エンジニアリングクラウド開発環境

Engineering Cloud: Flexible Integrated Development Environment

● 斎藤精一　● 伊藤　明　● 松本　弘　● 大田栄二

あらまし

商品開発において，ビジネス環境変化とスピードへの対応が求められている。富士通ではテクニカルコンピューティングを活用した開発環境FTCP（Flexible Technical Computing Platform）をクラウド上に構築し，エンジニアリングクラウドとしてお客様や社内の商品開発部門に提供している。

本稿では，携帯電話端末の適用例をもとにFTCPの特徴，富士通のエンジニアリングクラウドサービスの概要とメリット，エンジニアリングクラウド実現のための重要技術である大規模シミュレーション結果の高速表示技術について紹介する。エンジニアリングクラウド活用により富士通の社内実践で蓄積されたノウハウに基づき構築されたFTCPとお客様の既存開発環境との連携が可能となり，商品開発期間の短縮と開発品質向上を期待できる。

Abstract

Nowadays product development must be done speedily and in a way that can respond to changing business environments. Fujitsu has created a development environment that uses technical computing and is known as Flexible Technical Computing Platform (FTCP), on a cloud. Fujitsu is providing it as Engineering Cloud to its customers and Product Development Department. Based on an example of applying Engineering Cloud to mobile phones, this paper describes the characteristics of FTCP, an overview of Fujitsu's Engineering Cloud service and its merits, and technology for promptly displaying the results of large-scale simulations, which is important technology for achieving Engineering Cloud. Based on Fujitsu's know-how that it has accumulated during its in-house operation of Engineering Cloud, it has become possible to link the created FTCP and customers' existing development environments. This in turn raises hopes for a shortened product development time and higher product quality.

ま え が き

商品開発において，ビジネス環境変化とスピードへの対応が求められている。富士通では，テクニカルコンピューティングを活用した開発プラットフォームをクラウド上に構築し，開発の効率化および全社の開発資産を連携した開発期間の短縮と設計品質向上を図っている。また，クラウド上に構築された開発プラットフォームを，エンジニアリングクラウドとして社内外のお客様にも提供している。

本稿では，携帯電話端末の開発例をもとに富士通の開発プラットフォームの特徴，開発環境のクラウド化のメリット，富士通のエンジニアリングクラウドサービスの概要，エンジニアリングクラウド実現のための重要技術であり今回新たに開発したシミュレーション結果データの高速表示技術について紹介する。

テクニカルコンピューングを活用した開発プラットフォーム

商品開発期間の短縮と設計品質向上を実現するには，個々の設計段階で開発ツールを用いた入出力と解析検証の効率化を行うだけでなく，商品企画から設計・製造・運用サービスのライフサイクル全体にわたる開発資産の共有，および部門ごとに蓄積されたノウハウを共有した統合的な開発環境を構築する必要がある。

富士通では，従来より電気シミュレーションや機械シミュレーションを利用して開発を行ってきた。しかし，従来のシミュレーションは補助的に用いられ，評価や検証は試作品を製造して行われてきた。このため，開発手戻りによる開発期間のひっ迫と試作品での検証漏れによるフィールドでの不具合発生などの問題があった。

そこで，2004年よりテクニカルコンピューティングを活用した開発環境としてFTCP（Flexible Technical Computing Platform）を構築し，**図-1**に示すように商品の企画段階から設計・製造・運用サービスの商品ライフサイクル全体を考えたシミュレーションとDRC（Design Rule Check）検証を開発プロセスに組み込めるようにした。FTCPでは，単にシミュレーションを初期設計値の最適化に使用するだけではなく，試作レスで商品ライフサイクル全体にわたる不具合の洗出しを行い，テクニカルコンピューティングにより開発期間の短縮と品質・性能を向上させることを目指している。

