

クラウドフュージョンの全体像

Cloud Fusion Concept

● 坂下善隆 ● 高山訓治 ● 松尾昭彦 ● 栗原英俊

あらまし

今後、クラウドは単体クラウドからクラウド間や既存システムとの連携を図るハイブリッドクラウド、そして複数クラウドの融合へと発展していくと見られている。富士通研究所はその高度な連携形態を2010年初めに「クラウドフュージョン」と名付けた。

本稿では、そのねらいと研究の方向性を説明する。また、クラウドフュージョンと富士通および富士通研究所のビジョンである、ヒューマンセントリックなインテリジェントソサエティとの関係も述べる。さらにクラウドフュージョンの五つの研究の柱とその概要を述べる。とくに柱の一つである開発実行環境について詳しく紹介する。

Abstract

Cloud is expected to develop from a single-purpose cloud to a hybrid cloud that links clouds or existing systems, or to a fusion of two or more clouds in the future. Fujitsu Laboratories named this advanced form of coordination “Cloud Fusion” at the start of 2010. This paper explains the aim of this coordination and the direction in which research should head. It goes on to describe the relationship between Cloud Fusion and Fujitsu’s and Fujitsu Laboratories’ vision — enabling a Human-Centric Intelligent Society. It describes the five pillars of research on Cloud Fusion and its outline. In particular, it introduces details about the development and execution environment that is one of the pillars.

ま え が き

富士通研究所がクラウドコンピューティング（以下、クラウド）を富士通とともに取り組み始めたのは2007年の春からであり、2009年4月に現在のクラウドコンピューティング研究センターを立ち上げた。当組織は、クラウドに関係するインフラ制御、運用管理、開発実行環境などを研究しているグループを集め、研究所横断組織の性格を持つセンターとして発足したものである。発足以前から、グリッドコンピューティングや仮想システム制御の研究などが行われてきており、初期の成果としてクラウドシステムの核となる仮想システム制御エンジンを開発した⁽¹⁾。当エンジンはオンデマンド仮想サービスの社内実践システムとして採用され、ユーザ管理、課金などの必要システム開発や運用・サービス設計の基盤を提供でき、その後の2010年10月の商用サービス開始に貢献した。また当初から、製品開発部門や、お客様研究会であるFUJITSUファミリー会LS研究委員会とも密接な連携を取りながら研究を進めてきた。クラウドで何を実現するかを考え、お客様と会話をしている中で、既存システムとクラウドを連携できる技術が必要と気づき、2009年夏ごろからは「ハイブリッドクラウド」の実現を目指した。この考えは、富士通のクラウド戦略として今も掲げており、パブリッククラウド、プライベートクラウド、既存システムを連携して最適なシステム構築を提案し、また製品を提供している。その後、様々な種類のクラウドが提唱され、ヘルスケアクラウド、自治体クラウドなどが誕生してくる中で、富士通研究所としても、様々なクラウドや既存システムと連携したシステムの実現が必要と考え、2010年初めにその形態を「クラウドフュージョン」と呼ぶことにした。

本稿では、このクラウドフュージョンのねらいや研究の全体像を述べる。

クラウドフュージョンのねらい

クラウドの市場は初期のパブリッククラウドとそれをベースにしたSaaS（Software as a Service）ビジネスから、最近はお客様専用のプライベートサービスが伸びてくると見られている。IDC

Japan 2011年4月7日では、2012年にはパブリッククラウド向けソフトウェアの市場とプライベートクラウド向け市場の規模はおよそ1450億円で並び、その後は後者が追い越すと予測している。一方、クラウドを業界や地域で共同利用する形態も出現してきている。現在、ヘルスケアクラウド、自治体クラウドのほかにもサービスとしてのメディアクラウドやエンジニアリングクラウドなども研究されている。さらにInternet of Thingsと呼ばれるセンサや携帯端末を入力デバイスとしたクラウド連携が進みつつある。

