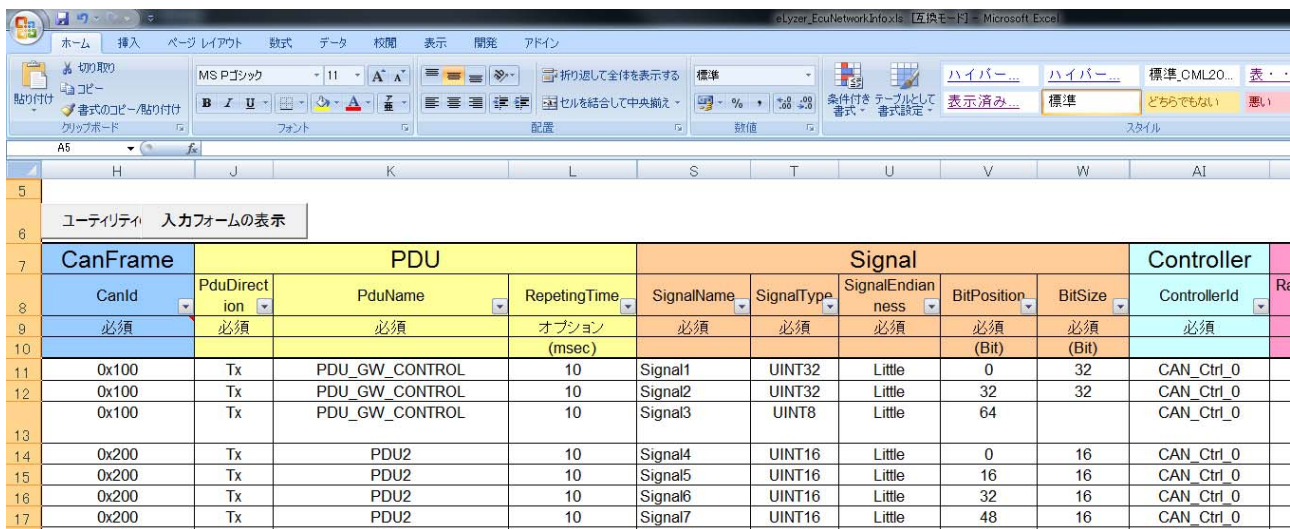
機器側開発では、以下の成果を上げることができた。

- ・ 最大 2ch の CAN バスのモニタリングに成功した
- ・ 最大 2ch の CAN バスのロギングに成功した
- ・ 状態遷移モデルの実現と、それを使用したシミュレーション（車載 LAN への CAN データ送出）に成功した
- ・ マイクロ秒単位での時間管理に成功した

2-2. サブテーマ② 設計情報入力機能

本節では「設計情報入力機能」における成果について記述する。

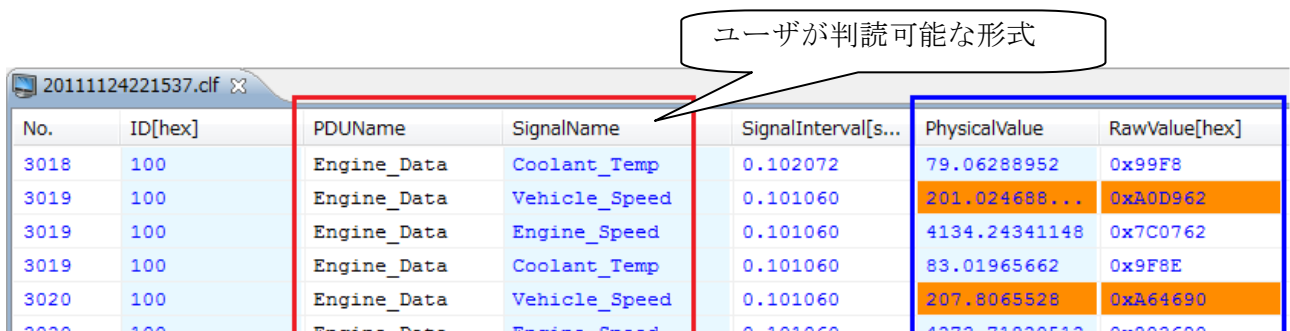
設計情報とは自動車メーカーが作成する自車の車載 LAN ネットワークの設計の事である。エクセルで作成したファイルでネットワーク情報と呼ぶ。ネットワーク情報はシグナル ID、シグナル名、サイズや周期といった情報を定義する。



CanFrame	PDU			Signal					Controller
CanId	PduDirection	PduName	RepeatingTime	SignalName	SignalType	SignalEndianness	BitPosition	BitSize	ControllerId
必須	必須	必須	オプション (msec)	必須	必須	必須	必須 (Bit)	必須 (Bit)	必須
0x100	Tx	PDU_GW_CONTROL	10	Signal1	UINT32	Little	0	32	CAN_Ctrl_0
0x100	Tx	PDU_GW_CONTROL	10	Signal2	UINT32	Little	32	32	CAN_Ctrl_0
0x100	Tx	PDU_GW_CONTROL	10	Signal3	UINT8	Little	64		CAN_Ctrl_0
0x200	Tx	PDU2	10	Signal4	UINT16	Little	0	16	CAN_Ctrl_0
0x200	Tx	PDU2	10	Signal5	UINT16	Little	16	16	CAN_Ctrl_0
0x200	Tx	PDU2	10	Signal6	UINT16	Little	32	16	CAN_Ctrl_0
0x200	Tx	PDU2	10	Signal7	UINT16	Little	48	16	CAN_Ctrl_0