設計の効率化，および開発情報とノウハウの共有におけるポイントを以下に示す。

（1）FTPC上での統合設計（回路設計，プリント板設計，構造設計/検証，製造性/保守性，環境負荷計算，製造手順，作業指示書など）

（2）技術課題の見える化，早い段階での要素技術の見極め

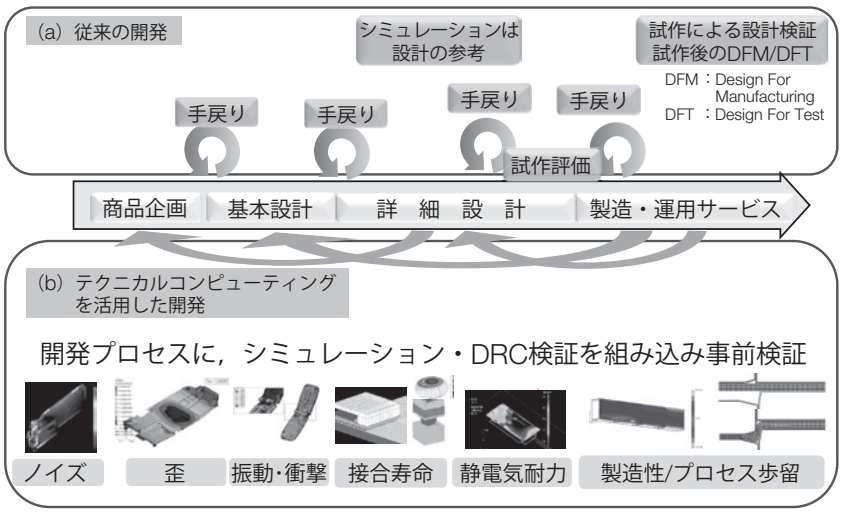


図-1　テクニカルコンピューティングを活用した開発プラットフォーム
Fig.1-Development platform using technical computing.

（3）設計と並列にテクニカルコンピューティングを活用し，シミュレーション/DRC検証を強化

携帯電話端末の開発では，2004年よりFTCP上でのシミュレーションと事前検証を開発プロセスに全面的に組み込んでいる。[(1)−(4)]

この結果，**表-1**に示すように，FTCP適用以前の2004年～2005年の開発機種に対して2008年の開発機種は，開発期間全体を18箇月から10箇月に短縮した。また，EMI/耐ESDに要するテスト・対策工数をそれぞれ38%，67%削減することができた。また，素子が発熱しても携帯電話のケース表面の温度が上昇しないように対策を行う熱設計では，工数を40%削減することができた。さらに，フィールドでの不具合発生の対応に要する費用も1/5に削減することができた。[(1)]

表-1　テクニカルコンピューティング適用の効果（携帯端末の例）

項　目	適用前（2004年～2005年）	適用後（2008年）
設計開発期間（装置全体）	18箇月	10箇月
EIMテスト・対策期間	−	▲38%
耐ESDテスト・対策期間	−	▲67%
熱設計（素子発熱による温度上昇）	−	▲40%
フィールド修理費用	−	▲80%

エンジニアリングクラウドの必要性と富士通の対応

今後のテクニカルコンピューティングを活用した開発においては，シミュレーションや検証の際のマルチスケール化，マルチフィジックス化による計算量増大への対応が求められる。マルチスケール化とは，シミュレーション範囲の拡大や精度向上による計算量の増大であり，また，マルチフィジックス化とは，接合部の熱～機械の連携シミュレーションや，電池の化学反応～電気の連携シミュレーションなど異なる種類のシミュレーションを統合して行うことである。

マルチスケール化による計算量の増大（電磁界シミュレーションの例）を**図-2**に示す。電磁界シミュレーションでは，計算量の制限から現状ではシミュレーションモデルの簡略化，シミュレーション精度を考慮したマージン設計などの工夫を行っている。今後，CADで開発した設計データをそのままモデル化してシミュレーションを行おうとしたり，シミュレーション精度を向上させようとしたりすると約10倍の計算量が必要になる。さらに，モデル化と精度の両者を同時に追求したり大型装置全体をシミュレーションしたりする場合は約100倍の計算量が必要になる。