富士通および富士通研究所は、2010年春からヒューマンセントリックなインテリジェントソサエティのビジョンを掲げ、これを支えるクラウド環境の構築を目指している。その際、前述のような動向を見て、プライベートクラウドとパブリッククラウドの連携、相互活用のシステムが今後、ビジネス的にも重要になると予想した。クラウドフュージョンにより、様々なクラウドをつなげ、「情報をつなげ、共有することでICT適用分野を拡大させ、新市場創生を実現させる」ことを目標にした。これに似た概念は総務省「スマート・クラウド研究会」で「インタークラウド」と提示されている⁽²⁾。最近是他社からも同様な概念が出されているが、富士通研究所としては先行して取り組めたと思っている。さらに、富士通研究所はクラウドフュージョンによって異種クラウドを連携させることにより、利用者に特定クラウドへのロックインの不安を解消することをアピールしている。これらのねらい、考えを実現していくために必要な技術として、現在、以下の五つのテーマを重点的に研究開発している。

- ・セキュアデータ連携
- ・大量データ並列分散処理
- ・クラウド開発実行環境
- ・クラウド運用管理
- ・マネージドネットワーク

これらの経緯、概念、主な研究テーマを図-1に示す。次章より、クラウドフュージョンを実現するための研究開発の概要、とくに開発・実行環境関係について詳細に述べる。そのほかについては、本特集号掲載のそれぞれの論文を参照されたい。

クラウドフュージョンを実現する技術

クラウドフュージョンを実現する技術の全体像を図-2に示す。

クラウドはハードウェアやネットワークなどのインフラからそれらを利用してビジネスや社会イ

ンフラとして貢献する技術まで、広範囲な技術の総合技術である。そこで富士通研究所では、これらの技術の個々の分野で世界トップクラスの研究開発をするとともに、他社技術やオープンソースを垂直統合で連携させて、システム全体の先進化にも挑戦している。そのためにクラウドフュージョ



図-1 富士通研究所のクラウドへの取り組み
Fig.1-Fujitsu Laboratories' approach to cloud.

