

# 製造業のグローバル設計を支援するクラウドの開発

塩野谷 友隆<sup>1</sup> 勝 康夫<sup>1</sup> 上原 敬太郎<sup>1</sup>

概要：近年、製造業において市場のグローバル化が進んでいる。グローバル市場における製品シェア獲得には、現地ニーズを踏まえた製品の短期間での投入が不可欠であるため、開発設計業務は海外現地へシフトされている。海外設計製品における信頼性確保に向け、高度検証環境の活用が求められているが、海外拠点間においては、ネットワーク転送速度が非常に小さいため、検証環境を共用できないという問題がある。本研究では、製造業向け設計検証環境の海外共用の実現を目的に、大規模データの高速転送機能を有し、Web アクセススペースで検証環境の共有を実現する、グローバル設計向けクラウドサービスを開発している。本稿では、本サービスのフィージビリティ実証を目的に、ネットワーク高速化装置及びデータ抽出ソルバを用いたデータ転送時間の削減効果と、自動車向け制御ソフトウェアの開発における検証作業の効率化効果の試算について述べる。前者に関しては、自動車向け制御ソフトウェア検証環境で実際に用いられる解析ログの転送時間を100倍以上短縮できることを実証し、後者に関しては、実機を用いる場合の検証業務に要する時間と比較し、30%工数短縮できる見込みを得た。

## Development of Cloud-platform for Global Design Support in Industry

TOMOTAKA SHIONOYA<sup>1</sup> YASUO SUGURE<sup>1</sup> KEITARO UEHARA<sup>1</sup>

### 1. はじめに

現在、日本の製造業では、内外の事業コスト格差、為替、拡大する海外市場に対応すべく、海外への生産シフトが進んでいる [1]。内閣府が2013年3月に公表した「企業行動に関するアンケート調査」によると、2011年度の上場企業の海外現地生産比率は17.2%であり、1987年の調査開始以来最高となった2010年度実績(17.9%)からは0.7ポイント低迷したものの、過去5番目に高い水準を維持している。また、2018年度には、21.3%に向上する見通しが得られており、海外の生産シフトは今後堅調に増加していくと考えられる [2, 3]。

このような海外への生産シフト推進は、大きく分けて2つの理由に基づく。第一の理由は、従来、生産拠点としてのみ注目されてきた新興国における、国民の購買力向上による、市場としての成長である。IMFのレポートによれば、2000年頃から新興国の実質GDP成長率は先進国より

高く、2013年においては先進国に比べて4倍以上の成長を続けており、この傾向は今後5年間は続く予測されている [4]。第二の理由は、製造業のプロダクトアウト指向からマーケットイン指向への移行である。新興国に形成された市場における優位性を確保するためには、国産製品の廉価版ではなく、各国の地域性に応じた現地仕様にカスタマイズした製品の投入がビジネス成立に必要な不可欠となっている。これらの理由の裏付けとして、同じく内閣府のアンケート結果において、生産拠点を海外に配置する理由の第一位である「現地・進出先近隣国の需要が旺盛又は今後の拡大が見込まれる」が、昨年度調査結果に比べて増大傾向であることと、その一方で「労働力コストが低い」「資材・原材料、製造工程全体、物流、土地・建物等のコストが低い」といった、生産コストに関する調査結果が横ばい、あるいは減少傾向であることが挙げられる [2]。

こうした生産のグローバル化は今後、設計段階から海外で実施されるようになってくる見通しである。野村総合研究所によるアンケート調査によれば、2010年において、グローバル設計を実施している企業は5.1%に留まっている

<sup>1</sup> 日立製作所 中央研究所 (Hitachi, Ltd., Central Research Lab.)  
292, Yoshida-cho, Totsuka-ku, Yokohama-shi, Kanagawa,  
244-0817 Japan

が、2020年には48.2%の企業がグローバル設計を実施したいと回答しており、今後海外への設計シフトが推進していくと考えられる [5,6].

しかしながら、このような設計業務の海外シフトが推進される中で、貧弱なネットワークおよび計算機資源しか提供できないといった、情報システムの設備投資に関する課題や、設計開発プロセスの異なる現地設計製品における信頼性検証が困難であるといった、品質確保に関する課題など、国内とは異なる課題が生じている。

これらの課題を受け、我々は、(1) グローバル環境でも利用可能な設計支援システムの提供と、(2) 本システムの活用による設計品質向上、および (3) 生産コスト低減の3つを目的とした研究に着手した。

本稿では、本研究の日米連携支援の中で立案された、グローバル基盤における設計工程を支援する「グローバル設計向けクラウドサービス」の機能とその業務効率向上効果についての試算結果を報告する。

## 2. SaaS型ソリューション導入の課題

### 2.1 グローバル展開における課題

近年、製造業各社は、急速に海外拠点を増加させている。経済産業省の調査によれば、2001年には6522社であった海外法人数が2010年には8412社となり、30%近く増加した [7]。このように製造法人の海外移転が盛んになった理由は、新興国の購買力が向上し、販売市場として成長しているためである。例えば中国では、自動車の販売数が2008年から2010年にかけて、およそ2倍に増加した [8]。