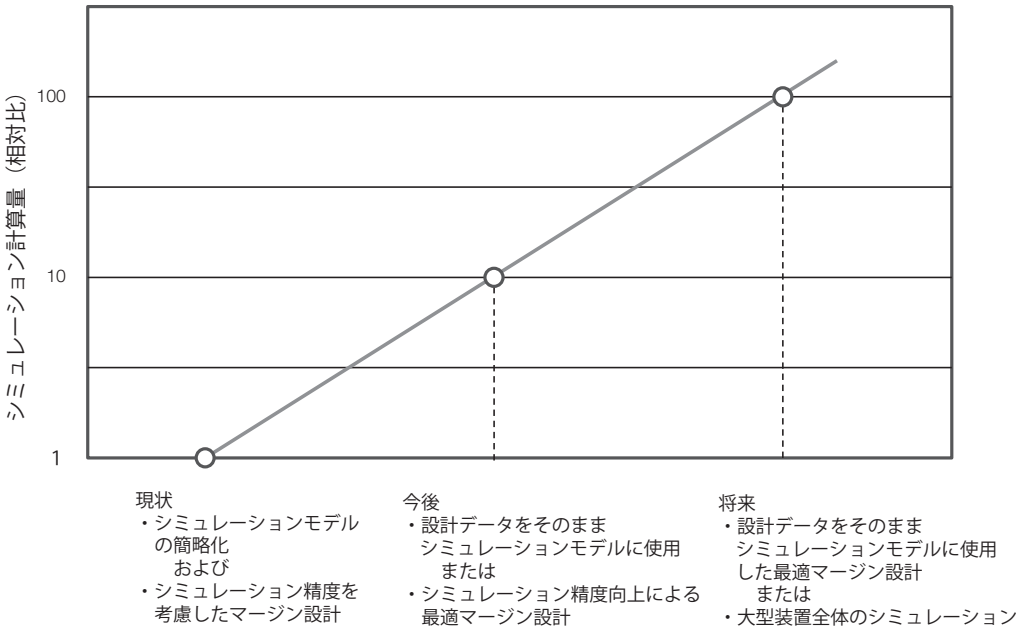


図-2　計算量の増大（電磁界シミュレーションの例）
Fig.2-Increase in amount of calculations (example of electrostatic discharge simulation).

このような計算量の増大をFTCP専用のリソースとして用意すると大きな投資額が必要になってしまうという課題があった。

また，これまでのFTCPでは各種シミュレーションのリソースをASP（Application Service Provider）として一括管理して提供しているが，開発データや開発ノウハウは各部門で管理されていた。さらに，異なるシミュレーション間の連携もASPとして行われるよりも開発データを保有する開発部門側で行われていた。このため，開発データや開発ノウハウは部門内で閉じられてしまい全社で共有するのが難しいという課題があった。

これらの計算量の増大，および開発データ・開発ノウハウに関する全社共有の課題解決のため，富士通ではFTCPをクラウド上に構築した。**図-3**に示すように，開発環境の変化に応じて富士通では2000年にそれまでの部門サーバによる部門ごとの開発環境から社内ASPによるリソース共有開発環境へと変革を行ってきた。今後は社内ASPからクラウド上にFTCPをエンジニアリングクラウドとして構築し，全社の開発データと開発ノウハウを統合した開発環境を開発者に提供していく。

富士通のエンジニアリングクラウドサービス

富士通の目指すエンジニアリングクラウド開発環境を**図-4**に示す。[5)－7)]

シミュレーション用アプリケーションをクラウド側に置いたまま遠隔のクライアント端末で使用しようとすると，クライアント～クラウドサーバ間のデータ転送量が増えてしまう。例えば，電磁界シミュレーション結果のような大規模データをクライアント端末に表示させようとすると，従来のデスクトップでの開発環境に比べて表示速度が大幅に遅くなってしまう。

そこで富士通のエンジニアリングクラウドでは，クラウド環境に適した高速表示技術を開発し，開発リソースも開発データもクラウド側に置いたまま開発者がストレスなく利用可能な開発環境として提供している。これにより，開発データや戦略的なアプリケーションを外部に転送しなくても部