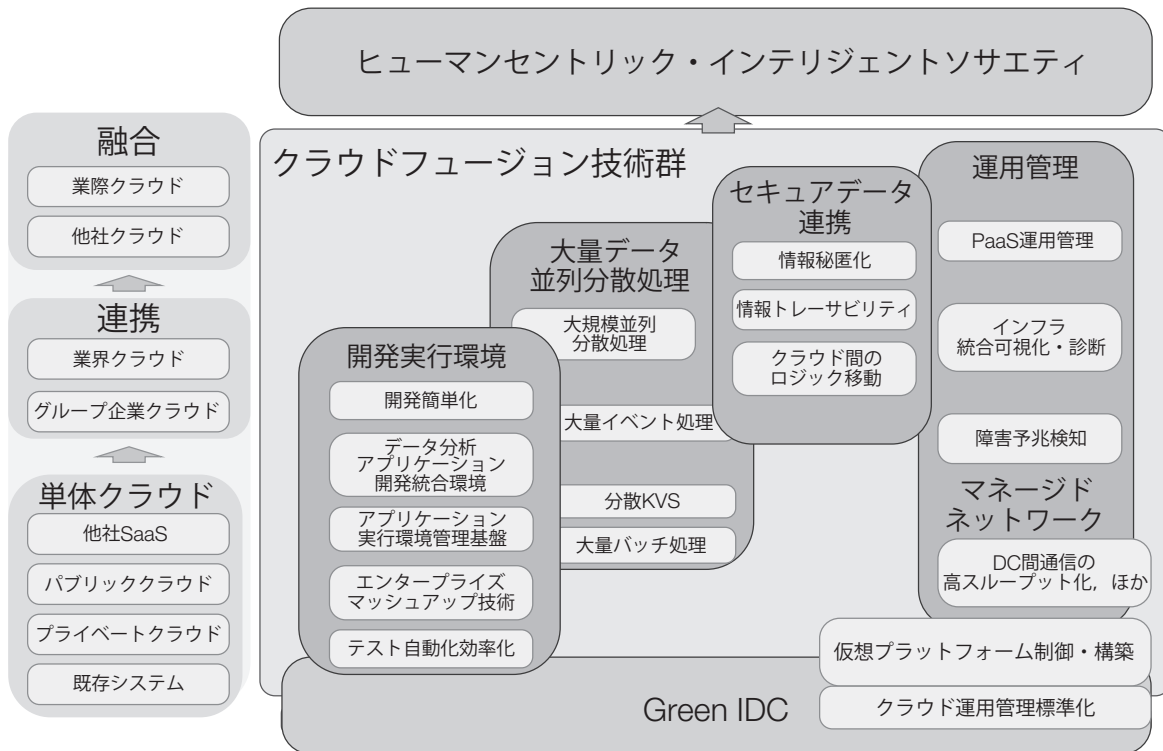


図-2 富士通研究所のクラウドフュージョン全体技術
Fig.2-Fujitsu Laboratories' overall technology for Cloud Fusion.

ンの研究グループとは別に、例えばサーバ、ストレージ、ネットワーク、ファシリティを束ねて、Green IDC (Internet Data Center) として研究しているグループがある。同様に、クラウドフュージョンの上位には、富士通および富士通研究所のビジョンにもなっている、「ヒューマンセントリックなインテリジェントソサエティ」を実現する技術を研究しているグループがある。この研究分野では、様々なイベントデータや大量データを高速に蓄積し、分析をする開発実行環境などを、クラウドフュージョンが担っており、実際の現場でのデータ収集や現場向けの分析や予測、提言などはヒューマンセントリック・インテリジェントソサエティが担っている。

クラウドフュージョンのグループの中では、前章で述べたように五つの柱を建てて研究開発している。それぞれの研究概要を以下に簡単に紹介する。

(1) セキュアデータ連携

クラウドの適用に当たっての大きな阻害要因と言われているセキュリティは、情報漏えいなどが発生すると影響が大きく、これまで以上に安心して利用できる仕組みが必要である。お客様が安心して情報を富士通のクラウドに預けられるために、既存システムとクラウド間での情報の秘匿化や、どう利用されたかのトレーサビリティ機能の商品化を目指している(2011年度中予定)。さらにデータをクラウドに渡さずにデータ処理するために、SaaSアプリケーションなどを自センターにダウンロードし、そのアプリケーションが情報を外部に送信しないように制約をかける技術も研究開発した。

(2) 大量データ並列分散処理

クラウドフュージョンの本質的なねらいは情報をつなげ、共有することでICT適用分野を拡大させ、新市場創生を実現させることであり、大量データの処理はキー技術である。大量データストアに向けたKVS (Key Value Store) 技術や大量データを高速に処理するオープンソースのHadoopなどの技術をベースに更に高度な並列分散処理などの研究を進め、ヒューマンセントリックなインテリジェントソサエティと密接な連携を目指している。

(3) クラウド開発実行環境

クラウド間や既存システムを容易に接続する技

術や、大量データの分析基盤の研究である。詳細は次章で述べる。

(4) クラウド運用管理

これまでは仮想化システムを効率的に制御、運用管理する研究を進めてきた。また2010年10月にサービスを開始した、オンデマンド仮想サービスの運用管理インタフェースをIT管理の標準化を推進する業界団体であるDMTF (Distributed Management Task Force) に提案し標準化を目指している。また、ネットワークとサーバインフラの性能を統合的に見える化し、診断する技術の一部を2010年末に製品化した。2011年度に入って障害の予兆技術の実環境適用を目指し、また新たにアプリケーションのライフサイクルを配慮したPaaS運用管理の研究を進めている。