製造拠点がグローバル化するにつれ、情報が分散配置に起因する情報管理コストの増大やソフトウェアのバージョン統一などを実現するためのシステム管理コストの増大が問題となっている。この問題を受けて、どの拠点でもアクセス可能かつ、システムの管理を外部委託できる Software as a Service(SaaS) 型のソリューションのニーズが高まっており、PLMを中心にSaaSパッケージが販売されるようになってきている [9]。しかしながら、図1に示すように、SaaSを用いたグローバル設計ソリューションの提供にはデータ転送速度と検証工程に関して課題が発生する。以下、それぞれの課題について説明する。

#### 2.1.1 データ転送速度に関する課題

図1にグローバル設計へのクラウド環境適用とその課題を示す。今日、グローバル市場における自動車は、主生産国のモデルを各市場の仕様にモデルチェンジするのが一般的となっている。図1の左前半のカスタマイズ工程は、日本向けの自動車設計データをカスタマイズする工程である。本工程においては、まず Computer Aided Design (CAD) で記述された日本向け自動車の設計データを開発拠点に転送する。今日、CADはより設計者のニーズを受けて、3次元ソリッド表現や公差情報入力など複雑な表現を実現で

きるようになった [10]。加えて自動車開発においては、部材のみならず製造ラインまでモデル化するようになっており、より多数の設計データが創出されている。そのため、このような設計データの容量は増大しており、100MBを超える、1つの部品データの転送に5時間を要する場合もある [11]。

またカスタマイズ工程の次の検証工程においては、後述するように検証項目が増加するとともに複雑化しているため、検証時に生成される解析ログの容量が爆発的に増加しており、我々が調査した範囲においても、1テストあたり最大で2TBを超える解析ログが生成されるケースもあった。この解析ログは、再検証などに有用なデータを含んでいるにも関わらず、現実的な時間でグローバル拠点間で転送できないため、破棄されてしまうと考えられており、開発者の検証効率が低下すると懸念されている。

#### 2.1.2 検証工程に関する課題

設計業務にITが導入され、設計データや部材の再利用性が高まることで、設計段階での不具合の波及が大きくなっている。例えば自動車製造におけるリコールの原因解析に着目すると、平成22年度に発生したりコール320件の原因分析の結果、42%が評価基準の甘さに起因するものであったと報告されている [12]。こうした事例を受け、製造業における検証工程の重要性は日に日に増加しており、伴って検証に投入されるテスト件数も増大している。

こうして増大するテスト件数を検証するため、自動車業界においては、自動車制御向けソフトウェアの正常動作検証は、Hardware In the Loop Simulator(HILS) [13]を導入している。HILSの導入により、車両から出力される信号を模擬したテスト信号を、実装した Electrical Control Unit(ECU)に入力できるため、従来、実際の車両に接続して行われてきた検証業務を効率的に実施できるようになっている。しかしながら、今日の検証業務におけるテスト件数は2万件にものぼり、既存のECU制御ソフトウェアを改良する派生設計で全設計工数の45%程度、新規設計においては、75%を要することもある。

さらには、2011年11月に機能安全規格ISO26262 [14]が制定され、今後、正常動作だけではなく、ECU故障時における動作検証が要求され、検証項目の爆発的な増加が問題となると考えられる。例えば、自動車エンジンのECUに搭載される、32ビットマイコン内のメモリ故障の検証には、数千万件のテストケースが必要となるおそれがあり、HILSの導入をもってしても、現実的な期間で全件検証を完了できない可能性がある。

