

東日本大震災時の筑波大学 情報インフラにおける対応と課題

佐藤 聡^{1,a)} 杉木 章義¹ 陳 漢雄¹ 古瀬 一隆¹ 片岸 一起¹
中井 央¹ 萩川 友宏¹ 前田 敦司¹ 和田 耕一¹

受付日 2012年7月4日, 採録日 2012年12月7日

概要: 平成 23 年 3 月 11 日に起きた東日本大震災で、茨城県つくば市にメインキャンパスを持つ筑波大学も被災し、大学周辺地域とともに停電を体験した。これにより、筑波大学の情報インフラの運用は大きな影響を受けた。各種システムの依存関係を考慮し、限られた電源容量において稼働可能な最低限のシステムを選択し、運用するといった震災関連の対応を振り返ることにより、今後の防災対策案を検討した。その中から実施したいいくつかの対策案について報告する。また震災後のネットワークシステムのログを分析し、震災後に学内、学外からどのようにネットワークが利用されたかを示し、情報発信のために行った対策が有効であったかを示す。

キーワード: システムの運用, 災害対応

Measures and Issues of Information Infrastructure for University of Tsukuba at Tohoku Region Pacific Coast Earthquake

AKIRA SATO^{1,a)} AKIYOSHI SUGIKI¹ HANXIONG CHEN¹ KAZUTAKA FURUSE¹ KAZUKI KATAGISHI¹
HISASHI NAKAI¹ TOMOHIRO HARAOKAWA¹ ATSUSHI MAEDA¹ KOUICHI WADA¹

Received: July 4, 2012, Accepted: December 7, 2012

Abstract: University of Tsukuba, which has main campus at Tsukuba City in Ibaraki, was struck by Tohoku Region Pacific Coast Earthquake that occurred on March 11, 2011. Moreover, our university experienced the power failure with the university surrounding area. We selected minimum systems which can run in limited power capacity considering the dependancy between systems, and have operated them. These plan and action have reflected on several disaster plan concerning the information infrastructure. Using analysis of the network system logs before/after the earthquake, we report how the campus from outside after the earthquake that the network was used from inside/outside, and clarify the effectiveness of the measures of information infrastructure in order to continue the announcement.

Keywords: operation, earthquake measures

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に東日本大震災が起こった。著者が勤務する筑波大学でも被災し、大学周辺地域とともに停

電した。これにより、通常であれば、利用できてあたりまえのように多くの利用者に使われていた情報基盤システムを含む情報インフラの運用に大きな影響を受けた。本学の情報基盤システムを構成する各種システムは、震災による直接的なハードウェア故障は幸いにも発生しなかったが、長期間の停電により、運用を停止せざるをえない状況となった。非常用電源による暫定的な電源供給が行われたが、各種システム間の依存関係を考慮し、限られた電源容量での

¹ 筑波大学学術情報メディアセンター
Academic Computing and Communications Center, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki 305-8577, Japan