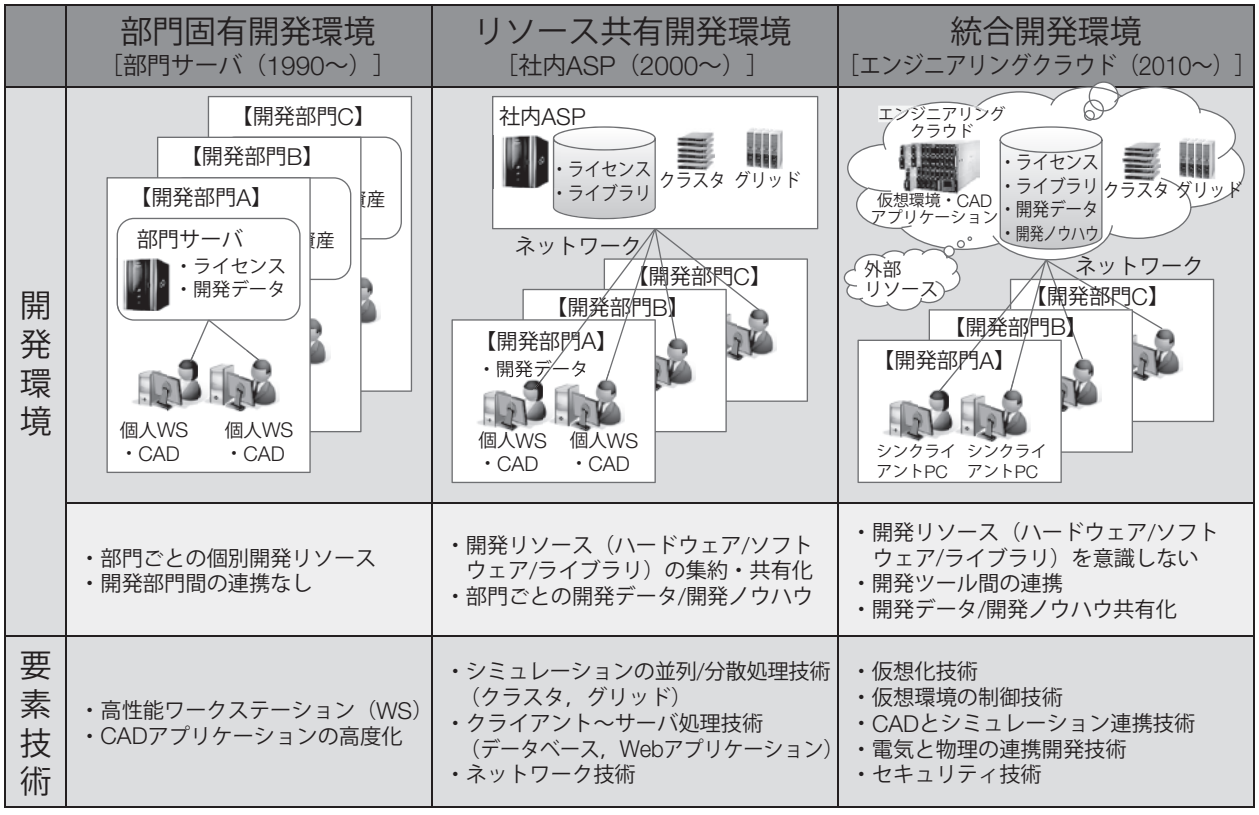


図-3　富士通開発環境の変革
Fig.3-Revolution in Fujitsu's development environment.

