

電子お薬手帳を用いた高機能高可用性情報ストレージ基盤の第一次実証実験

First Demonstration Experiments of Highly-functional and Highly-available Information Storage with Medication Record Software

大規模災害の発生でも重要な情報を失うことなく必要な時間内に取得できる高機能高可用性情報ストレージ基盤の開発を行っている。このストレージ基盤はデータの複製を比較的距離の近い場所に同時被災リスクを考慮して配置することで可用性の向上とデータ取得までの時間短縮をはかる。第一次実証実験として 10 万人規模のユーザが利用する電子お薬手帳システムからストレージ基盤にアクセスし、可用性とデータ取得時間の評価を行った。ストレージの半数が損壊しても 90%以上の可用性を実現すること、また 3 時間以内に 90%以上のユーザがデータを取得できることを目標としたが、実証実験の結果、想定する災害では概ね目標を達成できたが、一部のシナリオで達成できないことが確認された。実験結果のフィードバックをもとにストレージ基盤の改良を行い、第二次実証実験までに目標値達成をめざす。

宗形 聡 Munakata Satoshi
手塚 大 Tezuka Masaru
齋藤 邦夫 Saito Kunio

1. はじめに

大規模な災害が発生しても重要な情報を失うことなく、また必要な時間内に入手できるような高機能高可用性情報ストレージ基盤を文部科学省の委託事業として東北大学、(株)日立製作所、(株)日立ソリューションズ東日本の 3 機関で開発している¹⁾。このストレージ基盤の特徴はデータの複製を比較的距離の近い場所に同時被災リスクを考慮して配置する^{2,3)}ことにある。近い場所にあるので広域通信障害でネットワークが使えない場合でも徒歩等で移動し短時間でバックアップを取得できる。

本事業では電子お薬手帳を題材とし、東日本大震災など主に宮城県地方で過去に発生した災害の情報をもとに実証シナリオを作成し⁴⁾、このシナリオに基づいて情報基盤の高機能性と高可用性の実証を行う。実証実験は 2 回に分けて実施され、第一次実証は 10 万人規模、第二次実証は 100 万人規模のユーザを想定して行う。本報告では 2014 年度に実施した第一次実証の結果を報告する。

2. 実証実験環境とシステム構成

実証実験環境を図 1 に示す。実証対象となる高機能高可用性情報ストレージ基盤は東北大学の複数のキャンパスに設置され、東北大学のネットワーク内に設置された

24 台の拠点ストレージから構成される。実証シナリオ上は仙台市内の 24 の異なる医療機関に拠点ストレージが設置されているものとする。このストレージ基盤の可用性とデータ取得時間を、電子お薬手帳システムを用いて実証する。

電子お薬手帳システムのメインサーバはクラウド上に設置され、インターネットを介してストレージ基盤にアクセスする。また、インターネットが利用できない場合に各拠点でローカルにデータにアクセスするために、拠点にも予備サーバを設置する。電子お薬手帳のユーザはスマートフォンのアプリ（電子お薬手帳システムクライアント）から、電子お薬手帳システムサーバにアクセスする。電子お薬手帳システムサーバはユーザ認証など電子お薬手帳システム特有の処理を行い、お薬手帳データを高機能高可用性情報ストレージ基盤に格納する。

第一次実証実験では 10 万人規模のユーザを想定して実験を行うが、実際には数名の実ユーザと、約 10 万人のユーザをシミュレートするダミークライアントによって実験を行う。ダミークライアントはクラウド上に設置され、事前に設定されたパラメータに従い 10 万人のユーザからのアクセスをシミュレートする。また、インターネットが利用できない場合に直接拠点まで出向いて利