a) akira@cc.tsukuba.ac.jp

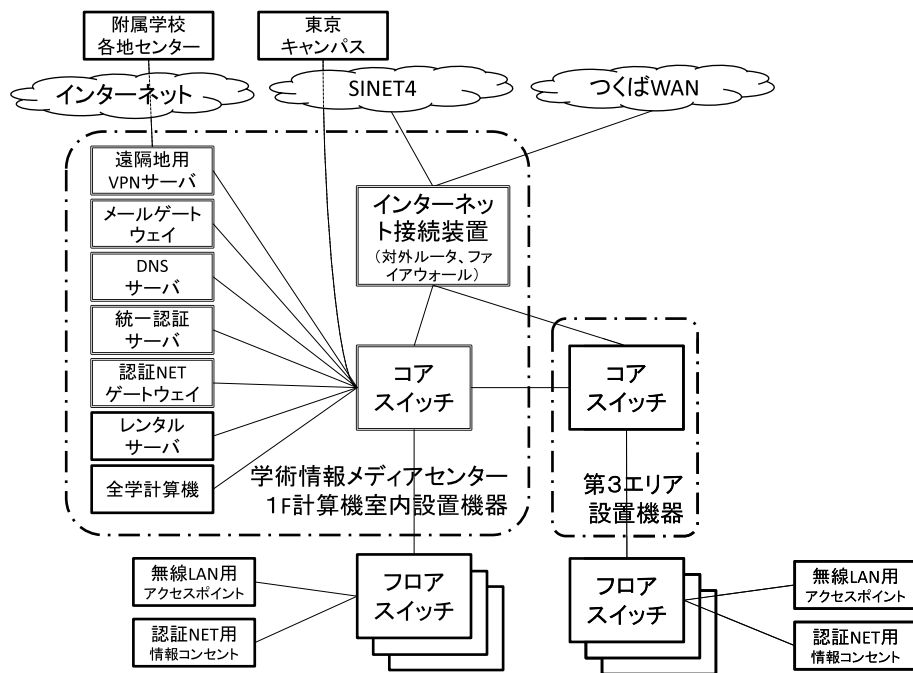


図 1 情報基盤システムの概要図

Fig. 1 Overview of the information infrastructure.

運用計画を短時間に作成し、運用した。また、何度となく発生するかもしれない計画停電への対応計画の立案と運用等も行った。これら、本学における震災関連の情報インフラの対応作業を振り返り、整理しておくことは、情報インフラを管理する大学等の大組織にける震災対策案を検討する際の参考になると考えられるのでここにまとめておく。

はじめに、筑波大学の概要について述べる。次に、本学での震災や停電での情報インフラに対する対応についてまとめ、ネットワークシステムのログに基づいて評価を行う。最後に、震災を経験しての課題と筑波大学としての取り組みについて述べる。

2. 筑波大学の概要

筑波大学は 1973 年 10 月に総合大学として発足した。都心から北東 60 キロにある茨城県つくば市内に 256 ha に及ぶ広大で美しいメインキャンパスを持っている。このキャンパスは、筑波キャンパスと呼ばれており、旧図書館情報大学の敷地であった春日地区と、天王台地区から構成されている。また、東京都内に夜間大学院を対象とした東京キャンパスもある。学生数は、大学院生が 6,000 人強、学群生が 10,000 人弱である。また、職員は、教員が 2,000 人強、事務系職員が 2,000 人強である。