図 2-3 ネットワーク情報

CAN フレームは 1 個以上のシグナルで構成されるバイナリの数値データであるため、そのままではどの数値が何の値を表しているのかをユーザは判別できない。本研究開発では、このネットワーク情報を読み込んで解析し、数値のシグナルをユーザが判読可能な形式で表示する機能を実現した。



No.	ID[hex]	PDUName	SignalName	SignalInterval[s...]	PhysicalValue	RawValue[hex]
3018	100	Engine_Data	Coolant_Temp	0.102072	79.06288952	0x99F8
3019	100	Engine_Data	Vehicle_Speed	0.101060	201.024688...	0xA0D962
3019	100	Engine_Data	Engine_Speed	0.101060	4134.24341148	0x7C0762
3019	100	Engine_Data	Coolant_Temp	0.101060	83.01965662	0x9F8E
3020	100	Engine_Data	Vehicle_Speed	0.101060	207.8065528	0xA64690

図 2-4 モニタリング画面

2-2-1. 成果まとめ

設計情報入力機能では、以下の成果を上げることができた。

- 自動車メーカーが作成する設計情報を読み込み、シグナルをユーザに判読可能な形式で表示する事に成功した

2-3. サブテーマ③ モニタリング結果解析機能

本節では「モニタリング結果解析機能」における成果について記述する。

モニタリングしたシグナル情報をネットワーク情報に照らし合わせて解析し、グラフ表示する。結果をグラフ化する事で値の推移や異常値が一目で判読可能となり、検証効率の向上を実現する。ネットワーク情報にはシグナルの最大値・最小値・周期等が定義されるため、異常値・異常周期を検知可能で、異常値は色を変えて表示するなど問題箇所の見える化と視認性を向上した。またグラフ上のポイントをクリックするとモニタリング画面上の該当データを表示するリンク機能を実装した。



図 2-5 シグナル解析結果のグラフ表示

2-3-1. 成果まとめ

モニタリング結果解析機能では、以下の成果を上げることができた。

- ・ モニタリング結果をネットワーク情報と照らし合わせて解析し、グラフ表示、異常値の検知、異常箇所の特定を容易にする事に成功した
- ・ 問題箇所の見える化を実現した

2-4. サブテーマ④ 状態遷移モデル作成機能

本節では「状態遷移モデル作成機能」における成果について記述する。

基本的に状態遷移モデルはイーソルから提供するが、ユーザが PC 側ソフトウェア上でモデルを作成・編集する事が可能である。モデルは複数のマトリクスで構成される。ユーザはマトリクスにステート（状態）とイベントを定義し、交差するセルにその状態の時に発生したイベントの動作を独自言語で記述する。独自言語の命令の記述を補助するため、文字を入力すると合致する命令候補とその説明を表示するコンテンツアシスト機能を実装した。