## 2.2 グローバル設計向けクラウドサービスの構想

### 2.2.1 グローバル設計向けクラウドサービスを構成する基盤

表1にグローバル設計業務の課題とその解決策を示す。

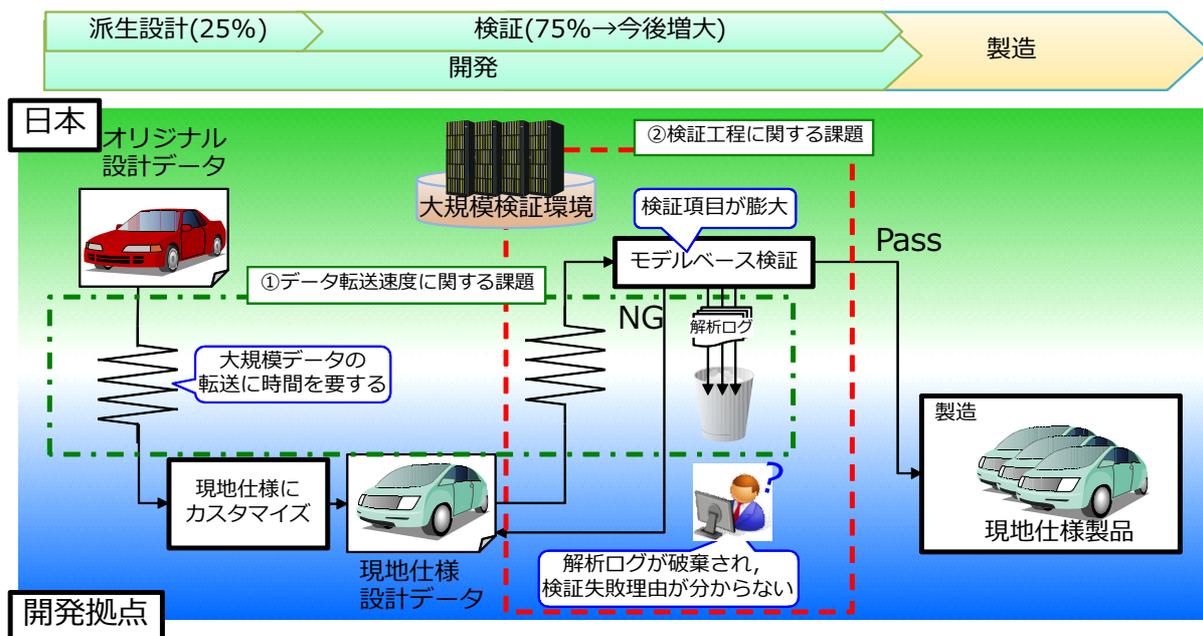


図 1 グローバル設計適用における課題

表 1 グローバル設計業務の課題と解決策

課題	解決策
低速なデータ転送速度	・ネットワークの高速化 ・転送データ量の削減
検証項目の爆発的増加	・並列計算環境上での実機レス検証

本研究においては、低速なデータ転送速度と検証項目の爆発的増大に関して検討した。前者に関しては、ネットワークそのものの高速化と転送データ量の削減両方の観点から検討し、高速データ基盤と設計データ抽出基盤を開発した。後者に関しては、クラウドコンピューティングが有する並列計算能力を活用し、シミュレーションを基にした実機レス検証の導入について検討し、グローバル設計向けクラウド型大規模検証基盤の基本アーキテクチャを構築した。

以下、グローバル設計向けクラウドサービスを構成する、各基盤について説明する。

### 2.2.2 高速データ転送基盤

今日、業務遂行にはネットワークを介してのデータ交換は必要不可欠となっている。特に設計業務においては、設計データの大容量化に伴い、ネットワーク及びデータ転送時間に対する要求は高まる一方である。

一般にネットワークは、拠点間の距離が大きくなると、Round Trip Time (RTT; 往復応答時間) とパケットロス率の両方が増大する。従来から各種データ転送の基礎となっている Transmission Control Protocol (TCP) は、RTT とパケットロス率の増大に伴って、通信速度が低下することが一般に知られている。グローバル設計業務の遂行に際しては、高 RTT、高パケットロス率のネットワークにおいて、大容量のデータを高速に送信するための高速データ転

送基盤の確立が必須である。本研究における、グローバル設計向けクラウドサービスに導入する高速データ基盤の確立に際しては、グローバル拠点間で課題となる高 RTT かつ高パケットロス率なネットワークにおいて、通信高速化を実現できる高速 TCP 方式 [15] を導入することとした。

また、データ転送の高速化という観点においては、受信側で一定量のデータを蓄積し、データ送信時に送信データとの照合を経て、同一データを再送しないように制御する、キャッシュ方式も有用である。データ転送におけるキャッシュ方式は、部分的に一致した箇所のみを、再送しないよう、受信したデータを一定のブロック単位あるいはバイト単位に分割して蓄積する手法が一般的である。

本研究においては、データのサイズ変化に対してロバスト性を有する、データ分割技術 [16] を応用したデータ転送技術を試作し、グローバル設計向けクラウドサービスの高速データ転送基盤に組み込んだ。

### 2.2.3 設計データ抽出基盤

技術者は検証における解析ログ全てを参照するのではなく、不具合を発生させた周辺のデータだけが参照できればよい。そのため、テラバイト級の容量となりうる解析ログ全てを転送する必要はそもそもない。

設計データ抽出基盤は、多種多様な設計データから必要な部分のみを抽出し、転送データ量を削減する基盤である。

図 2 に設計データ抽出基盤の構成を示す。設計データ抽出基盤は設計データごとに対応したデータ抽出ソルバとデータを画一的フォーマットで出力するフォーマッタから構成される基盤である。フォーマッタはユーザからのデータ抽出要求をクエリとして受け、データに対応するソルバは、クエリに基づいてデータを抽出する。抽出されたデー