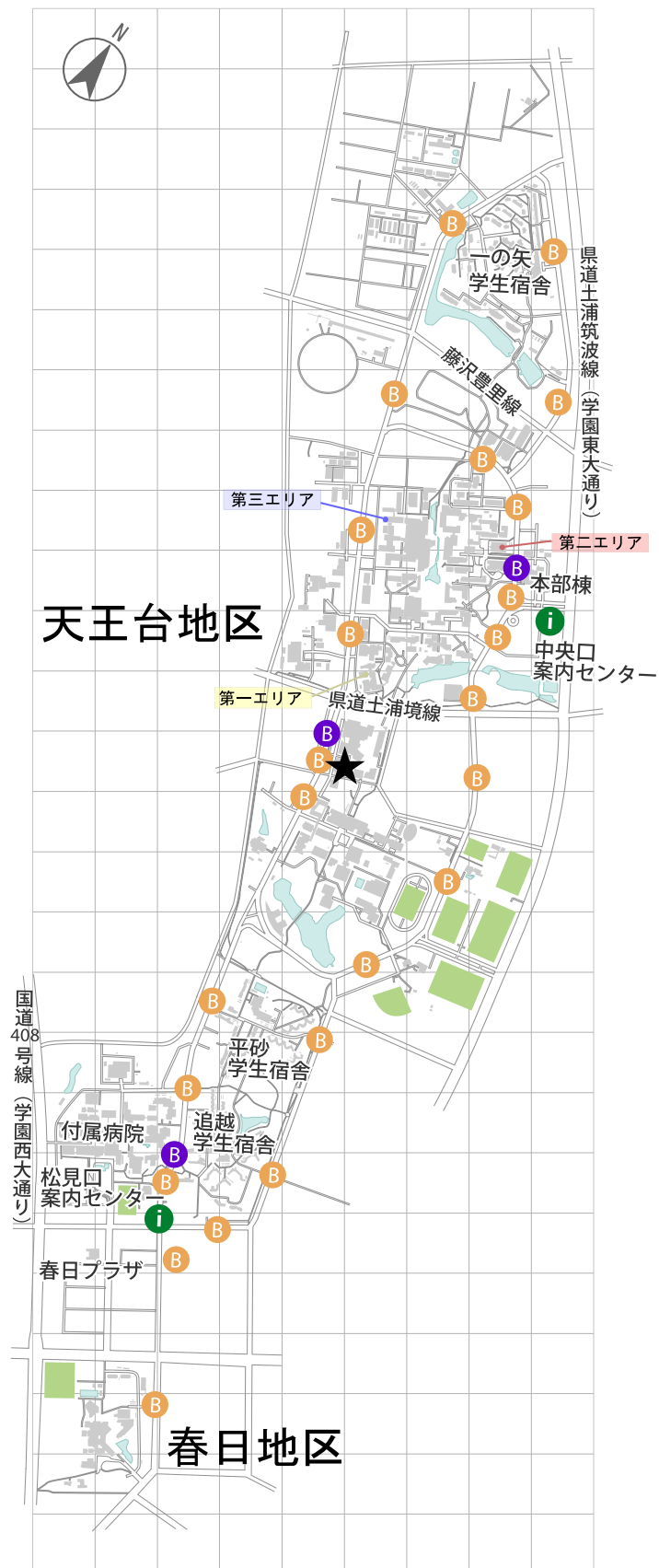
著者らが勤務する学術情報メディアセンター（以後、センターという）は、筑波大学における情報環境ならびにそれをを用いた情報サービスに関する研究開発と情報基盤の整備運用ならびにサービスを行っている。センターが運用している主な情報基盤システムを以下に示す（図 1 参照）。

- 基幹ネットワークシステム（インターネット接続装置、コアスイッチ、フロアスイッチ、メールゲートウェイ、DNS サーバ）
- 学内無線 LAN システム
- 認証ネットワークシステム（この中には、約 4,000 戸ある学生宿舎内のネットワークを含んでいる）
- 統一認証システム
- 学内向けレンタルサーバシステム（本学公式ホームページサーバを含む）
- 全学計算機システム（全教員、全学生のメールボックスを含む教育用計算機システム）

図 1 において点線で囲まれている部分にあるシステムは、筑波キャンパスの天王台地区のセンター 1 階の計算機室に設置されている。残りのコアスイッチはセンターから約 650 m 離れた第 3 エリア内に設置されている。学内無線 LAN システムのアクセスポイント、認証ネットワークシステムの情報コンセントを集線するフロアスイッチは、学内各所に設置されている。コアスイッチが設置されているセンター、および、第 3 エリアの位置関係を、図 2 に示す。

なお、レンタルサーバシステムとは、センターが各部局を対象にメール・Web サーバを貸し出しているシステムのことを指す。

筑波大学の学内ネットワーク構成は、図 1 に示すように、センターおよび第 3 エリアに設置されているコアスイッチを中心にスター構成になっている。東京キャンパスは、SINET が提供している専用線接続サービスを經由してセンター設置のコアスイッチに接続されている。その他の



注：この図は筑波大学公式ページからの引用した図に著者らが一部加筆したものである。なお星印の部分が発行情報メディアセンターである。

図 2 キャンパスマップ

Fig. 2 Campus map.