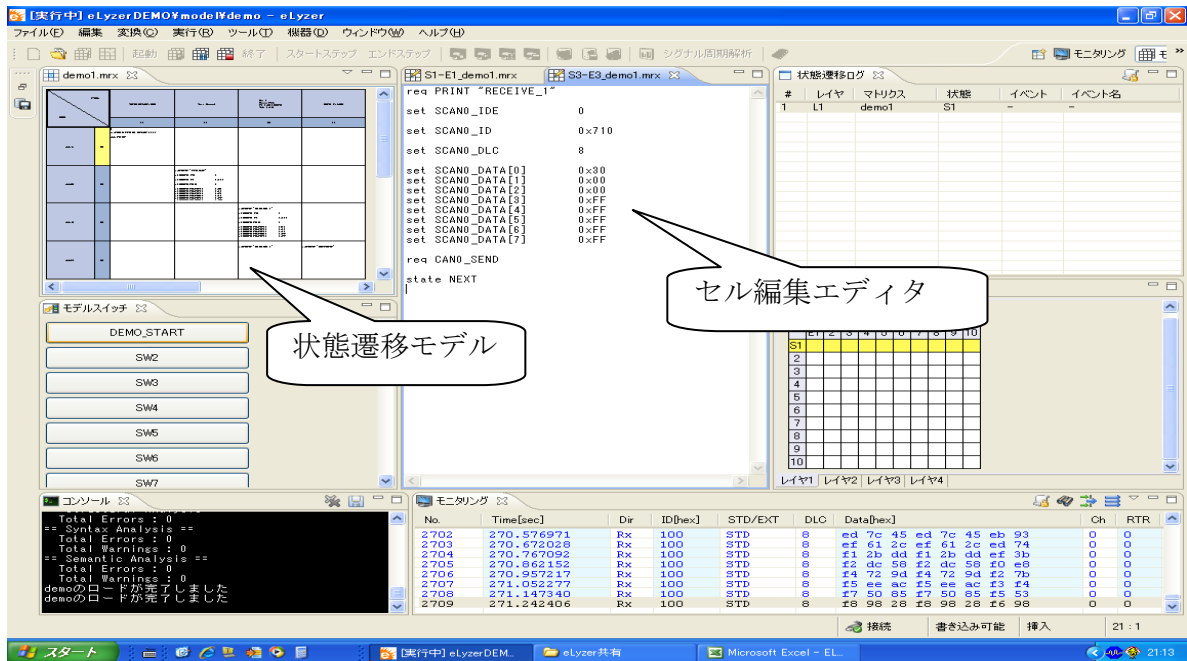


図 2-6 状態遷移モデル作成画面

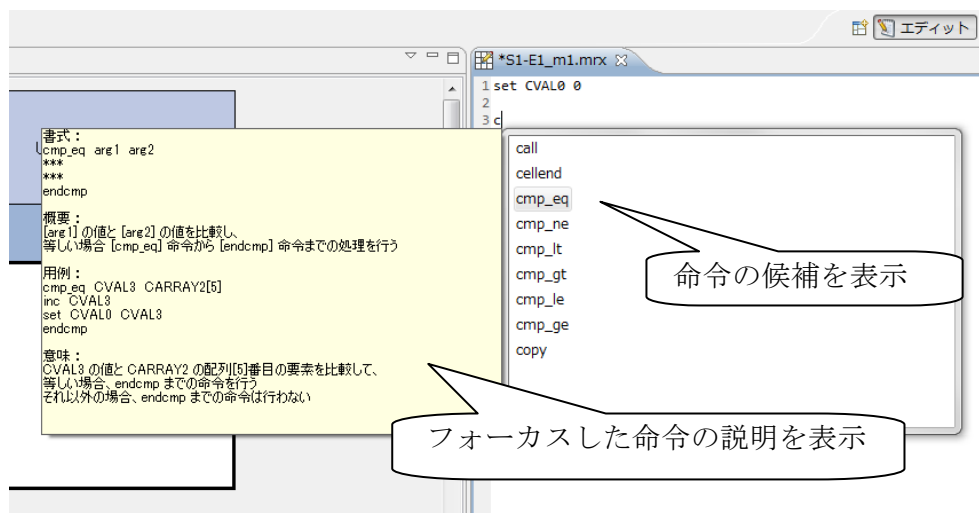


図 2-7 コンテンツアシスト機能

2-4-1. 成果まとめ

状態遷移モデル作成機能では、以下の成果を上げることができた。

- ・ 状態遷移モデルを作成・編集する機能の実現に成功した
- ・ 状態遷移モデルの作成を補助するコンテンツアシスト機能の実現に成功した

2-5. サブテーマ⑤ 状態遷移モデルデバッグ機能

本節では「状態遷移モデルデバッグ機能」における成果について記述する。

2-5-1. ブレークポイント

マトリクスのステート（状態）とセルにブレークポイントを設定することができる。設定したステート、或いはセルに遷移した時に状態遷移モデルの実行を停止する。

2-5-2. 一時停止

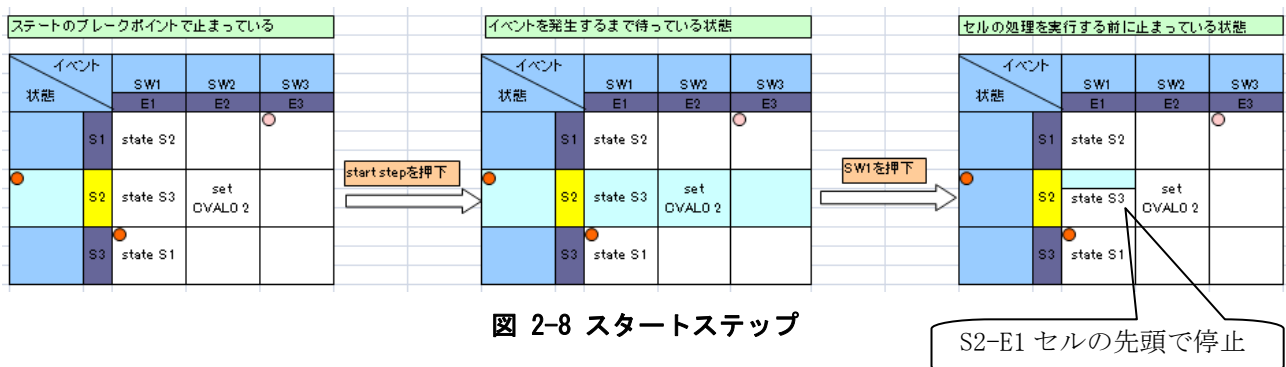
状態遷移モデルを実行中に、モデルの実行を一時停止することができる。一時停止すると現在のステートでブレークしたのと同じ状態で停止する。