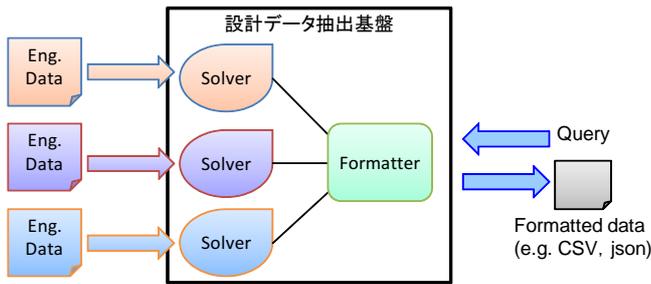


図 2 設計データ抽出基盤の構成

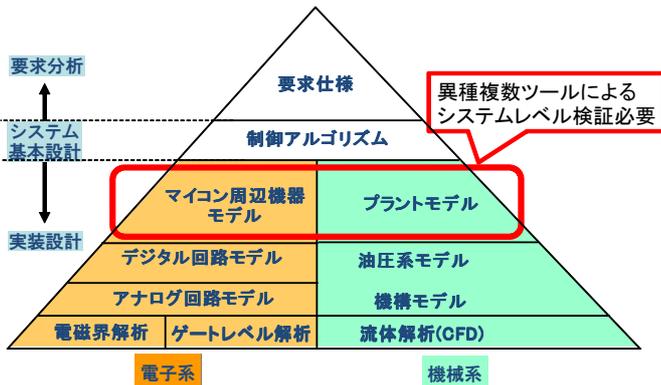


図 3 自動車制御分野において使用されるシミュレータ群

タはフォーマッタがシステムに指示された形式に CSV や json などのフォーマットに変換し、データ要求元に返信する基盤である。

本研究においては、vHILS(後述)が出力するシミュレーションのログ(解析ログ)を対象としたソルバと、CSV もしくは json を出力するフォーマッタを記述し、設計データ抽出基盤のプロトタイプを実装した。

### 2.2.4 クラウド型大規模検証基盤

近年、特に自動車制御分野では多種多様なシミュレーションが実施されている。図 3 に自動車制御分野の設計業務において使用されるシミュレータ群を示す。縦軸は設計の抽象度レベルを示す。最上段が要求仕様の段階であり、下側に行くにつれて抽象度が低くなり、より詳細設計の段階となる。上段の要求仕様の記述およびシステム基本設計段階では、電子系・機械系ともにほぼ共通のツールが使用されており、SysML, UML などの仕様記述言語で要求仕様をモデル化し、Matlab<sup>®</sup>/Simulink<sup>®</sup>, Stateflow<sup>®</sup> などのツール/シミュレータを用いて制御ロジックの設計を行う。しかし、その次の段の詳細設計では、機械系、電子系の各部品それぞれの分野の抽象度に応じて、多種多様なツール/シミュレータが必要となる。例えば、機械系では、制御対象の機構、流体、油圧の制御など、電子系では、マイコンデジタル部論理、アナログ部回路、電気ノイズなどである。今まで自動車制御系の開発では、各開発段階にて適した単一のシミュレーションを使用して、個々の要素レベルでのシミュレーション解析がされている程度であった。

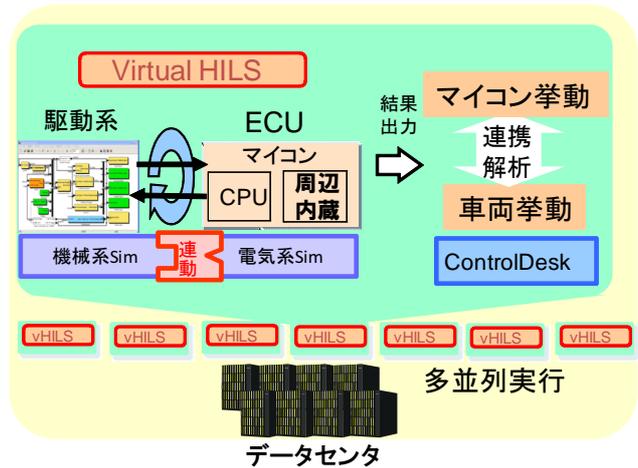


図 4 クラウド環境で構築した vHILS システム

このような異種複数のシミュレータの連携シミュレーションを実現するためのシミュレーション基盤の一つが Virtual HILS(vHILS) [17] である。図 4 にクラウド環境で構築した vHILS システムを示す。

vHILS は機械系およびマイコンをモデル化し、それぞれを連携シミュレーションし、ECU の制御ソフトウェアを検証するシミュレーション基盤である。vHILS の活用により、従来実現が難しかったメモリ故障や時刻の巻き戻しなどを実現でき、機能安全性の評価が実現できる。また、クラウド計算資源の活用によって、大規模な検証に耐えるスケーラビリティを提供可能である。

## 3. グローバル設計向けクラウドサービスの試作

### 3.1 アーキテクチャ

2章で述べた課題を解決する基盤を組み合わせ、試作したグローバル設計向けクラウドサービスのアーキテクチャを図 5 に示す。

実線の矢印はデータの送受信を、点線はユーザ同士の連携をそれぞれ表す。

グローバル設計向けクラウドサービスにおいては、開発拠点とデータセンタはデータ高速転送基盤によって接続され、ユーザは Web I/F を介してグローバル設計向けクラウドサービスが有する、設計ツールもしくは設計データ抽出基盤にアクセスする。

開発拠点にいる全てのユーザ(ツール利用者、データ参照者及び管理者)はグローバル設計向けクラウドサービスが提供する Web I/F へアクセスし、グローバル設計向けクラウドサービスが提供する全ての機能を利用できる。以下、それぞれの利用方法について説明する。