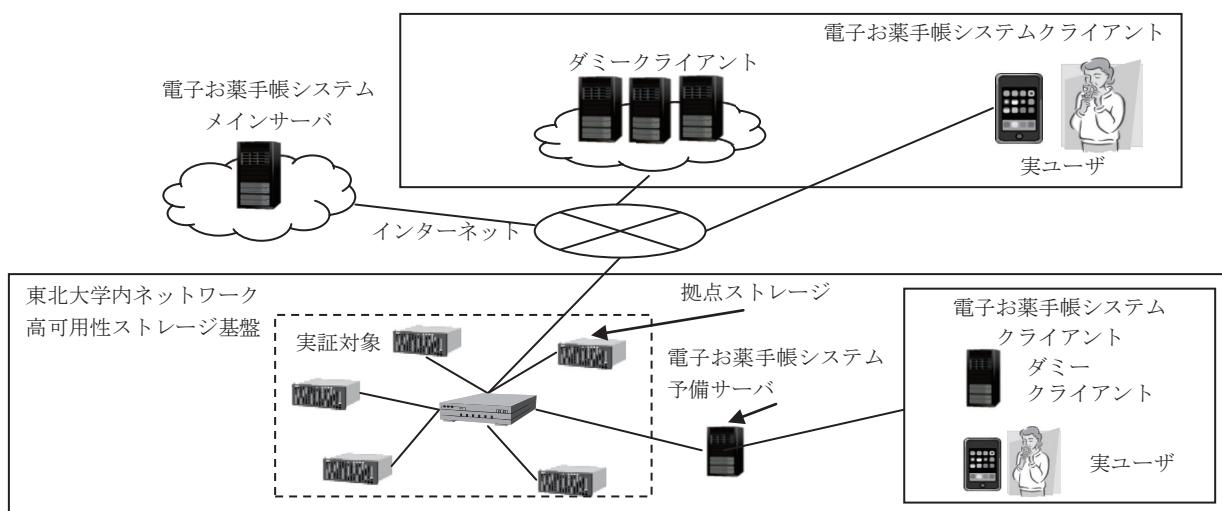


図 1 実証実験環境とシステム構成

用する利用者のシミュレート用に各拠点にもダミークライアントを設置する。

3. 実証実験の概要

3.1 実証項目

本実験では高機能高可用性情報ストレージ基盤のアプリケーションの一つとして電子お薬手帳システムを取り上げ、このシステムの利用者からみたストレージ基盤の耐災害性について以下の2つの項目を実証する。

【データ可用性】

基盤を構成する半数の拠点損壊時に「90%以上の」投薬履歴データを取得できることを実証する。具体的には、複数の損壊シナリオでのデータ参照成功率（可用性）を求め、その平均値が90%以上となることを実証する。

【データ取得時間】

半数の拠点損壊かつインターネット接続障害も発生している状況で「3時間以内」に投薬情報を取得できることを実証する。1日3回食後に服薬する場合、服薬間隔はおおよそ3～6時間になる。災害が発生してから次の服薬までの時間内に投薬情報を取得できるかどうかを評価することとし、データ取得時間の目標値を服薬間隔の最小値の3時間と設定した。複数のユーザがデータ取得に要する時間を実験で求め、90%以上のユーザが3時間以内にデータを取得できるかどうかを実証する。

3.2 実証方法

実証実験では、東日本大震災で甚大な被害を受けた仙台市および周辺で高機能高可用性情報ストレージ基盤および電子お薬手帳システムが利用されることを想定した。ユーザのデータを格納する拠点ストレージは、この地域

に存在する24の医療機関に設置されるものとした。

発生しうるすべての損壊パターンでの実験は実施できないため、発生確率の高いパターンを選択し、各パターンについて災害シナリオを設定して実験する。

また10万人規模のデータアクセスを実証するために、実ユーザ9人によるデータアクセスと同時に、ダミークライアント（99,991人）によるアクセスを行う。

(1) 災害シナリオ

本実証では「J-SHIS2013年度版災害モデル」と「宮城県沖地震+津波型災害モデル」の2種類の災害モデルを用い、各災害モデルについて複数のシナリオを設定して実証実験を行う。

【J-SHIS2013年度版災害モデル】

防災科学研究所 J-SHIS の2013年版の災害モデル⁵⁾では、250mメッシュ区間ごとに今後30年以内に発生する地震動の確率が求められている。これとあわせて阪神大震災以降の地震被害データから構築された建物被害関数⁶⁾を用いて建物の全半壊状況を推定する。このモデルでは、拠点の損壊状況が異なる4つのシナリオを設定した。

【宮城県沖地震+津波型災害モデル】

大規模な津波を伴う災害のモデルとして本モデルを用いた。宮城県沖地震のハザードマップをもとに各拠点の地震による全損率を取得し、津波被害関数^{7),8)}を用いて浸水拠点の全損率を推計した。このモデルでは拠点の損壊状況が異なる5つのシナリオを設定した。

(2) ダミークライアントによるデータアクセス

ダミークライアントが99,991人の薬歴データの参照を実行し、平常時や災害時のデータ取得成否、インターネット途絶時の拠点への移動時間を含めたデータ取得時

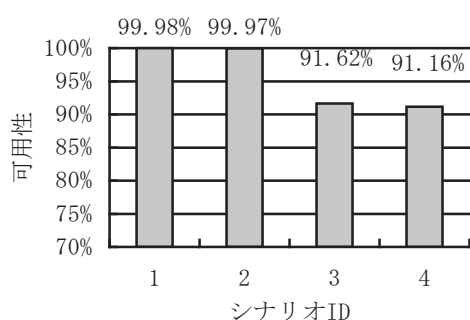


図 2 J-SHIS2013 年版災害モデル（データ可用性）

間を測定する。実ユーザとダミークライアントをあわせて 10 万人のユーザが利用する状況を作り、アクセス集中による待ち時間の発生、サーバあるいはストレージリソース逼迫によるタイムアウトやレスポンス遅延なども含めて実証を行う。