2-5-3. ステップ実行

ブレークしている状態からステップ実行ができる。ステップ実行には以下の2つがある。

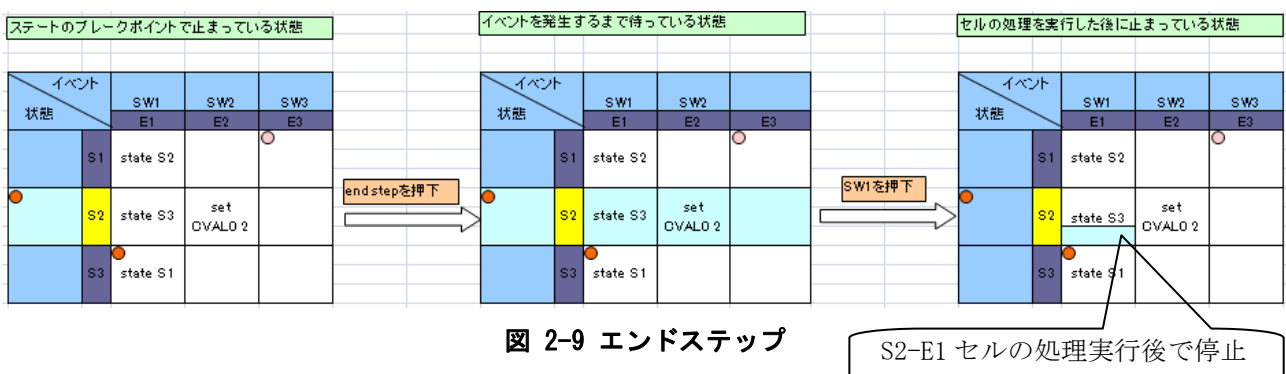
2-5-3-1. スタートステップ

ブレークしている位置から次に発生したイベントのセルの先頭（処理の実行前）でブレークする。例えば、あるステートでブレーク中にスタートステップを行うと、そのステートに設定しているイベントが発生した時に、該当のセルに書かれている処理の実行前（セルの先頭）でブレークする。



2-5-3-2. エンドステップ

ブレークしている位置から次に発生したイベントのセルの最後（処理の実行後）でブレークする。例えば、あるステートでブレーク中にエンドステップを行うと、そのステートに設定しているイベントが発生した時に、該当のセルに書かれている処理の実行後（セルの最後）でブレークする。



2-5-4. 成果まとめ

状態遷移モデルデバッグ機能では、以下の成果を上げることができた。

- ・ 状態遷移モデルにブレークポイントを設定し、ブレークする事に成功した
- ・ 状態遷移モデルの実行を一時停止する事に成功した。
- ・ 状態遷移モデルのステップ実行に成功した

2-6. サブテーマ⑥ テスト報告書自動作成機能

本節では「テスト報告書自動作成機能」における成果について記述する。

状態遷移モデルからエクセルファイルに文字列を出力する事を可能とした。ユーザが用意するテスト報告書に状態遷移モデルからテストの可否を出力する事で、ユーザの操作なしにテスト報告書を自動で作成する。またテスト結果表に出力する文字は CAN データのログファイル (CSV ファイル) にもハイパーリンクで出力する事ができ、テスト結果表からそのログファイルにジャンプする事を可能とした。

No.	テスト内容	確認内容	結果	バージョン	実施者	備考
1-1	〇〇テスト1	CAN-ID = 0x100 であること	OK	1.0.0	イソノル太郎	
1-2	〇〇テスト2	CAN-ID = 0x100 であること	OK	1.0.0	イソノル太郎	
1-3	〇〇テスト3	CAN-ID = 0x100 であること	OK	1.0.0	イソノル太郎	
1-4	〇〇テスト4	CAN-ID = 0x100 であること	OK	1.0.0	イソノル太郎	
1-5	〇〇テスト5	CAN-ID = 0x100 であること	OK	1.0.0	イソノル太郎	
1-6	〇〇テスト6	CAN-ID = 0x100 であること	OK	1.0.0	イソノル太郎	
1-7	〇〇テスト7	CAN-ID = 0x100 であること	OK	1.0.0	イソノル太郎	
1-8	〇〇テスト8	CAN-ID = 0x100 であること	OK	1.0.0	イソノル太郎	
1-9	〇〇テスト9	CAN-ID = 0x100 であること	OK	1.0.0	イソノル太郎	
1-10	〇〇テスト10	CAN-ID = 0x100 であること	OK	1.0.0	イソノル太郎	

図 2-10 テスト結果表サンプル

No.	Time[sec]	Dir	ID[hex]	STD/EXT	Data[hex]	Ch	RTR
1	11.832323	--	--	--	Model[test01] start	--	--
2	13.879468	--	--	--	OK	--	--
3	13.879516	--	--	--	Model[test01] stop	--	--
4	14.059753	--	--	--	OK	--	--
5	14.059690	--	--	--	Model[test02] start	--	--
6	14.059833	--	--	--	Model[test02] stop	--	--

図 2-11 ログファイル

2-6-1. 成果まとめ

テスト報告書自動作成機能では、以下の成果を上げることができた。

- ・ 状態遷移モデルからエクセルファイルのテスト結果表にテスト結果を出力する事に成功した
- ・ テスト結果表からログファイルへのハイパーリンクを可能に成功した

第3章 全体総括

本研究開発の成果をまとめる。

3-1. 開発成果

本研究開発は、下記4点を目標とした。

- ① 車載 LAN のモニタリング及びシミュレーション機能を同時に備える。
- ② 自動車メーカー仕様の車載 LAN プロトコルを検証する状態遷移モデルの実現
- ③ 状態遷移モデルと車載 LAN 上のモニタリング情報による不具合箇所の見える化の実現
- ④ 車載 LAN 上の不具合箇所特定の容易化