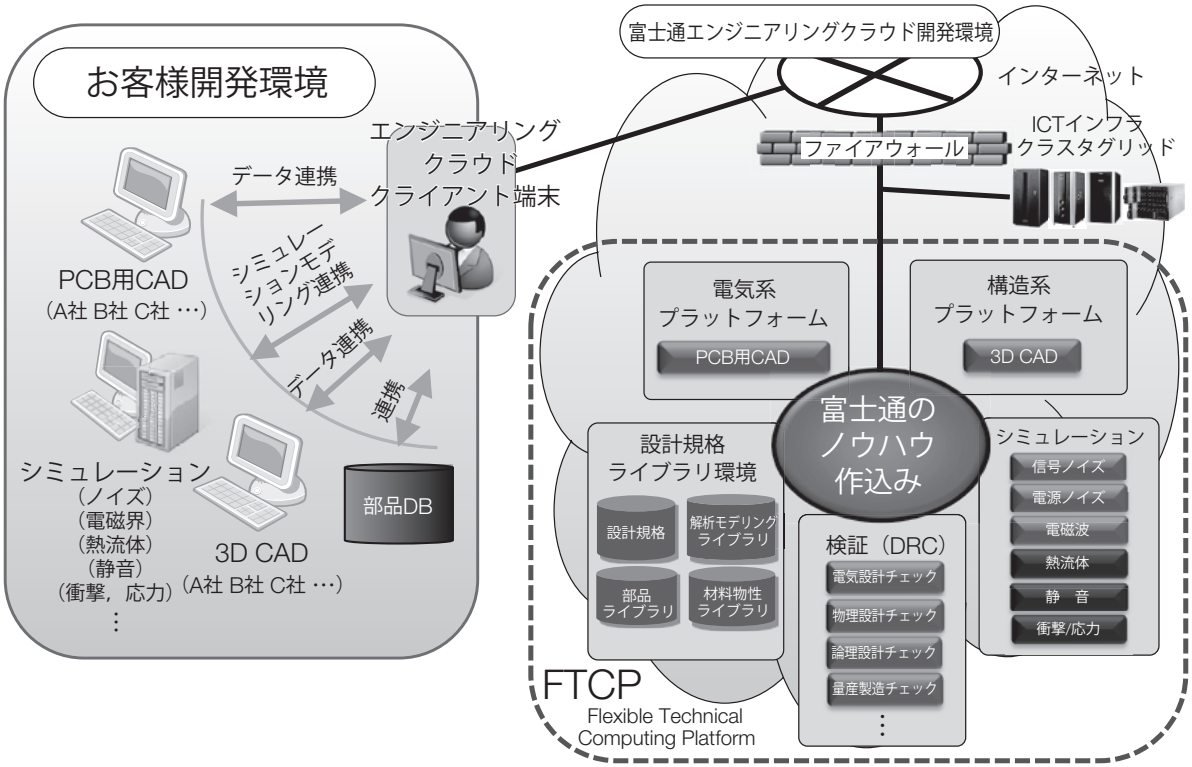


図-4　エンジニアリングクラウド環境とお客様開発環境の連携
Fig.4-Link between Engineering Cloud environment and customers' development environment.

門間の開発データ共有や社外との開発コラボレーションが可能となりセキュリティ対策にも貢献できる。

また，富士通では社内実践で培われたエンジニアリングクラウド開発環境をエンジニアリングクラウドサービスとして社外のお客様にも提供していく。これにより，お客様は，富士通の社内実践で蓄積されたノウハウに基づき構築されたFTCPをそのまま活用できるとともに，エンジニアリングクラウド上でお客様の既存の開発環境や既存の開発データとの連携が可能となる。

上記に述べたエンジニアリングクラウドの特徴と富士通エンジニアリングクラウドサービスを利用することによるお客様のメリットを下記に示す（**表-2**）。

(1) すべての開発者が，マルチスケール，マルチフィジックスなど，高い計算機能力の利用も含め，同じ品質，能力の開発環境を利用することができる。

(2) 富士通の社内実践で検証された開発環境をすぐに使うことができる。

(3) 電気設計と機械設計の連携，開発ツール間の連携，既存開発ツールや開発データの活用が可能となる。

(4) 開発データや開発アプリケーション，コンテンツなどを「社外に出さない（開発者のローカル環境に置かない）」セキュアな開発環境（ノウハウの秘匿化）を構築できる。

(5) 機種ごとに異なる開発部門，企画～設計～製造～お客様サポート部門など，従来は各部門で蓄積されていたノウハウを統合できる。

エンジニアリングクラウドに適した高速表示技術

すでに述べたように，富士通のエンジニアリングクラウドでは，アプリケーションや開発データをクラウドに置いたまま，開発者がクライアント端末から，ネットワーク経由でクラウド上の開発環境にアクセスし，各種アプリケーションをストレスなく使うことを目指している。

このようなクラウド開発環境では，クラウドサーバ側で実行したシミュレーション結果の大規模データをクライアント側で表示させる応答速度が

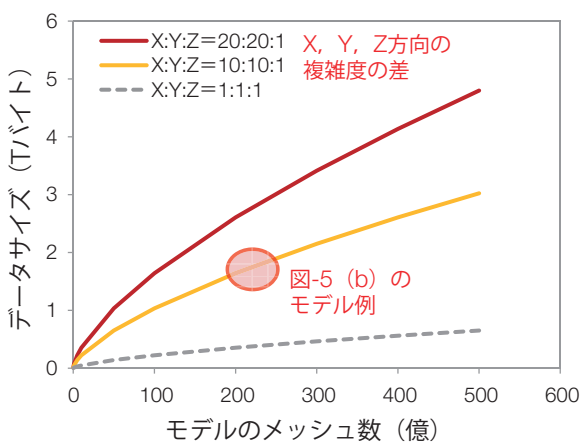
問題になる。

例えば，電磁界シミュレーションでは，シミュレーションモデルのメッシュ数，モデルのX，Y，Z各方向の複雑さの相違，観測面数，観測時刻数によりシミュレーション結果のデータサイズが変わる｛**図-5**（a)｝。例として図-5（b）に示すようなノートPCのESDシミュレーションを，モデルメッシュ数216億（X：Y：Z＝6000：6000：600），観測面数＝10，観測時刻数＝200（10 ns，50 ps刻み）とすると，シミュレーション結果のデータサイズは1観測時刻あたり約9 Gバイト，200観測時刻全体では約1.8 Tバイトとなる。