#### 3.1.1 設計ツール利用

ツール利用者は設計ツールを活用するための入力データ(シミュレーションモデルやテストケース)を作成し、グ

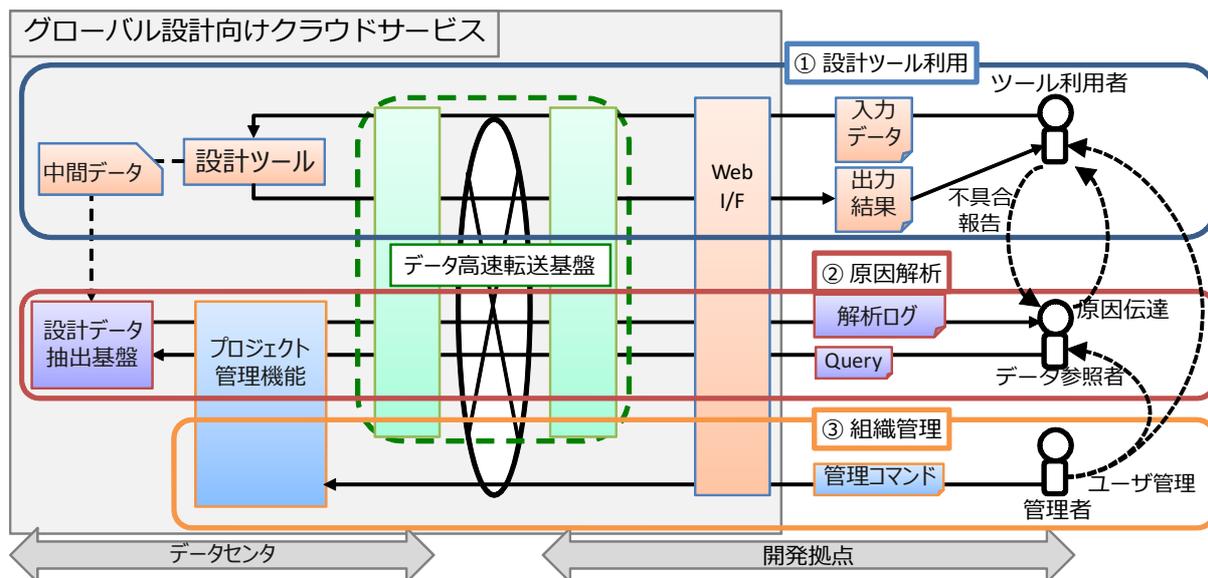


図 5 グローバル設計向けクラウドサービスのアーキテクチャ

ローバル設計向けクラウドサービスに送信する。グローバル設計向けクラウドサービスの内部では、設計ツール(例えば vHILS)に入力データを引き渡し、出力結果をツール利用者に送信する。ツール利用者は得られた出力結果から不具合を見つけ出し、詳細な解析をデータ参照者に伝達する。

### 3.1.2 原因解析

データ参照者はツール利用者より伝達された問題点を基に、解析ログを解析するためのクエリを発行する。グローバル設計向けクラウドサービスの設計データ抽出基盤では、設計ツールが出力した膨大な解析ログの中から、解析ログのサブセットを抽出し、データ参照者に送信する。データ参照者は得られた解析ログに基づき、入力データに含まれる問題の原因を見つけ出し、ツール利用者にフィードバックする。

### 3.1.3 組織管理

検証業務はツール利用者とデータ参照者のやり取りと、その仮定におけるデータの洗練及び検証によって推進される。このような検証業務をやり取りする範囲を制御する機能が組織管理機能である。管理者はプロジェクト管理機能とユーザ管理機能を用いて、ユーザの集合(チーム)とアクセス可能なデータ範囲をプロジェクトとして作成し、データのアクセス制御や進捗状況確認などを実施する。

## 4. グローバル設計向けクラウドサービスの評価

### 4.1 評価方法

グローバル設計向けクラウドサービスの評価にあたっては、以下の項目について評価を行った。

#### (1) データ転送速度の向上効果

高速データ転送基盤と設計データ抽出基盤の効果をそれぞれ測定し、両基盤の併用による実効データ転送速

度を試算する。

#### (2) 検証業務の効率化効果

グローバル設計向けクラウドサービスが提供するデータ転送速度向上が誘引する業務効率の向上効果について、仮定のグローバル検証業務に適用して試算する。

#### (3) ECU 制御ソフトウェア検証業務に対するグローバル設計向けクラウドサービスの効果測定

実際の間中ファイルを用いて、検証業務において発生する作業を Linux 標準コマンドを用いて行う場合と、グローバル設計向けクラウドサービスを用いて行う場合に分け、業務完遂に要する時間をストップウォッチ法により測定する。

以下、それぞれの実験と評価について述べる。

## 4.2 データ転送速度の向上効果

### 4.2.1 高速データ転送基盤によるデータ転送高速化効果

本実験に際しては、実際に米国にある研究所とデータセンタを専用線を用いて接続し、ベースとなる回線品質を測定した。測定には Windows 標準の FTP ツールを用い、平均データ転送速度と RTT およびパケットロス率をそれぞれ測定した。その際の平均データ転送速度は 3.8Mbps であった。この値は回線の最大帯域に比べて十分小さい値である。また、帯域の枯渇が帯域制限の原因ではないことを確認した。

次に、本基盤による、データ転送速度をネットワークエミュレータを用いた仮想環境を用いて、測定した。この際、回線の最大帯域はブロードバンド回線を想定した 100Mbps とし、RTT およびパケットロス率は前節で測定した値を用いた。

表 2 に高速データ転送基盤による高速化効果を示す。エミュレーション環境において、高速データ転送基盤は

表 2 高速データ転送基盤によるデータ転送高速化効果

ベースライン	高速データ転送基盤 (高速化効果)
3.8 Mbps	88.5Mbps (23 倍)