これらを実現するために主たる3つの機能を開発した。

- ① モニタリング・ロギング機能
- ② 状態遷移モデル作成・実行機能
- ③ ネットワーク情報連携機能・テスト結果自動出力

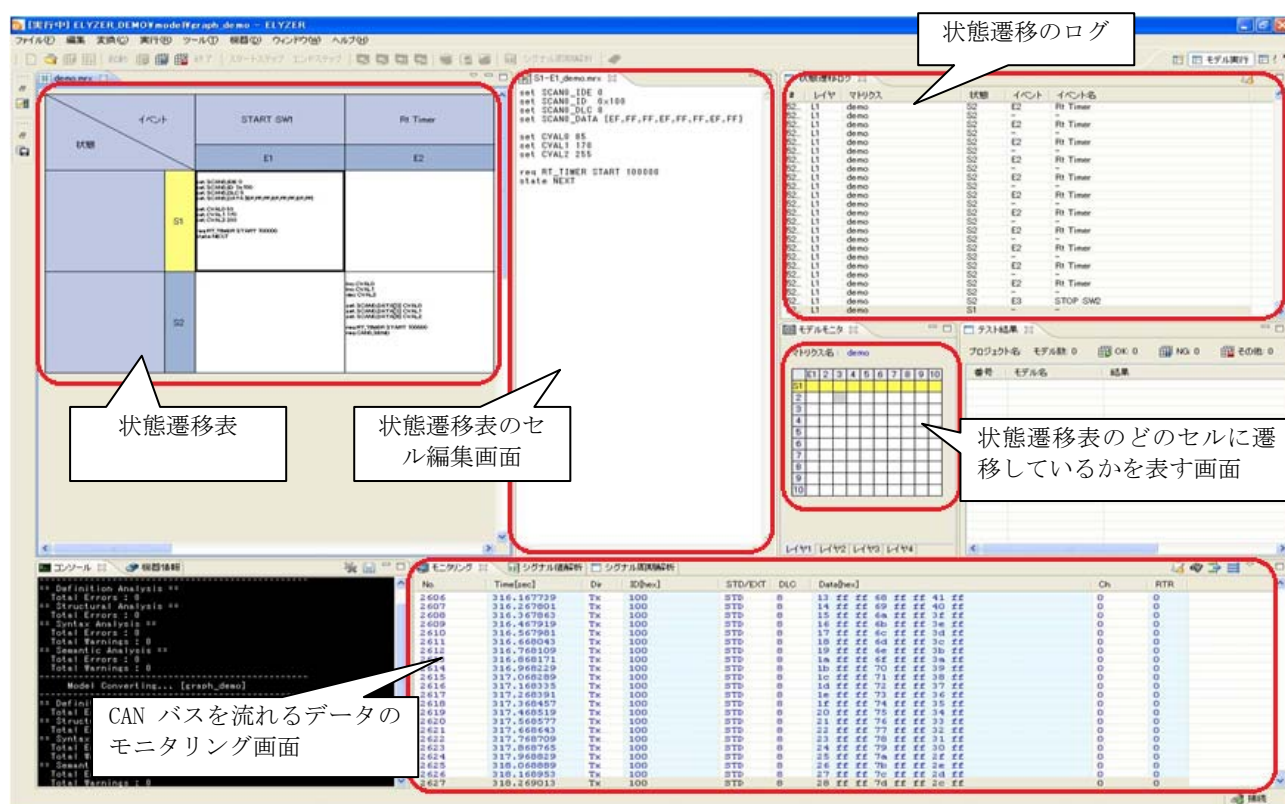


図 3-1 通常画面

3-1-1. モニタリング・ロギング

CAN バスのモニタリングと状態遷移モデルを同時に実行する事を可能とした。
CAN 通信速度 1Mbps で 8,000 フレーム/sec のデータを 2ch モニタリングしても、データを欠落する
事なく取得する事を可能とした。