表 1 震災対応の概要
Table 1 Overview of measures.

日	時刻	主な事柄
3月11日	午後2時46分	地震発生
		天王台地区への電力供給停止（停電）
	午後5時ごろ	非常用電源稼働開始
	午後6時ごろ	最低限のシステムの稼働再開
		翌日の入試実施延期という情報の広報
	午後9時ごろ 午後10時ごろ	ネットワーク停止という情報の広報 第1回センター内対策会議
3月12日	午前6時ごろ	天王台地区への電力供給再開（復電）
		最低限のシステムの一旦停止
		非常用電源から商用電源への切替え
		最低限のシステムの稼働再開
		各種システムの復旧作業開始
	正午ごろ 午後3時ごろ 午後6時ごろ 午後7時ごろ	すべてのレンタルサーバ稼働再開 すべてのコアスイッチ稼働再開 第2回センター内対策会議（今後は朝夕開催を決定） 全学計算機システム稼働再開
3月13日	午前10時ごろ	端末室の開放を開始（午後5時まで）
	午後8時ごろ	東京電力が計画停電を発表
	午後10時ごろ	天王台地区が計画停電翌日午前6時20分から午前10時までの計画停電のエリアに含まれていることが発表
	午後11時ごろ	計画停電のための対策会議
3月14日	午前5時30分ごろ	計画停電に備え、最低限稼働すべきシステム以外を停止
	午前10時ごろ	停止していたシステム稼働開始
	午前11時ごろ	全学計算機システムで起動作業においてトラブル発生
	午後2時ごろ	計画停電のための対策会議 天王台地区の次の計画停電は午後10時から の予定
	午後5時ごろ	計画に基づいて全学計算機システムの稼働停止
3月15日	午前9時ごろ	計画に基づいて全学計算機システムの稼働再開 東京電力より茨城県の計画停電対象から除外と発表 以後、すべてのシステムを継続運用

遠隔地の拠点は SINET のインターネット接続を利用して遠隔地用 VPN サーバに接続している。この遠隔地用 VPN サーバもセンター設置のコアスイッチに接続されている。

3. 震災時の状況と対応

この章では、震災時の状況とその対応について述べる。震災時の対応の概要を表 1 に示す。

3.1 地震発生と停電

3月11日午後2時45分に震災が発生した。ほとんどのサーバが設置されている天王台地区は全域停電したが、春

日地区は数秒間の停電後に復旧した。東京キャンパスの停電はなかった。無停電電源装置（UPS）に接続されている情報基盤システムについては、事前の設定に従って、UPS への給電がなくなったことによりシャットダウンプロセスが自動で実施された。それ以外の情報基盤システムのうち、UPS に接続されていて自動実施ができないシステムについては、職員により手動でシャットダウンを行った。UPS に接続されていないシステムについては、停電と同時に強制的に終了された。これにより、すべての情報基盤システムは安全に停止した。また、停電していない、春日地区、東京キャンパス、および遠隔地の拠点の情報インフラ

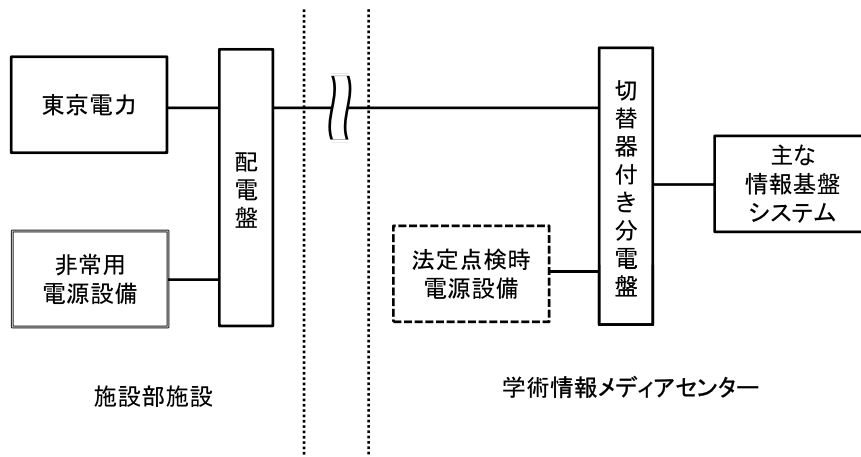


図3 電源システムの概要図

Fig. 3 Overview of the power supply.

