

大規模災害発生時の災害の網羅性と震源域の局地性の両方を考慮したシナリオによる高可用ストレージ基盤の耐災害性実証実験

宮崎 淳子[†] 手塚 大[†] 齋藤 邦夫[†] 中村 隆喜[‡] 村岡 裕明[‡]

日立ソリューションズ東日本[†] 東北大学電気通信研究所[‡]

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可能とする高可用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⁾ことである。複製したデータが比較的近距離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からデータを取得できる。

被災者の投薬情報が災害時医療に有用である³⁾ことから、本事業では電子お薬手帳を題材とし、仙台市周辺で今後起こりうる災害を想定した実証シナリオを作成し、このシナリオに基づいて情報ストレージ基盤の高可用性の実証を行う。実証実験は2回に分けて実施し、一次実証実験は10万人規模、二次実証実験は100万人規模のユーザを想定して行う。本報告では、2016年度に実施する二次実証実験の実証方法、特に、実証シナリオの設定について述べる。

2. 実証実験の概要

2.1 実証項目

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。

(1) 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。複数の半数拠点損壊パターン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。

(2) データ取得時間

基盤を構成する半数の拠点損壊時に「3時間以内」に投薬情報を取得できることを実証する。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。

2.2 実証方法

東日本大震災で甚大な被害を受けた仙台市および周辺(以下実証フィールドと記す)で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

定する。ユーザのデータを格納する拠点ストレージは、実証フィールド内に存在する108の医療機関に設置されるものとする。データ可用性とデータ取得時間の評価には、宗形らが一次実証実験時に確立した手法を使用する⁴⁾。半数拠点損壊を実験の前提条件としているが、すべての半数拠点損壊パターン(=108C₅₄)での実験実施は現実には困難である。実証実験で半数拠点損壊確率の高い損壊パターンを使用するため、実証シナリオを検討、設定する。

3. 実証シナリオの検討と設定

実証フィールドに適した実証シナリオを設定し、各拠点の損壊確率を推計し、半数拠点損壊確率を推計する。

3.1 一次実証実験で生じた課題

2014年度に実施した一次実証実験では、防災科学研究所のJ-SHIS⁵⁾で公開されている確率論的地震動予測地図により今後30年間に発生しうるすべての地震を考慮した地震動の超過確率を使用し、実証シナリオを設定した。前述の「すべての地震」には、活断層など陸域と海域の浅い地震、海溝型で震源断層を特定できる地震、海溝型で震源断層が特定しにくい地震が含まれる。本実験の実証フィールドでいえば、長町利府断層帯地震や東日本大震災、宮城県沖地震、三陸沖地震などがすべて含まれた超過確率となっている。今後30年間に周辺で発生する可能性のあるすべての地震を確率論的にモデル化した地震動の超過確率から損壊確率を推計することで災害の網羅性を考慮できる。但し、すべての地震を考慮した地震動の超過確率を用いるため、1つの地震により発生する地震動の強さを表していない。このため、震源域の局地性の視点からは同時損壊が起こり得ない拠点の組合せの損壊が評価対象に含まれるという課題があった。

3.2 課題を解決する実証シナリオの設定

一次実証実験で生じた課題を踏まえて、二次実証実験では、前述の「すべての地震」の他に、震源域のタイプで分類された地震、内陸活断層の地震について考慮し、災害の網羅性と震源域の局地性の両方の視点から評価することにした。このことで、実際により近い条件での耐災害性目標の評価が可能となる。

実証シナリオは、実際により近い条件で評価するため実証フィールドで生じる地震による災害と、地震および津波による災害の2つのモデルを考慮する。

3.2.1 地震による災害の実証シナリオと拠点損壊確率

地震による災害では、各拠点の損壊確率を推計するために、J-SHIS⁵⁾で公開されている地震動予測地図のデータと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⁾を利用する。「すべての地震」、震源域のタイプで分類された地震、内陸活断層の地震、それぞれについて、損壊確率の推計方法と半数拠点損壊パターン

Disaster tolerance demonstration experiment planning of high-availability storage infrastructure by the scenario that takes into account both the local of the completeness and the source region of the disaster at the time of large-scale disasters

[†]Miyazaki Junko, Tezuka Masaru, and Saito Kunio, Hitachi Solutions East Japan. Ltd.