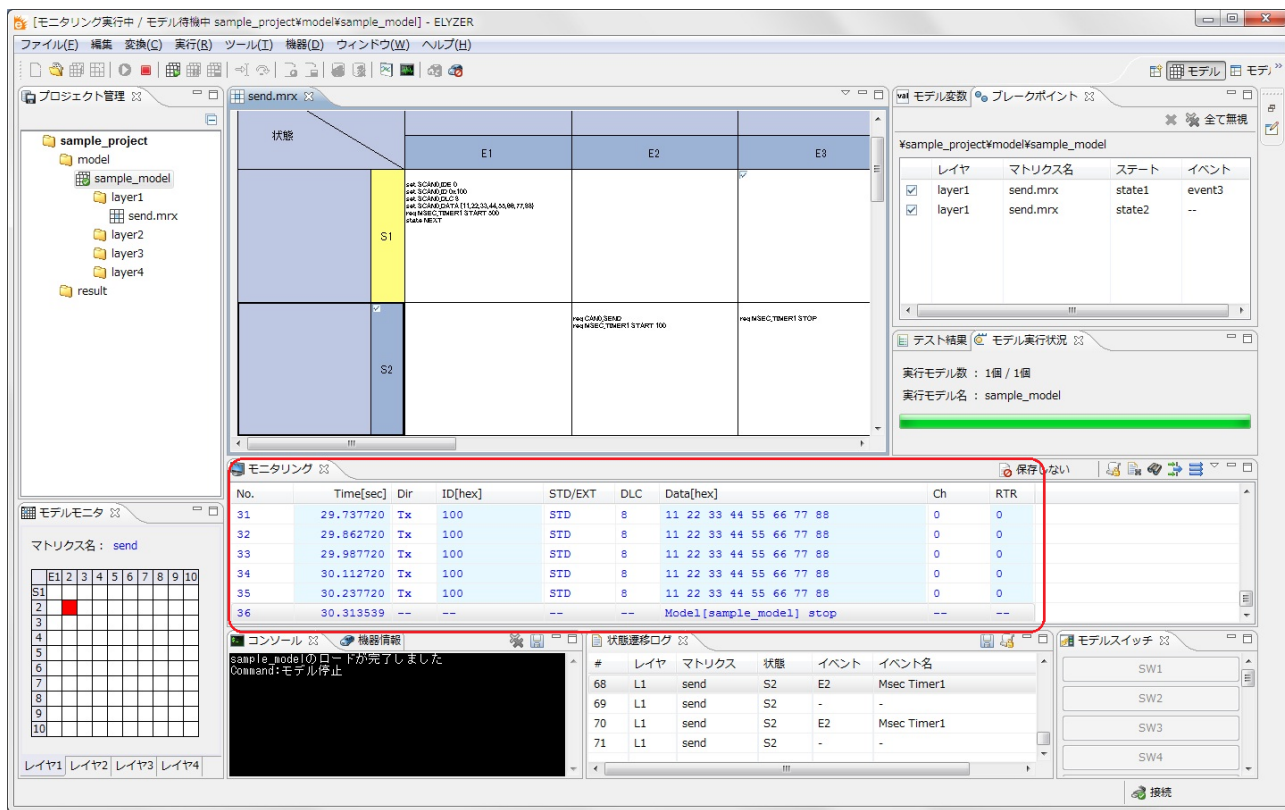


図 3-2 モニタリングと状態遷移モデルの同時実行画面

3-1-2. 状態遷移モデル作成・実行

状態遷移モデルはイーソルがテンプレートを作成するが、ユーザが自由に状態遷移モデルを作成・編集する事ができる。ユーザの作成・編集を補助するためのコンテンツアシスト機能を実装した。

状態遷移モデルは PC 側ソフトウェアで作成・編集し、機器側で実行可能な機械語に変換して機器側で実行する。状態遷移モデルは CAN フレームを作成して CAN バスに送出する事ができ、ある状態でのイベントに応じたシミュレーション動作が可能である。

状態遷移モデルではC言語のようにマクロ・定数・変数を使用する事ができ、状態遷移モデルからPC側ソフトウェアのモニタリング結果への任意の文字列の出力、テスト結果のエクセルファイルへの出力を可能とした。