(5) マネージドネットワーク

ネットワークはクラウド時代に入って、データ量が飛躍的に増大すると見られ、そのための様々な課題に対して研究が求められている。例えばクラウド間のネットワークやクラウドと端末間の性能および管理技術の研究などであり、新たな視点が必要になっている。

開発実行環境の全体

クラウドの本質は集約と分散にある。すなわち、クラウドは、規模の経済を実現すべく、お客様のシステムやデータを大規模に集約し、それを安価に実現すべく、コモディティなインフラ(サーバ、ストレージ、ネットワークなど)で分散処理するものである。

クラウドにシステムを集約することによって、実行環境に関しては、お客様サイトではインフラが不要になる、必要なときに必要なだけ利用できる、バックアップ用クラウドの利用によってディザスタリカバリ対策ができる、といったコスト・品質面でのメリットがある。一方、開発環境に関しても、クラウドに集約することによって、開発環境の一元化を図ることができる、開発プロセスや成果物に対してガバナンスを掛けやすい、といったコスト・品質・効率面でのメリットがある。このような背景のもとで、近年、クラウド上のソフトウェア開発実行環境、いわゆるPaaS (Platform as a Service) が進展・普及しつつある。

従来の業務アプリケーションをクラウド上で実装するためには、スケールアウトの問題があることに注意を要する。従来のインフラにおいては、アクセス数や処理が多い業務アプリケーションは高性能なサーバやデータベースを利用して実現されることが多く、この方式はスケールアップと呼ばれている。一方、クラウドは多数の均質なコモディティなサーバやデータベースから構成されているため、スケールアップすることができず、多数のサーバやデータベースに処理を分散させるスケールアウトを行う必要がある。従来からのデータベースの代表格であるRDB (Relational Database) はデータの複雑な検索や集計を得意とする一方で、一貫性の維持のために一つずつ順番に処理しており、複数のアクセスを分散させ並行して処理することは不得意である。一方、クラウドにおいては、キーと値 (バリュー) を組とする単純なデータ構造を高速に分散並列処理するKVSなどの新しいタイプのデータストアが使用されている。このため、著者らは、クラウドのシステム上で、RDBや分散KVSなどの複数のタイプのデータストアを、扱うデータやアクセスの特性に応じて自動的に選択し、Webアプリケーションからデータストアへのアクセスを適切に切り替えるデータストア最適配置技術を開発した^{(3), (4)}

以上は既ビジネス領域について説明してきたが、センサデータや業務ログなどの大量データの活用による新ビジネス領域も立ち上がりつつある。大量のデータを分析し、イベントドリブンなサービスを開発するためには、大量データのバッチ分析処理やイベントデータのリアルタイム処理などを統合的かつ容易に分析・開発できる仕組みが必要であり、そのための大量データ分析PaaSを開発している。

さらに、今後、既領域や新領域を含め、様々なアプリケーションシステムの連携・融合が重要になると予想される。一般的なWebアプリケーションの場合、連携は、ユーザとのインタラクションをつかさどるフロント部分における連携と、フロントからのアクセスに応じて処理とデータベースとのやり取りをつかさどるバックエンドでの連携に大別される。前者に関しては、マッシュアップという技術が、また、後者に関してSOA (Service

Oriented Architecture) という技術がよく知られている。このような連携における重要な課題の一つは、既存システムをいかに活用するかであるが、これに対して、著者らは、既存システムからAPI (Application Programming Interface) を半自動的に切り出し、ほかのアプリケーションとマッシュアップできるようにするWebAPI作成支援技術を開発した。

このうち、大量データ分析PaaSおよびWebAPI作成支援技術について、次章以降でより詳細に説明する。

大量データ分析PaaS

今後、センサや端末などから大量に集まるデータを活用して、従来のICTでは容易に実現できなかった新しいサービス、ソリューションの提案が重要となる。クラウドフュージョンにおける分析開発環境では、お客様が持つ大量のデータを起点として、業種・業界を越えたデータを組み合わせ、お客様と一緒に新しいサービスを創造していくことが求められる。