ダミークライアントによるデータ取得ではインターネット利用不可の場合の移動時間もシミュレートするが、簡易な移動モデルを用いた計算となるため、交通渋滞や実際の移動経路の影響を考慮できない。

(3) 実ユーザによるデータアクセス

実験計画法に基づいて 9 名のペルソナを抽出し、ペルソナの年齢と性別に近い被験者を選定した。震災後 1~2 日間、ペルソナが病気などの原因で新しい薬の処方が必要になった状況と想定する。被験者はスマートフォン端末から薬歴データの取得を試す。インターネットが途絶した場合、実際に拠点へ移動してデータ取得を行い、移動時間やデータ取得時間を測定する。

4. 実証実験結果

4.1 データ可用性

J-SHIS2013 年度版災害モデルにもとづくシナリオでの実験結果を図 2 に、宮城県沖地震+津波モデルの結果を図 3 に示す。J-SHIS2013 年度版災害モデルでのシナリオでは全てのシナリオで 90%以上の可用性を実現できている。しかし、宮城県沖地震+津波モデルでは二つのシナリオで 90%を下回る結果となった。

本プロジェクトの目標である「50%の拠点が損壊しても 90%以上の可用性を実現する」は想定されるシナリオで概ね達成できているが、一部のシナリオでは達成されなかった。この結果については詳細情報を含めてストレージ基盤技術にフィードバックし、第二次実証までに解決できる目処が立っている。

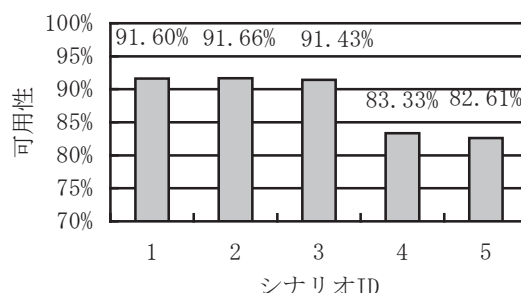


図 3 宮城県沖地震+津波災害モデル（データ可用性）

4.2 データ取得時間

データ取得時間に関する実験結果を図 4 と図 5 に示す。それぞれ、所定の時間までにデータが取得できたユーザの比率を示している。なお各災害モデルごとの全シナリオの平均値である。

J-SHIS2013 年度版災害モデルにもとづくシナリオでは「90%以上のユーザが 3 時間以内に取得可能」が達成できている。しかし宮城県沖地震+津波災害モデルでは、もともと可用性が 90%を下回るシナリオがあるため、目標が実現できていない。これも第二次実証までに解決する予定である。

実ユーザ 9 人による実験結果を表 1 に示す。実ユーザ 9 人のうち二人がデータ取得に 3 時間以上を要している。ペルソナ 6 は自宅と勤務地が離れていて、勤務地で被災したため、データが格納されている自宅付近の医療機関拠点へ移動するのに 18km の移動が発生するというシナリオであった。公共交通機関（バス）を利用できるが、3 回乗り継ぎと一部の区間での徒歩移動は必要であった。乗り継ぎの待ち時間も含め、データ取得時間は 234 分もかかった。ペルソナ 7 はデータが格納されている医療機関が損壊し、データのバックアップがある別の医療機関までさらに移動するというシナリオであった。この移動距離は 33.5km と遠く移動に自動車を利用した。この結果、データ取得時間は 186 分となった。実際の災害時には道路の損壊や渋滞等によりさらにデータ取得時間が長くなる恐れもあるが、これらの考慮は今後の課題である。

5. おわりに

二つの災害モデルに基づき 9 個の実証シナリオを策定し、高機能高可用性情報ストレージ基盤の可用性とデータ取得時間の評価を行った。実ユーザのほかにダミークライアントを用いて 10 万人規模のユーザが利用する状況をシミュレートした。本実験の結果、ストレージの半