状態遷移モデルはセル単位でブレークポイントを設定する事ができ、当該セルに来た時にブレークして停止する。またセル単位のステップ実行を実現した。

検証者が全員同じ状態遷移モデルを実行する事で、ユーザのスキルに左右されない均一で高品質な検証を行う事ができる。

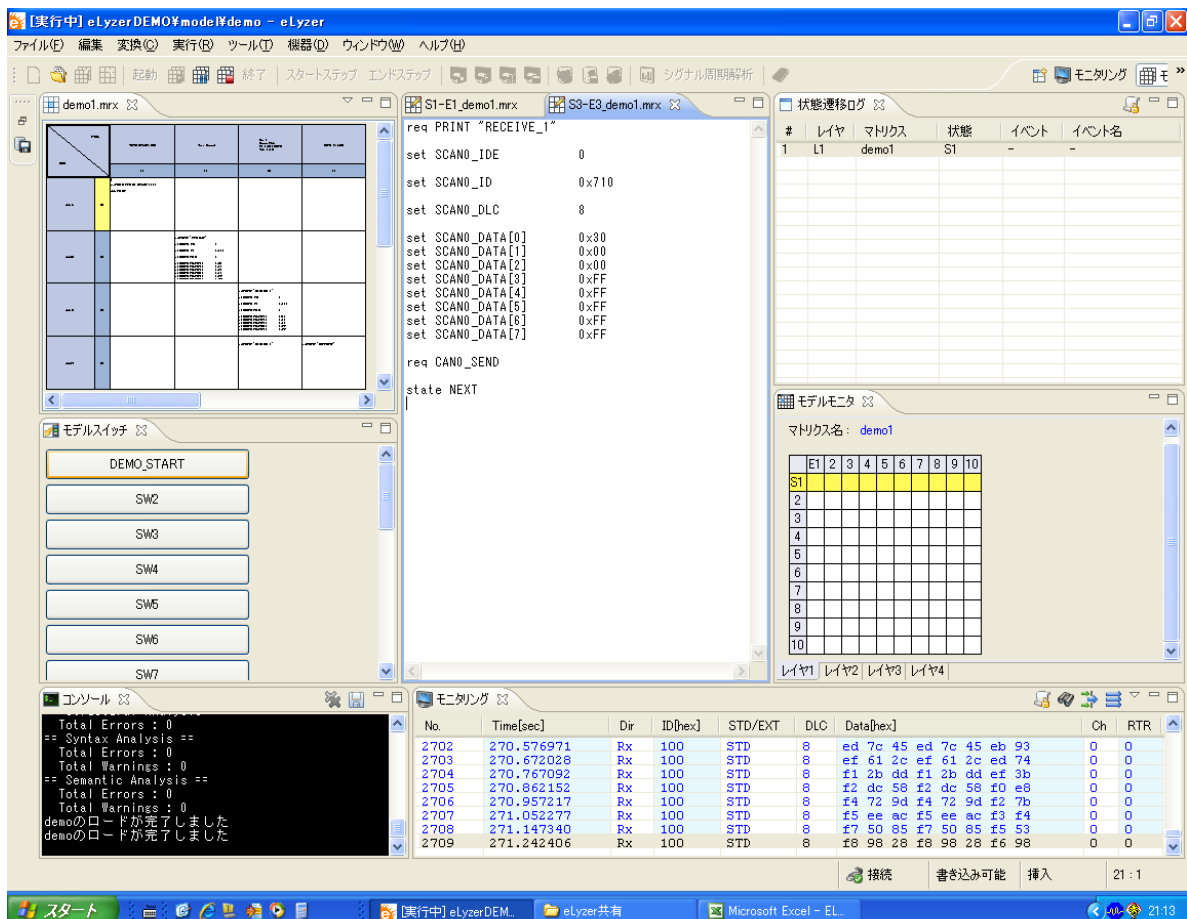


図 3-3 状態遷移モデル作成・編集・実行画面

3-1-3. ネットワーク情報連携

自動車メーカーが作成するネットワーク情報を読み込み、モニタリング結果をユーザが判読可能な形式で表示する。またモニタリング結果をグラフ表示し、グラフ上の点を選択すると該当のモニタリングデータを表示する。ネットワーク情報にシグナル値の最大値・最小値・周期があれば、異常値の色を変更して表示する。

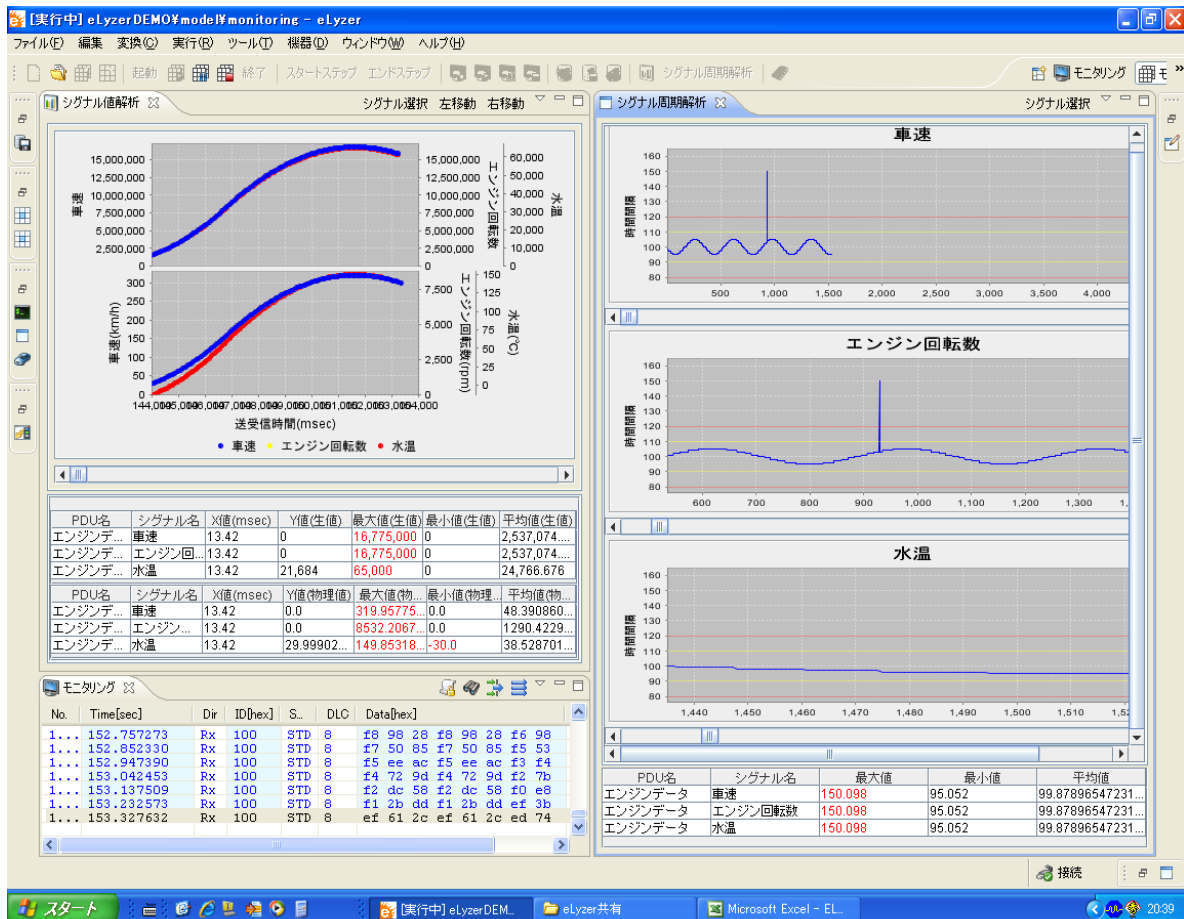


図 3-4 ネットワーク情報によるグラフ表示

本研究開発により当初の目標である4点を達成し、下記を実現する事に成功した。

- ① 車載 LAN プロトコルのモデル化による高品質検証の確保
- ② 車載 LAN に流れるデータの問題箇所の見える化
- ③ 車載ネットワーク設計の妥当性を検証する仕組み作り

3-2. 研究開発後の課題

本研究開発後の課題として、下記が挙げられる。

- ① フラッシュメモリ書き込み時間がボトルネックになる。
- ② ユーザが作成する状態遷移モデルに無限ループなど問題のある記述をした場合に防ぐ手段がない。
- ③ 作成する状態遷移モデルの正当性は状態遷移モデルを作成するユーザに依存する。状態遷移モデルに間違いがある場合、それを防ぐ手段がない事がリスクとなる。