このシミュレーション結果を画像表示させようとすると，通常のデスクトップ開発環境でもシミュレーション結果データを読出し画面描画データに変換する部分が表示速度のボトルネックとなり高速表示が難しかった｛**図-6**（a)｝。クラウド開発環境では，さらに，WAN接続/モバイル接続などネットワークが輻輳（ふくそう）したり，大量のデータ転送が困難といった状況において使われることになり，ネットワークの転送速度が表示速度のボトルネックとなる｛図-6（b)｝。このため，従来の表示技術では図-5の例を表示するのに，1観測時刻あたり約3秒（約0.3フレーム/秒）かかっており，クラウド開発

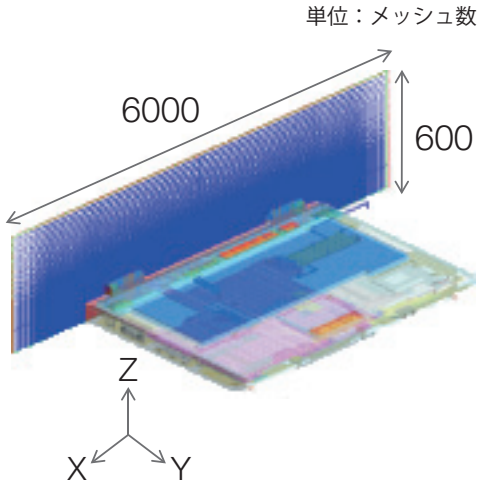
表-2　エンジニアリングクラウドのメリット

項　目	クラウド化のメリット	富士通のエンジニアリングクラウド利用者のメリット
スケーラビリティ	必要とする計算量に応じて計算機資源を使用できる	マルチスケール，マルチフィジックスなど，高い計算機能力を必要とするシミュレーションも投資をすることなく可能となる
		新しい開発プロジェクトを迅速に立ち上げることができる
即時性	機器導入～システム構築を事前に行う必要がない	富士通の社内実践で検証された開発環境をすぐに使うことができる
		電気設計と機械設計の連携，開発ツール間の連携，既存資産の活用が可能となる
同時性	いつでも・どこでも・だれでも最新の設計情報を共有・使用できる	機種ごとに異なる開発部門，設計～製造～お客様サポート部門など従来は各部門ごとに蓄積されていたノウハウを統合できる
		オフィス以外での利用（出張時，在宅など）が容易になるため，他部門や勤務形態の異なる人とのコミュニケーションが促進される
		設計プロセスを見える化し，優れた設計資産・プロセスを共有財産化できる
セキュア性	設計データを外部に持ち出す必要がない	協力会社や提携先の会社と協調した開発が容易になる
		設計データを「外に出さない（開発者のローカル環境に置かない）」セキュアな開発環境を構築できる