は影響を受けていないが、それらの地区等からのインターネットへの接続性は失われた状態となった。以後、本論文では、特に地区の記述がない限り天王台地区のことについて述べている。

なお、当日は春休みであり、センター内の端末室の利用者は少数であった。それらの利用者を含め、センター内部にいた人は全員無事に屋外に退避した。その後、天王台地区では電力の復旧の日処がつかないため、家族安否確認等のために、センター職員はいったん解散となった。

3.2 非常用電源による暫定復旧

3月11日午後5時ごろに本学施設部が管理している非常用電源設備が稼働を開始し、センターへの電源供給が復活した。

施設部管理の非常用電源設備を稼働させる前には、地震の影響で漏水し漏電する可能性のある建物への電力供給をしないように遮断するための作業が必要であった。非常用電源設備が稼働する前に時間を要したのは、このためである。

センターでは、図3に示すように、主な情報基盤システムに電力を共有する分電盤には、施設部からの電源供給と、電源施設の法定点検時に設置する非常用電源設備（図中の点線枠の部分）からの電源供給とを切り替える機能を付けている。しかし、この震災時に稼働した施設部管理の非常用電源設備（図中の二重線枠の部分）は、この分電盤よりも上流の配電盤に接続されているために、センター内の分電盤の切替え機能を使うことができなかった。

3.3 最低限のシステムの選択とそれらの復旧

このとき、停電がいつまで続くか分からない状況であり、かつ、非常用電源設備のための燃料には限りがある。したがって、この電源の復旧は暫定処置であると判断した。この暫定的な電源の復旧時に情報基盤システムに対して求め

られた要件は以下のとおりであった。

- (1) 翌日に実施予定であった入学試験後期日程についての情報をいち早く広報すること。
- (2) 学生宿舎に住んでいる学生を含め、構成員の持ち込みPCをインターネットに接続できる環境を提供すること。
- (3) 学外から学内に送信されるメールについて、紛失を最低限にすること。
- (4) 停電していない拠点のインターネット接続性を復元させること。

上記の条件、要件を満たすために、情報基盤システムの中から最低限稼働させるべきシステムを選択し、復旧させることとした。最低限稼働させるべきシステムとして選択したシステムは以下のとおりであった。

- 大学公式 Web サーバ
- DNS サーバ
- インターネット接続装置
- センター設置のコアスイッチ
- 統一認証システム
- 認証ネットワーク用ゲートウェイ
- メールゲートウェイ
- 遠隔地用 VPN サーバ

図1において、選択した最低限のシステムについては二重線の枠で表している。

要件(1)を実現するために、情報発信のためのコンテンツを管理する大学公式 Web サーバ、および、インターネットから大学公式 Web サーバの名前解決を行うための DNS サーバを稼働させる必要がある。さらに、それらのサーバがインターネットからアクセス可能となるために、図1からも分かるように、それらのサーバとインターネット間にある、センター設置のコアスイッチ、インターネット接続装置も稼働させる必要がある。

要件(2)を実現するために、認証ネットワーク用のゲー

トウェイを稼働させる必要がある。この認証ネットワーク用ゲートウェイには、学内無線 LAN システム用のコントローラ、学生宿舎ネットワーク用の認証スイッチ、認証ネットワーク用のファイアウォール、統一認証システムと接続する RADIUS サーバから構成される。またそのゲートウェイが必要とする認証情報を提供する統一認証システムを稼働させる必要がある。