現状特許の出願はなし。申請可能な要素があるかは今後検討する。

3-3. 事業化計画

協力関係にある自動車メーカーが策定する車載通信プロトコルを Tier1 に説明する資料の中に、本成果物を推奨ツールとして載せていただく事が合意されている。そのような自動車メーカー・Tier1 に協力を仰ぎながら、ニーズに合致する使える高品質ツールとしてブラッシュアップしていく。

社内の体制としては、車載ソフトウェア受託開発を主な事業としている部隊、受託開発の営業部隊、OS と統合開発環境等の既存のイーソル製品を販売している部隊と協力しながら、営業・マーケティング活動を実施する。

(事業計画)

事業全体						※金額の単位は千円
	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度	コメント
売上総計	¥5,000	¥7,500	¥126,750	¥253,500	¥380,250	
原価総計	¥2,000	¥3,000	¥75,000	¥118,800	¥162,600	
粗利益総計	(-)	(-)	¥51,750	¥134,700	¥217,650	
販売費及び一般管理費	(-)	(-)	¥38,025	¥76,050	¥114,075	販売費は総売上の20%で計算 一般管理費は総売上の10%で計算
営業利益	(-)	(-)	¥13,725	¥58,650	¥103,575	

平成24年度4月に自動車メーカーに対して5,000千円の販売を予定しており、平成24年度の目標は達成する見通し。

付録

専門用語説明

#	用語	説明
1	AUTOSAR(オートザー)	欧州の自動車メーカー、車載メーカーが中心となって 2003 年 7 月に設立された車載ソフトウェアの標準化団体
2	CAN(キャン)	Controller Area Network の略称で ISO にて国際的に標準化されたシリアル通信プロトコル。車載系の LAN として開発されたが、現在では他の用途にも利用されている。
3	Eclipse(エクリプス)	IBM によって開発された統合開発環境のひとつ。Eclipse のプラグインを開発する事で、統合開発環境の 1 つの機能として提供することが可能になる。
4	ECU(イーシーユー)	電子制御ユニット。マイクロコンピュータを内蔵した製品で、ソフトウェアを搭載することによりセンサ・アクチュエータ（メカを動かすための装置）を電子制御するもの。
5	JASPAR(ジャスパー)	国内の自動車メーカー、車載メーカーが中心となって 2004 年 9 月に設立された電子制御ユニット（ECU）のソフトウェア基盤や車内 LAN インタフェース規格の標準化団体
6	JFace(ジェイフェイス)	一般的な UI を作成するための、SWT の機能をカプセル化した UI フレームワーク。
7	K-Line(ケーライン)	CAN 以前に普及したレガシィな通信プロトコル。主に OBD (On-Board Diagnostics) による車両故障診断の用途で利用されている。
8	SH2(エスエイチツー)	ルネサスエレクトロニクス社製の 32 ビット RISC CPU
9	SWT(エスダブリューティ ー)	Java プラットフォーム用ウィジェット・ツールキットの一種。オペレーティングシステムが提供する GUI ライブラリを JNI (Java Native Interface) 経由で使用する。ネイティブコードを使用するため、見た目がシステム標準通りになる。
10	Tier1(ティアワン)	自動車を構成する部品を供給する 1 次納入企業の総称。（Tier1 の製品を構成するマイクロコンピュータなどの部品を供給する半導体企業等を Tier2 と呼ぶ）
11	WorkBench(ワークベン チ)	Eclipse ランタイム、SWT, JFace をベースに構築されており、マルチウィンドウ環境を提供する。
12	X-by-wire(エックスバイ ワイヤー)	油圧など機械的に実現してきた操舵や制動などの機能を、電気的なアクチュエータやモータ、電子制御などによって実現する技術のこと (X は Fly(航空機制御の総称)・Drive(自動車制御の総称)・Axel(アクセル)・Break (ブレーキ)・Steering(ステアリング)に置き換えられる)
13	コントロールボックス	本成果物の機器のこと
14	シグナル	車載 LAN に流れている車両情報の総称（例：車速シグナル・ステアリング角シグナル等）
15	実行形式ファイル	モデル（マトリクスファイルの集合）を機器側で実行可能な機械語に変換したファイル。
16	状態遷移モデル	ある状態ごとに、外部からのイベント（データ入力等）と内部からのプログラマティックなイベント（タイムアウト・スイッチ押下等）に応じて振る舞いを記述するモデル。本書では単にモデルとも呼ぶ。
17	セル	マトリクスにおける状態とイベントの交差したマス。独自言語による命令文を記述する。
18	ネットワーク情報	自動車メーカーが作成する車載 LAN 設計情報

19	プロジェクト	車ごとの固有情報や PC 側ソフトウェアの設定情報など、状態遷移モデルベース車載 LAN 検証ツールの実行に必要な情報を管理する単位
20	マトリクス	1 枚の状態遷移表のこと。
21	マトリクスファイル	PC 側ソフトウェアの GUI 上で作成したマトリクスの内容を保存したファイル。
22	モニタリング	機器が CAN バス上を流れる CAN フレームを取得して PC へ転送し、PC 側ソフトウェアが転送された CAN フレームを画面に表示すること
23	レイヤ	モデルにおけるマトリクスの呼び出し階層のこと。
24	ロギング	機器が CAN バス上を流れる CAN フレームを取得して機器のフラッシュメモリに記録すること
25	ログデータ	モニタリングまたはロギングで記録した CAN データのこと
26	ワークスペース	PC 側ソフトウェア上で作成したプロジェクト等の各種リソースを格納するフォルダ