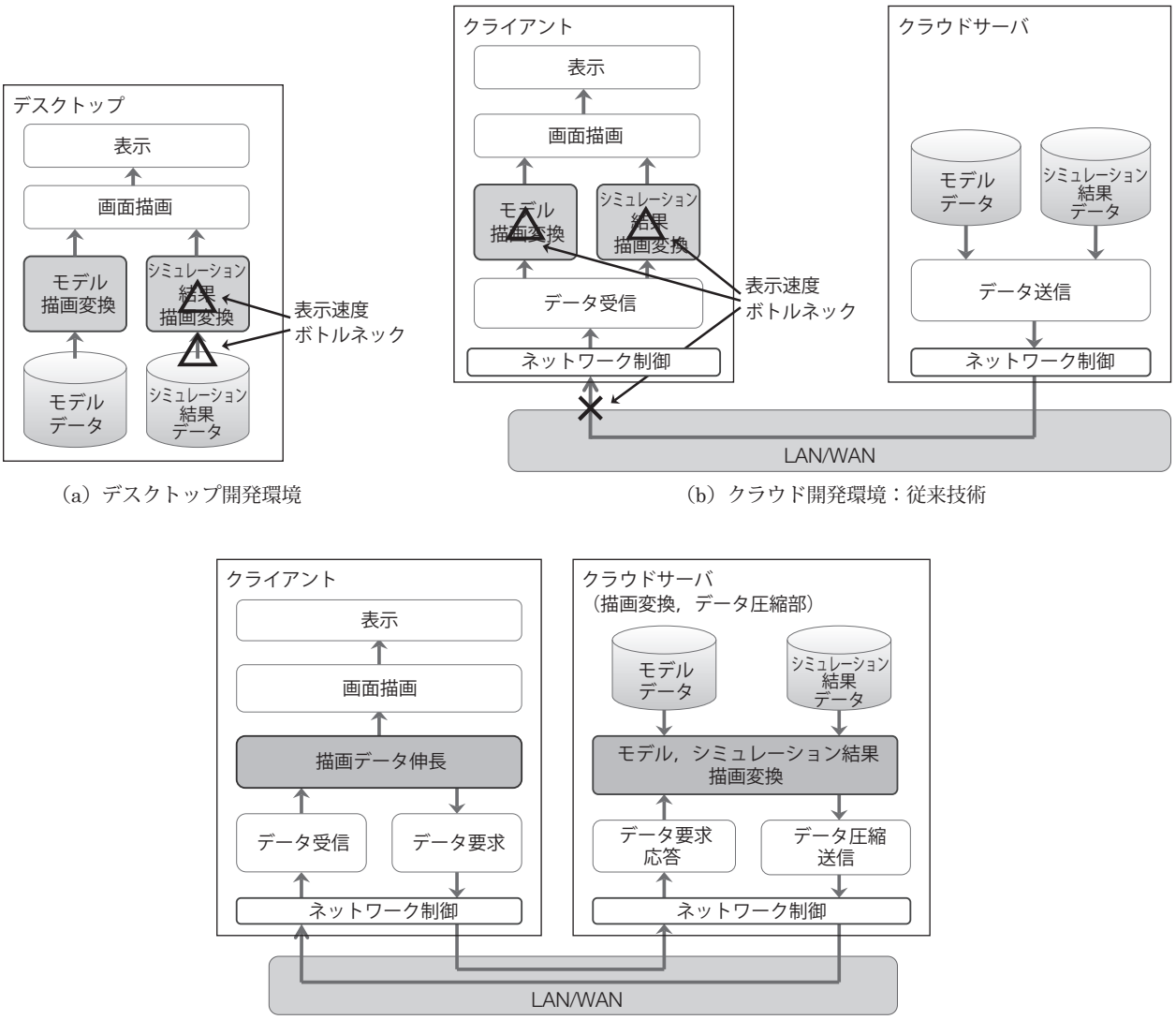
条件）観測面＝10，観測時刻数＝200（10 ns，50 ps刻み）

（a）モデルメッシュ数とシミュレーション結果データサイズ



（b）モデル例（ノートPCのESDシミュレーションモデル）

図-5　電磁界(ESD)シミュレーション結果のデータサイズ
Fig.5-Size of data produced by electrostatic discharge (ESD) simulation.



（a）デスクトップ開発環境

（b）クラウド開発環境：従来技術

（c）クラウド開発環境：高速化技術

図-6　電磁界解析結果の表示技術
Fig.6-Technology to display results of electrostatic discharge (ESD) analysis.

環境で開発者がストレスなく利用するためには，スムーズな画像表示を実現することが課題となっていた。

エンジニアリングクラウドの実現に当たり，そのような課題を解決するため，モデルデータおよびシミュレーション結果データの転送量を従来の約100分の1に圧縮する高速表示技術を開発した。本技術の特徴を以下に示す。

（1）クラウドサーバ側でモデルとシミュレーション結果から描画データへ変換する際に描画データを圧縮し，圧縮データをネットワーク経由でクライアント側に送信し，クライアント側で伸長して画面描画データに戻す｛図-6（c)｝。

（2）計算量の大きな描画データへの変換，データ圧縮を高速に実行するため，クラウドサーバに描画変換，データ圧縮する専用の処理部を設け，専用処理する（**図-7**）。

本高速技術の効果を実際のクラウド開発環境で動作確認した。従来では毎秒約0.3フレームしか表示できなかったモデルとシミュレーション結果の画像表示を，WANを用いたクラウド開発環境でも毎秒30フレームで表示することができ，100倍の高速化を実現した。