しかし、大量データを分析し、イベントドリブンなサービスを開発するには、データ分散並列処理 (Hadoopなど)、イベント処理 (Esperなど)、分析処理 (Mahoutなど) などの各種処理技術を幅広く習得し、実装するスキルが必要だが、それらを統合的に支援する分析開発環境は実現されていない。

そこで図-3に示すように、データ分析によるサービス立案 (図中②)、サービスアプリケーションの簡易開発 (図中③)、サービス評価 (図中④) のサイクルを支援する環境を試作した。この環境では大量データのバッチ分析処理とイベントデータのリアルタイム処理を統合的に扱える。またインタフェースとして、データフローダイアグラム (DFD: Data Flow Diagram) のエディタ環境 (HTML5) を持つ (図中①)。定義されたDFDは、標準コンポーネント仕様 (SCA: Service Component Architecture) に従ってプログラムとして構成され、配備・実行されるアーキテクチャとなっている。

データ分析者は、個々の実装技術を知らなくても入出力データと処理部品をDFDとして配置し、実行パラメータを与えれば、容易に分析処理やイ

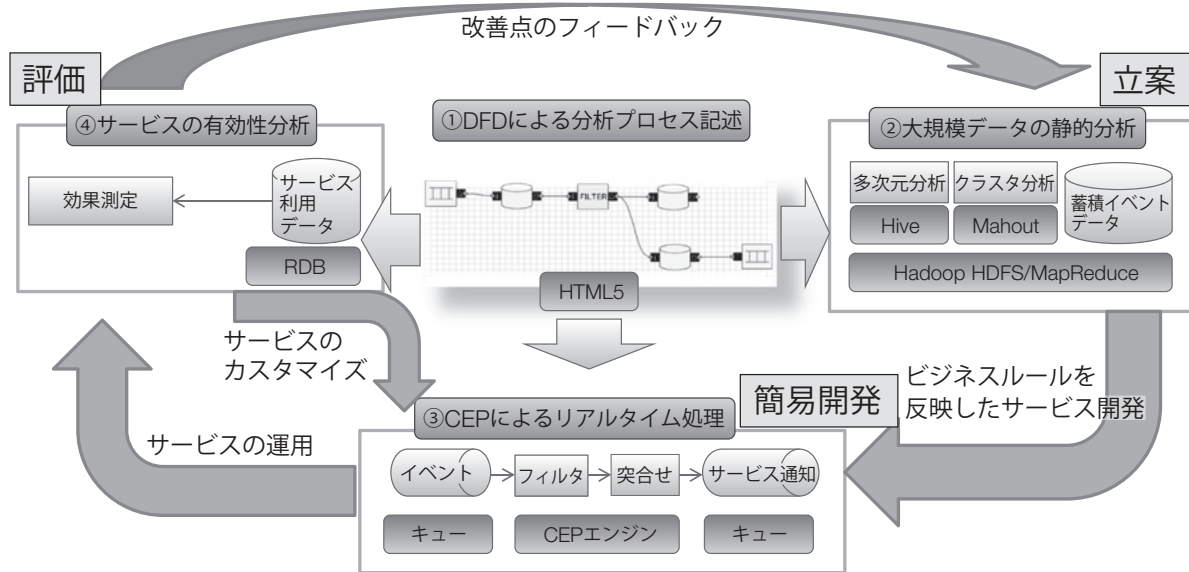


図-3 大量データ分析PaaSの概要
Fig.3-Outline of PaaS for large-scale data analysis.