[‡]Nakamura Takaki, and Muraoka Hiroaki, RIEC, Tohoku University

の選択方法を述べる。

(1) 今後 30 年間に発生しうるすべての地震

今後 30 年間に発生しうるすべての地震を考慮した地震動の超過確率を用い、各拠点の損壊確率を推計し、損壊確率上位の半数拠点損壊パターンを複数選択する。

(2) 震源域のタイプで分類される地震

政府の地震調査研究推進本部では、多種多様の地震を 3 つの地震カテゴリーに分類している⁵⁾。地震カテゴリーの分類を表 1 に示す。それぞれの地震カテゴリーごとの地震動の超過確率を使用し、各拠点の損壊確率を推計する。地震カテゴリーごとに、損壊確率の最も高い半数拠点損壊パターンを選択する。

表 1 地震カテゴリーの分類

カテゴリー名	地震の分類
地震カテゴリーⅠ	海溝型地震のうち震源断層を特定できる地震
地震カテゴリーⅡ	海溝型地震のうち震源断層を特定できない地震
地震カテゴリーⅢ	活断層など陸域と海域の浅い地震

(3) 宮城県および周辺の活断層に発生する地震

J-SHIS⁶⁾で公開されている震源断層を特定した地震動予測地図による条件付超過確率(以下条件付超過確率と記す)を使用して、各拠点の損壊確率を推計し、震源断層ごとに、損壊確率の最も高い半数拠点損壊パターンを選択する。また、海溝型地震のうち東北地方太平洋沖型地震について条件付超過確率が公開されているので、これを使用して各拠点の損壊確率を推計し、損壊確率の最も高い半数拠点損壊パターンを選択する。

3.2.2 地震と津波による災害の実証シナリオと拠点損壊確率

地震と津波による災害では海溝型地震を想定した実証シナリオとする。地震の実証シナリオから推計される各拠点の損壊確率と地震により発生する津波から推計される浸水域内拠点の損壊確率を用いて、地震と津波による拠点の損壊確率を推計する。

前述の地震カテゴリーのうち海溝型地震を示す地震カテゴリーⅠ、地震カテゴリーⅡ、それぞれの地震動の超過確率から各拠点の損壊確率を推計する。また、東北地方太平洋沖型地震について、条件付超過確率を利用して各拠点の損壊確率を推計する。

津波被害は、東日本大震災による津波被害⁷⁾で近似し、津波被害関数⁸⁾を利用して浸水拠点の全損率を推計する。

表 2 半数拠点損壊パターン評価数

災害	視点	地震のタイプ	評価数
地震 災害	災害の 網羅性	今後 30 年間に発生しうる すべての地震	20
		震源断層の局 地性	震源域のタイプで分類され る地震
	震源断層の局 地性	宮城県および周辺の活断層 に発生する地震	14
		東北地方太平洋沖型地震	1
地震 + 津 波	震源断層の局 地性	地震カテゴリーⅠ, 地震カテゴリーⅡ, 東北地方太平洋沖型地震	3

地震と津波による拠点の損壊確率を用いて、地震カテゴリーⅠ、地震カテゴリーⅡ、東北地方太平洋沖型地震について、損壊確率の最も高い半数拠点損壊パターンを選択する。

3.3 半数拠点損壊パターンの評価数

半数拠点損壊パターンの評価数を表 2 に示す。

災害の網羅性と震源断層の局地性の両方をできるだけ均等に評価するために、それぞれの視点について、ほぼ同数の半数拠点損壊パターンで評価する。

4. おわりに

高可用性情報ストレージ基盤の耐災害性を評価するための実証シナリオを設定する。2014 年度に実施した一次実証実験で使用した実証シナリオは、今後 30 年間に発生しうるすべての地震を考慮し、災害の網羅性の視点から評価したものであり、震源域の局地性の視点からは同時損壊が起こり得ない拠点の組合せの損壊が評価対象に含まれるという課題があった。この課題を踏まえて、前述の「すべての地震」の他に、震源域のタイプで分類された地震、内陸活断層の地震について考慮し、災害の網羅性と震源域の局地性の両方の視点から評価することにした。このことで、実際により近い条件での耐災害性目標の評価が可能となった。今回設定した実証シナリオを 2016 年度に実施する二次実証実験で使用し、高可用性情報ストレージ基盤の耐災害性を評価する。

5. 謝辞

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。

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) Takaki Nakamura, Shinya Matsumoto, Hiroaki Muraoka, 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.
- 3) 日本薬剤師会, 東日本大震災時におけるお薬手帳の活用事例, http://www.nichiyaku.or.jp/action/wp-content/uploads/2012/06/shinsai_techo.pdf (Accessed 2015 年 10 月 1 日)
- 4) 宗形聡, 宋チュウ, 手塚大, 村岡裕明, 薬歴データへのアクセスを想定した大規模災害の高可用ストレージ基盤の耐災害性評価, 情報処理学会第 77 回全国大会講演論文集, pp.4-451-452, 2015
- 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) 翠川三郎, 伊東佑記, 三浦弘, 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) 国土交通省, 東日本大震災からの津波被災市街地復興手法検討調査のとりまとめについて, <http://www.mlit.go.jp/toshi/toshi-ukkkourkaibu.html> (Accessed 2015 年 10 月 1 日)
- 8) 越村俊一, 行谷佑一, 柳澤英明, 津波被害関数の構築, 土木学会論文集 B, Vol. 65 No. 4, 2009.