本技術を用いることにより，データサイズが大規模となる電磁界シミュレーションのようなアプリケーションをエンジニアリングクラウド上に置

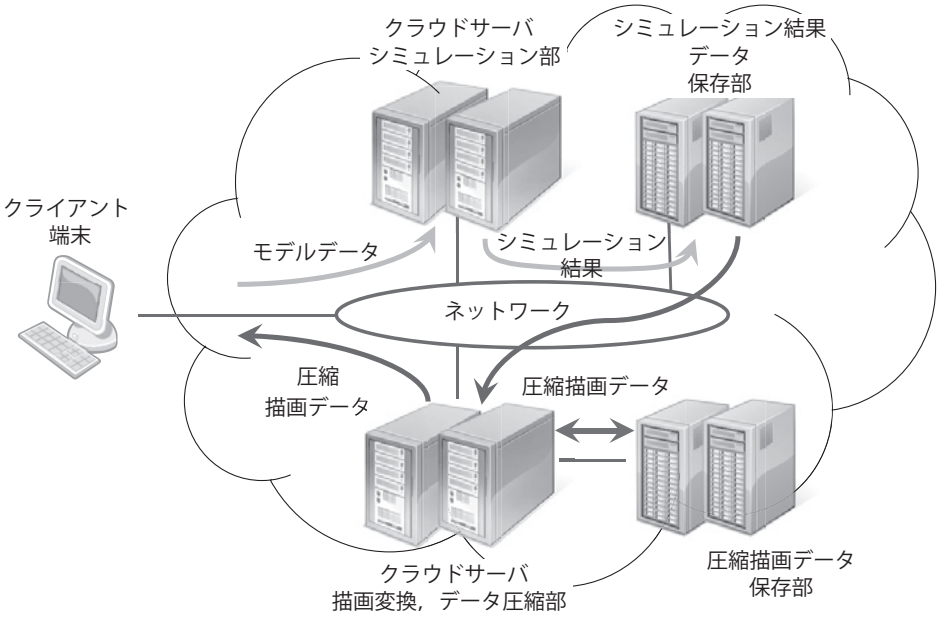


図-7　電磁界シミュレーション結果の高速表示システム概要
Fig.7-Overview of system to promptly display results of electrostatic discharge (ESD) simulation.

いたまま，ストレスなく利用することが可能となる。

む　す　び

富士通のテクニカルコンピューティングを活用した開発環境FTCPの特徴を携帯電話端末での実践例をもとに説明した。また，このようなFTCP開発環境をクラウド上に構築するエンジニアリングクラウド開発環境のメリットについて述べた。

アプリケーションと開発データをクラウド側に置いたまま開発者がストレスなく開発環境を使うためにはシミュレーション結果などの大規模データを高速表示することが必要である。富士通ではクラウドサーバ側で描画変換とデータ圧縮を行う高速表示技術を新たに開発し，実際のクラウド開発環境でスムーズに表示できることを確認した。

これにより，富士通のエンジニアリングクラウドサービスを利用する社外のお客様も，富士通の社内実践で蓄積されたノウハウに基づき構築されたFTCPをそのまま活用できるとともに，エンジニアリングクラウド上でお客様の既存の開発環境や既存の開発データとの連携が可能となり，商品開発期間の短縮と開発品質向上を期待できる。

参考文献

(1) 佐相秀行ほか：携帯電話開発のための統合シミュレーション環境の開発. エレクトロニクス実装学会誌, Vol.13, No.2, p.134-144 (2010).
(2) 酒井雄一ほか：富士通のものづくり革新. *FUJITSU*, Vol.56, No.6, p.506-513 (2005).
(3) 山口高男ほか：ものづくり革新を支える統合設計環境. *FUJITSU*, Vol.56, No.6, p.573-579 (2005).
(4) 岩渕　敦ほか：シミュレーションの活用による携帯電話端末のTTMの短縮. *FUJITSU*, Vol.56, No.6, p.598-604 (2005).
(5) 富士通：商品開発を支えるエンジニアリング・クラウド技術.
https://forum.fujitsu.com/2010/tokyo/exhibition/downloads/pdf/sol06_panf_jp.pdf
(6) 富士通：ビジネスのできなかったを，できるに変える。できるストーリー「ものづくり」篇.
http://jp.fujitsu.com/solutions/cloud/library/ad-manufacture.html
(7) 全社の開発環境を統一 CADもサーバで稼働の方針. 日経BPクラウドものづくり 2010 Winter, p.19 (2010).

著者紹介

斎藤精一（さいとう　せいいち）
富士通アドバンストテクノロジ（株）
ビジネス推進室 所属
現在，FTCPおよびエンジニアリングクラウドのビジネス企画に従事。

松本　弘（まつもと　ひろむ）
富士通アドバンストテクノロジ（株）
デザインプラットフォーム開発センター 所属
現在，エンジニアリングクラウドのインフラ開発に従事。

伊藤　明（いとう　あきら）
富士通アドバンストテクノロジ（株）
エンジニアリングクラウド推進室 所属
現在，エンジニアリングクラウドの企画・開発に従事。

大田栄二（おおた　えいじ）
富士通アドバンストテクノロジ（株）
回路技術開発センター 所属
現在，電磁界シミュレータの開発に従事。