表 3 解析ログの削減可能量

解析ログ名	データ削減比
#1	12.7 倍
#2	11.5 倍
#3	9.3 倍
平均	11.2 倍

88.5Mbps のデータ転送を実現し、回線の 90%近い帯域利用率を示した。この結果より、ベースライン (3.8Mbps) に比べて、約 23 倍のデータ転送高速化を実現できる見込みを得た。

#### 4.2.2 データ抽出基盤による解析ログ量削減効果

本実験に際しては、32bit マイコンを搭載した ECU を制御するソフトウェアを vHILS を活用して検証した際に出力された解析ログを対象とし、この解析ログの中で、実際に検証に有用な情報 (必要データ) が占める割合について調査した。調査にあたっては、検証業務の現場の技術者にヒアリングを実施した。

以下に 3 つの解析ログを対象とし、ヒアリング結果に基づき必要データを抽出した結果を表 3 に示す。3 つの解析ログにおいては、必要データ量は平均で 11 倍近く削減できることが分かった。

データ抽出基盤による解析ログ削減を前処理とすれば、両基盤によるデータ転送高速化効果は、両者の乗算で求められる。高速データ転送基盤によるデータ転送高速化効果 23 倍とデータ抽出基盤による解析ログ量削減効果 11.2 倍より、両基盤の併用によるデータ高速化効果は 250 倍程度であると、実測値を用いて試算できた。

### 4.3 検証業務工数の変化

#### 4.3.1 データ転送高速化による検証業務効率化

実際の検証工程を解析し、データ転送高速基盤による検証業務効率化効果を試算した。

本試算にあたっては、従来 HILS を用いて実際の ECU 制御ソフトウェアを検証する業務を対象とし、本業務を vHILS を用いて実施した際の計算時間と出力される解析ログ量を用いた。また、デバッグ時間に関しては、1 回のデバッグ完了に要する時間を 1 営業日 (8 時間) と仮定した。

図 6 にシミュレーション時間、ECU 制御ソフトウェアのデバッグ時間、解析ログの転送時間をそれぞれ積みあげたグラフを示す。現場における実証実験により、vHILS の適用により、従来の HILS のみを用いた検証と比べシミュレーション時間を 1/3 程度にできる見込みを得ている。しかしながら、出力される解析ログの転送をグローバル拠点

間で実現しようとする、多大な時間を要する。2.1 節で述べたとおり、現実的な時間で転送完了できない解析ログは結果破棄されることとなり、デバッグ効率に悪影響を及ぼすと考えている。

グローバル設計向けクラウドサービスを導入すれば、解析ログ転送時間を 1/250 に削減できる。このデータ転送高速化効果によって、問題となっていた解析ログの転送を現実的な時間で実現でき、従来の HILS を用いた検証に比べて 66%の工程削減できる見込みを得た。

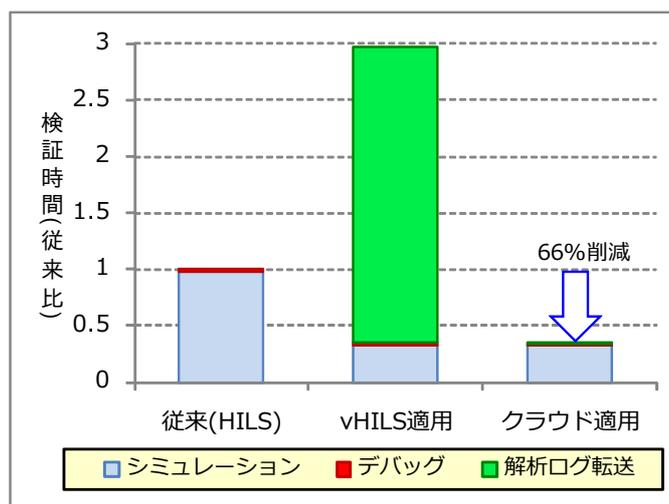


図 6 検証業務工数の比 (HILS のみ用いた場合を 1)

次に、全設計業務に対する、業務効率効果について示す。図 7 は従来の設計業務の工数を 1 としたときの全設計業務の比である。本試算にあたっては、事業部にヒアリングを実施し、設計・実装工数及び単体テストと HILS を用いて実施するシステムテストの時間をそれぞれ算出し、vHILS 及びグローバル設計向けクラウドサービスの効果を導出した。また、対象とする設計は派生開発であると仮定した。

現状、派生開発において、検証業務は全設計のおよそ 45%を占めている。グローバル設計向けクラウドサービスの適用により検証業務を 66%工程削減できれば、設計業務全体においては 34%の業務効率改善効果が得られることが分かった。

また、今日においては ECU 制御ソフトウェアの新規設計よりも、従来のソフトウェアを改良する派生設計が主となっている。このため、従来のデータをグローバル設計向けクラウドサービスによって効率的に扱うことができれば、設計・実装工数の低減も期待できると考えている。