イベント処理を実行できる。この仕組みを実現するために、処理やデータのタイプに応じて、最適な実装コンポーネントに変換する機能を新規に差異化技術として開発した。

実商談を参考にクラスタ分析処理、クーポン発行アプリケーションを開発して、本環境を評価したところ、従来2箇月かかったサービス提供までの期間を2週間に短縮できる効果を確認できた。

WebAPI, マッシュアップ技術

企業内では複数の業務システムが運用されており、利用者が一連の業務を遂行するために複数のシステムを使わなければならないことが多い。クラウドの利用が拡大すると、それらに加えて社外クラウドから提供されるアプリケーションとも連携させていく必要がある。このため、既存システムを変更せずにWebサービスとして呼び出し、マッシュアップにより連携できるようにするWebAPI作成支援技術を開発した。

マッシュアップとは、Google Mapに代表される、インターネット上で公開されているWebサービスを複数組み合わせる新しい価値を持ったWebアプリケーションを構築する手法のことである。アプリケーション開発者は、Webサービスが提供するAPIに従って呼び出しを行うだけで、データの取得や

画面表示・操作などの機能を簡単に利用することができる。このマッシュアップの手法を企業内システムに適用し、既存システムの機能を使って利用部門のニーズに合ったアプリケーションを簡単に構築できれば、業務効率の向上が期待できる。⁽⁵⁾

しかし、マッシュアップによってシステムの機能を利用するには、その機能がAPIとして提供され、別システムから呼び出せるようになっていなければならない。企業内の既存システムはそのようなAPIを備えておらず、外部から部品として利用することができないことが多い。システムを変更してAPIを追加したりデータ連携機能を追加したりするには多くの開発・テスト工数が必要となるため、既存システムの機能をマッシュアップで利用するのはこれまで困難であった。

そこで著者らは、既存Webアプリケーションを変更せずにAPIを付加し、マッシュアップアプリケーションから利用できるようにするWebAPI作成支援技術を開発した。本技術では、利用者がシステムに対して行う画面操作を再現し、処理結果を画面から得るという手法で、既存システムを変更せずにWebAPIを付加する。本手法の全体図を図-4に示す。