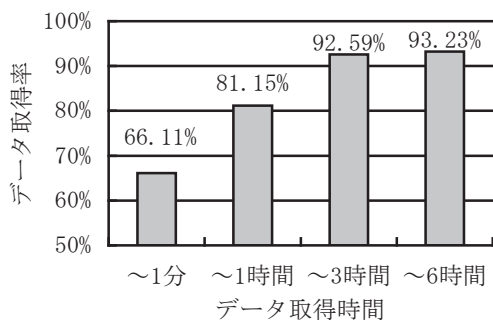


図 4 J-SHIS2013 年版災害モデル（データ取得時間）

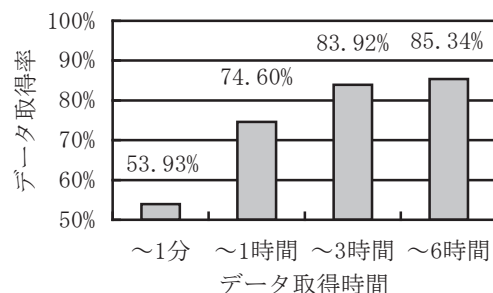


図 5 宮城県沖地震+津波災害モデル（データ取得時間）

表 1 実ユーザのデータ取得時間と移動速度

ペルソナ	移動経路	交通手段	移動距離	データ取得時間
1 60代の男性（無職）	自宅⇒医療機関	徒歩	3.4km	57分
2 40代男性会社員	避難所⇒医療機関	徒歩	1.8km	24分
3 20代の女性公務員	勤務地⇒医療機関	徒歩	5.2km	87分
4 50代男性公務員	自宅⇒医療機関	徒歩	1.8km	38分
5 60代の女性（無職）	自宅⇒医療機関	徒歩	1.5km	32分
6 40代自営業の女性	勤務地⇒医療機関	バス+徒歩	18.0km	234分
7 30代の男性会社員	勤務地⇒医療機関⇒バックアップ拠点	タクシー	33.5km	186分
8 20代の男性公務員	自宅⇒医療機関⇒バックアップ拠点	タクシー	20.3km	117分
9 50代の女性会社員	自宅⇒医療機関	タクシー	16.6km	108分

数が損壊しても 90%以上の可用性を実現すること、また 3 時間以内に 90%以上のユーザがデータを取得できることという二つの目標について、将来発生の見込みが高い想定シナリオでは概ね達成できているが、一部の特定のシナリオでは達成できないことが確認された。実験結果のフィードバックをもとにストレージ基盤の改良を行い、2016 年度に計画されている 100 万人規模のユーザを想定した第二次実証実験までに目標値達成をめざす。

本研究は文科省の委託事業「高機能高可用性情報ストレージ基盤技術の開発」の中で実施している。本研究の成果は「高機能高可用性情報ストレージ基盤技術の開発」の研究成果の一部である。

参考文献

1) 高機能高可用性情報ストレージ基盤技術の開発, <http://www.it-storage.riec.tohoku.ac.jp/> (Accessed 2015 年 9 月 1 日)
 2) Matsumoto et al : Risk-aware Data Replication to Massively Multi-sites against Widespread

Disasters, Rangsit Journal of Information Technology, Vol. 1, No.2, pp. 22-28, 2013.

3) Nakamura et al : Discreet Method to Match Safe Site-Pairs in Short Computation Time for Risk-aware Data Replication, IEICE Trans. on Information and Systems, Vol. E98-D, No.8, pp. 1493-1502, 2015.
 4) 宗形 他, 高機能高可用性情報ストレージ基盤の耐災害性実証シナリオの構築, 日立ソリューションズ東日本技報, 第 19 号, pp. 51-57, 2013
 5) 防災科学研究所 : J-SHIS 地震ハザードステーション, <http://www.j-shis.bosai.go.jp/> (Accessed 2015 年 9 月 1 日)
 6) 翠川 他 : 兵庫県南部地震以降の被害地震データに基づく建物被害関数の検討, 日本地震工学会論文, Vol. 11 No. 4, 2011.
 7) 仙台市復興事業局震災復興室 : 津波浸水シミュレーション, 仙台復興レポート Vol.1, 2012.
 8) 越村 他 : 津波被害関数の構築, 土木学会論文集 B, Vol. 65 No. 4, 2009.



宗形 聡 2003 年入社
研究開発部 研究開発グループ
高可用性ストレージ基盤の耐災害性
実証実験, および意思決定支援技術の
研究開発
satoshi.munakata.tu@hitachi-soluti
ons.com



手塚 大 1994 年入社
研究開発部
研究戦略の立案, 研究開発の推進

masaru.tezuka.fd@hitachi-solution
s.com



齋藤 邦夫 1992 年入社
研究開発部
自社パッケージ製品・ツールの研究・
開発
kunio.saito.uh@hitachi-solutions.co
m