#### 4.3.2 Web I/F への統合効果による検証業務効率化

本研究の試算においては、ECU 制御ソフトウェアのデバッグは 1 営業日 (8 時間) で完了すると仮定したが、ソフトウェアの複雑化に伴って、今後デバッグ時間は増加すると考えられる。そのため、人手で行っているデバッグ工程に関しても、より効率化が求められる。

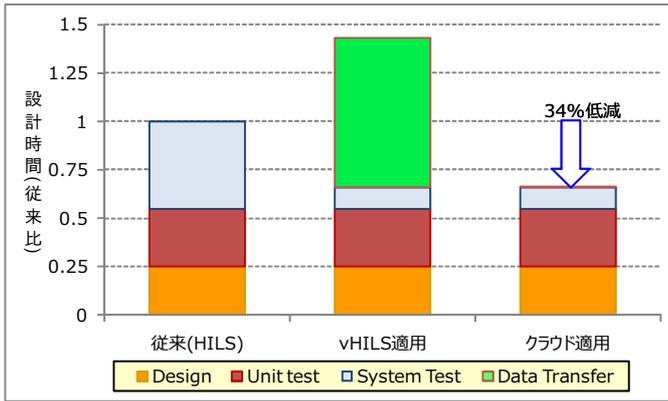


図 7 設計業務工数の比 (HILS のみ用いた場合を 1)

表 4 検証作業処理時間及び効率向上率

プロセス No.	手作業 [s]	クラウド利用 [s]	効率向上率
1.	63	30	2.1 倍
2.	86	32	2.7 倍
3.	20	35	0.57 倍
Total.	169	97	1.7 倍

デバッグ工程工数の試算に際しては、報告者がデバッグ工程で日常的に行われる 3 つのプロセスに対して、手作業 (vi, head, tail などの Linux 標準コマンドのみを用いて実施) の場合と、グローバル設計向けクラウドサービスのプロトタイプを用いて実施した場合、それぞれに要した時間をストップウォッチ法を用いて測定し、比較した。

Table 4 に各プロセスにおける、手作業とグローバル設計向けクラウドサービスによる検証処理時間及び効率向上率を示す。

グローバル設計向けクラウドサービスの導入により、プロセス 3 を除き、2 倍以上の高速化を実現できた。プロセス 3 は複数のデータを横断的に検索するプロセスである。

図 8 にグローバル設計向けクラウドサービスを用いた複数データ選択の様子を示す。

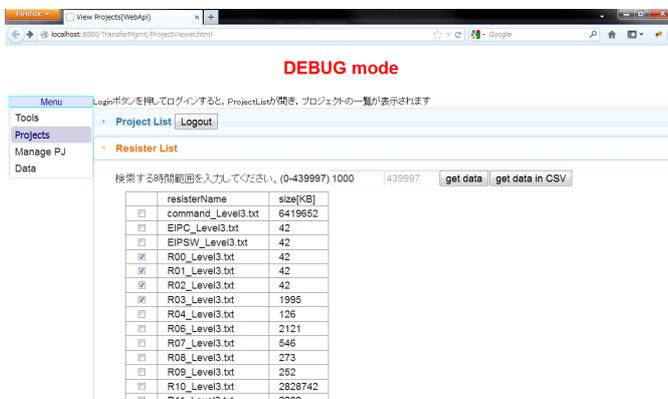


図 8 グローバル設計向けクラウドサービスを用いた複数データ選択

手作業での実施においては、ワイルドカードなどを用い

表 5 研究と実験の結果一覧

研究対象	項目	効果
データ高速転送	データ転送速度	250 倍
	(内訳) ネットワーク速度	23 倍
	データ削減率	11 倍
業務工程削減	検証業務効率化効果	66%低減
	全設計業務効率化効果	34%低減
業務作業効率化	検証作業効率	1.7 倍

た複数データの横断処理が比較的簡単に実装できたのに対して、グローバル設計向けクラウドサービスには複数ファイルを一括して扱う機能が未実装であるため、手作業に比べて操作数が増大し、時間短縮に至らなかった。

今後、実際に活用する中で同様のインターフェースの不備を抽出し、業務効率の向上について検討していく予定である。

#### 4.4 考察

本研究においては、データの高速転送、検証業務の工程削減、および検証業務作業の効率化に関する 3 つの実験を実施した。表 5 に上記 3 つの実験の結果を示す。

データの高速転送及び検証業務の工程削減に関する実験からは、検証業務に活用される解析ログのデータ転送速度を 250 倍化し、検証業務工数を 66%低減できるという結果を得た。シミュレーション時間に要する時間は、クラウド型大規模基盤の計算機資源に設備投資し、並列度を向上させることで、低減できる。一方で、解析ログの容量は関してはテストケースの増加に伴い増大し、その転送に要する時間は RTT とパケットロス率によって律速するため、設備投資による低減が困難な問題である。本結果は、設備投資によって解決が困難なデータ転送速度の向上を実現し、グローバル拠点で利用可能かつ低コストな、高性能検証基盤の提供に貢献できると考えている。

また、検証業務作業の効率化に関する実験からは、Web ベースのシステム提供によって、検証作業を 1.7 倍効率化できるという結果を得た。安全性に対する要求が高まるにつれ、ECU 制御の要求は今後より高まると考えられる。グローバル設計向けグローバルサービスの導入により、検証作業を効率化できれば、検証に携わる技術者を設計および実装に投入できるようになり、高機能な ECU 制御ソフトウェア開発が実現できると考えている。