本技術では、画面操作を再現したHTTPリクエスト列を作成するために、利用者に対象アプリケー

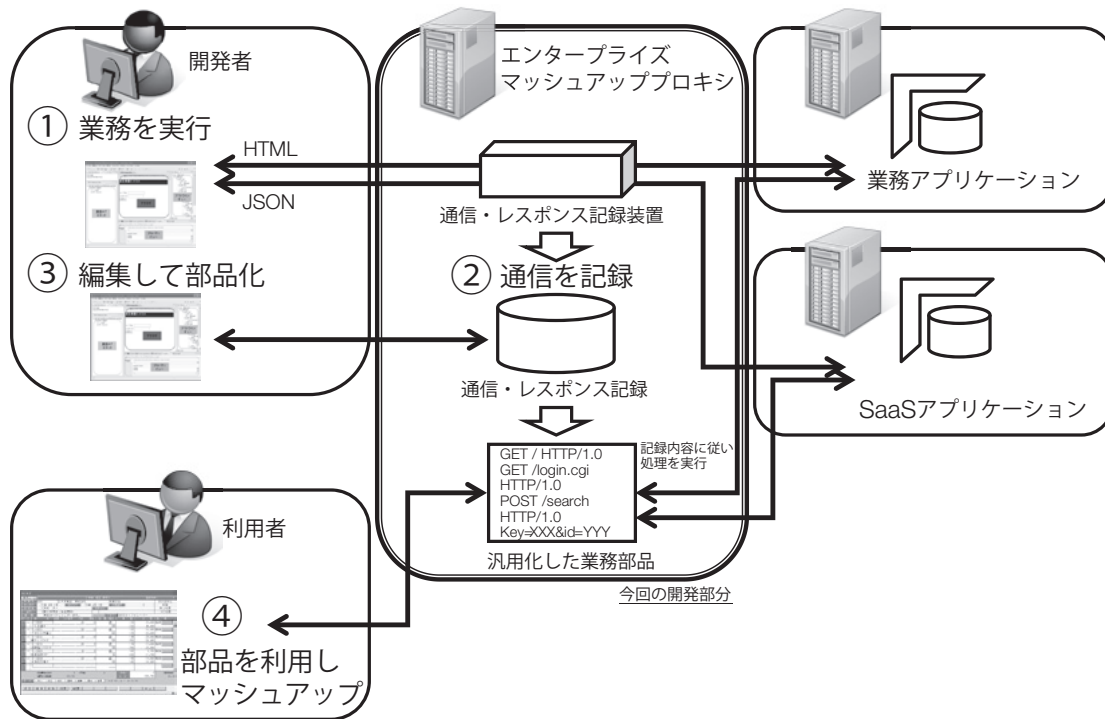


図-4 WebAPI作成支援技術の全体像
Fig.4-Overall support technology for making WebAPI.

ションの操作を実行させ、ブラウザ・Webアプリケーション間で送受信されたデータを記録する。これにより、リクエスト列を生成するプログラムを開発する必要がなくなり、多くの画面を経て結果を得るような操作でも簡単にWebAPI化することができる。また、記録されたリクエスト列を編集し、ユーザIDやパスワード、検索キーなど、外部から与えるべきパラメータを切り出す機能により、業務システムに不可欠な認証情報についても、マッシュアップアプリケーション側で与えることができるようにしている。

本技術を用いた試行では、手作業によりリクエスト列を作成して既存システムにWebAPIを付加する場合と比べ、約10分の1の工数でWebAPIを作成できる効果を確認できた。

む す び

今回紹介した、富士通研究所のクラウド分野への取組みは「クラウドフュージョン」と呼ぶビジョンをベースにしている。2010年10月のオンデマンド仮想サービスの開発当初は「サービス指向プラットフォーム」と呼んでいた。情報を集め、新たな

コミュニケーションやビジネスを行う「場」を「プラットフォーム」と考えた。クラウドという名前が出てくる前からこのような思想で研究しており、クラウドフュージョンの本質は同じだと考えている。クラウドはこの先、我々が想像している以上にビジネスを変え、社会インフラを変え、世界の人々の生活スタイルを変えていくであろう。富士通研究所は、この先もクラウド技術の先端開発を担い、新たなビジネス創生・開拓に貢献していく。

参考文献

- (1) 岸本光弘：富士通のトラステッドサービスプラットフォーム。ASCII, 雲の世界の向こうをつかむクラウド技術. p.58-65 (2009).
- (2) 総務省：スマート・クラウド研究会 第6回 (平成22年5月13日).
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/smart_kuraudo/index.html
- (3) 安達基光ほか：クラウド時代に向けた富士通の取り組み クラウドシステムにおける構築・運用技術の開発。ASCII.technologies, 6月号, p.62-69 (2010).

(4) 溝渕裕司ほか：クラウド時代のデータ自動最適配置技術の開発・評価. 情報処理学会 ソフトウェア工学研究会報告, Vol.2010-SE-170, No.14, p.1-8 (2010).

(5) A. Matsuo et al.: LivePoplet: Technology That Enables Mashup of Existing Applications. *FUJITSU Sci. Tech. J.* Vol.45, No.3, p.304-312 (2009).

著者紹介



坂下善隆 (さかした よしたか)

クラウドコンピューティング研究センター 所属
現在, クラウドコンピューティング全体の研究戦略と研究推進に従事。



松尾昭彦 (まつお あきひこ)

ソフトウェアシステム研究所 所属
現在, クラウド間連携技術およびソフトウェア保守効率化技術の研究開発に従事。



高山訓治 (たかやま くにはる)

クラウドコンピューティング研究センター 所属
現在, クラウド上のアプリケーション開発・実行環境の研究開発に従事。



栗原英俊 (くりはら ひでとし)

ソフトウェアシステム研究所ソフトウェアイノベーション研究部 所属
現在, ソフトウェア開発環境および上流工程技術の研究開発に従事。