上記 2 点の考察より、(1) グローバル環境でも利用可能な設計支援システムを提供し、(2) 本システムの活用による設計品質向上、および (3) 生産コストの低減可能なグローバル設計向けクラウドサービスのフィージビリティを実証したと考えている。

## 5. 結論

グローバル設計向けクラウドサービスはグローバル設計業務を支援し、次世代の製造業の基礎となることを目的とした SaaS 型ソリューションである。

本稿では、グローバル設計向けクラウドサービスの基本機能を試作し、そのデータ転送性能と業務効率化効果について報告した。データ転送性能の評価にあたっては、国内データセンタ上でグローバル設計向けクラウドサービスを実際に稼働させ、米国からのアクセスを介して、データ転送速度の向上効果を測定した。業務効率化効果に関しては、データ転送性能の向上による業務工程削減と、実際の検証業務を想定した操作に要する時間を計測し、グローバル設計向けクラウドサービスの検証作業効率化効果について試算した。

その結果、データ高速転送に関する研究においては、データ高速転送基盤による 23 倍のネットワーク速度向上と、設計データ抽出基盤による 11 倍のデータ削減により、250 倍のデータ転送速度向上の見込みを得た。また、業務工程削減に関する研究においては、上記 250 倍のデータ転送速度向上によって、検証業務の 66%、全設計業務工程の 34% を削減できる見込みを得た。最後に、グローバル設計向けクラウドサービスの試作の活用によって、検証作業の効率を 1.7 倍に向上できる見込みを得た。

これらの結果に基づき、グローバル環境で利用可能な、設計品質向上と生産コスト低減を実現できる、グローバル設計向けクラウドサービスのフィージビリティを実証した。

## 参考文献

- [1] みずほ総合研究所：製造業の海外展開について～日本の製造業は「空洞化」しているのか、みずほレポート, pp. 1–22 (2011).
- [2] 内閣府：平成 24 年度企業行動に関するアンケート調査結果, pp. 43–45 (2013).
- [3] 日立製作所：日立グループ サステナビリティレポート 2012, <http://www.hitachi.com.jp/csr/>.
- [4] International Monetary Fund, : Dataset: World Economic Outlook (April 2013), <http://www.imf.org/external/datamapper/index.php?db=WEO>.
- [5] 中川宏之, 中澤崇, 百武敬洋：製造業のグローバル化促進に向けた開発機能の業務改革, 野村総合研究所 知的財産創造, p. 70 (2011).
- [6] 豊島幸雄, 大曾根靖夫：新興市場への社会インフラ事業展開と, 地域ニーズに応える海外主導研究, 日立評論, Vol. 94, No. 08, pp. 562–563 (2012).
- [7] 経済産業省：海外事業活動基本調査 (2001–2010).
- [8] 日本自動車工業会：主要国の四輪車販売台数推移, [http://www.jama.or.jp/world/world/world\\_1t1.html](http://www.jama.or.jp/world/world/world_1t1.html) (2011).
- [9] 矢野経済研究所：PLM 市場の実態と展望 2012 (2012).
- [10] Siemens, : Tolmate, [http://www.plm.automation.siemens.com/ja\\_jp/products/tecnomatix/quality\\_mgmt/variation\\_analyst/tolmate.shtml](http://www.plm.automation.siemens.com/ja_jp/products/tecnomatix/quality_mgmt/variation_analyst/tolmate.shtml) (2012).
- [11] 日立ソリューションズ：デジ活ワイド, [http://www.hitachi-solutions.co.jp/katsubun/sp/digikatsu\\_wide/](http://www.hitachi-solutions.co.jp/katsubun/sp/digikatsu_wide/).
- [12] 国土交通省自動車局：平成 22 年度 自動車のリコール届出内容の分析結果について (2012).
- [13] Hanselmann, H.: Hardware-in-the-loop simulation testing and its integration into a CACSD toolset, in *Computer-Aided Control System Design, 1996., Proceedings of the 1996 IEEE International Symposium on*, pp. 152–156 (1996).
- [14] 国際標準化機構：ISO26262 (2011).
- [15] Isobe, T., Ito, D., Akashi, D. and Tsutsumi, S.: RADIC-TCP: High-speed protocol applied for virtual private WAN, in *Telecommunications (ICT), 2011 18th International Conference on*, pp. 505–510 (2011).
- [16] 芹田進, 藤井康広, 甲斐賢, 村上隆夫, 本多義則：ファイル伸縮に耐性のある類似ハッシュ算出方式の考察 (情報セキュリティ, ライフログ活用技術, ライフインテリジェンス, オフィス情報システム, 一般), 電子情報通信学会技術研究報告. ISEC, 情報セキュリティ, Vol. 110, No. 281, pp. 31–36 (2010).
- [17] Ito, Y., Sugure, Y., Oho, S. and Matsushita, M.: VIR-TUAL HILS : A Model-Based Control Software Validation Method, *SAE International Journal of Passenger Cars- Electronic and Electrical Systems*, Vol. 4, pp. 142–149 (2011), doi:10.4271/2011-01-1018.