要件 (3) を実現するために、メールゲートウェイを稼働させる必要がある。このメールゲートウェイは、電源施設の法定点検時や年末年始の休業中に学内部局が運用しているメールサーバが稼働を停止することを想定して、約 1 週間分のメールを一時保管できるだけのスプールを有している。このスプールは学内宛のメールの紛失を防ぐことができるが、利用者が直接このスプールを利用してメールを閲覧することはできない。一方、本学の構成員の大多数が利用しているメールボックスがある全学計算機システムは起動するのに大容量の電力が必要であった。それに対して、メールゲートウェイは少ない電力で稼働できた。そのため、全学計算機システムの稼働は断念し、メールゲートウェイだけを稼働させることを選択した。

要件 (4) を実現するためには、コアスイッチ、インターネット接続装置、遠隔地用の VPN サーバの稼働が必要となる。なお、VPN サーバは SINET 経由のインターネット接続を利用して遠隔地と接続している。

暫定電力の復旧後、上記のとおり、最低限稼働させるべきシステムを選択を行い、それらのシステムの起動作業作業を行い、3月13日午後6時ごろには最低限の状態の本学の情報インフラが復活した。また、これにともない、大学の公式ホームページを利用して、「翌日の入学試験の実施の延期」および「学内ネットワークの大部分の停止」について広報を行った。

学生宿舎では、水道や電力の供給ができなくなったために、電力が供給されている春日地区の大講義室や体育館等が、学生宿舎の入居者等の避難場所となった。避難場所の一部では学内無線 LAN システムが利用可能となっていた。そこで、無線 LAN に接続されるノート PC や携帯電話等の充電環境の維持が重要と考え、センターで廃棄予定であった電源タップを避難者への貸し出し用として避難場所に持ち込んだ。

3.4 センター内部対策会議

センターでは、災害を対象としたマニュアル整備が行われていなかった。そこで、職員間で情報共有をしながら復旧作業を行うことが重要と考え、センター内部での対策会議を開催することとした。第 1 回目対策会議は、3月11日の夜に開催し、今後の対策について検討を行い、次の 2 つの場合についての作業方針を決定した。

- 商用電力供給が再開した場合、各システムの担当者は、

震災による影響を確認しつつ、残りのシステムを速やかに復旧させる。

- 商用電力供給が再開せず、非常用電源施設用の燃料が切れてしまった場合、UPS のバッテリーが切れるまで 3.3 節で述べた最低限の情報インフラを構成するシステムの稼働をし続ける。

また、商用電力供給の再開後速やかに対応するために、この日は 2 人の職員が宿直し、復旧時には職員に連絡する体制を確立した。

3.5 商用電力供給の再開

3月12日午前6時ごろ筑波キャンパス天王台地区への商用電力供給が再開された。これにより、施設部管理の非常用電点設備からの商用電力への切替え作業が行われることになった。この作業により、前日 (3月11日) の夜より稼働していたシステムをいったん停止させた。センターへの電力供給が商用電力に切り替わった後の各システムを再稼働は、当直職員からの呼び出された各システムの担当者が大学に戻ってから行った。最初に、前日より稼働していた最低限のシステムおよびセンター内に設置されている基幹ネットワークシステムのすべてが稼働を再開した。センターの Web サーバが早朝に稼働を再開した。学内向けレンタルサーバについても同日 (3月12日) 昼すぎには稼働を再開した。大規模システムである全学計算機システムについても、同日夜には稼働を再開することができた。

情報基盤システムの稼働状況についてはセンターの Web サーバから情報提供をしたほうがより詳細な情報を的確に提供できるとの判断した。そのため、3月12日の午前中、本学公式ホームページ上で「今後の情報基盤システムの運用状況についてはセンターのホームページ上で広報する」とアナウンスを行った。

前日 (3月11日) の夜にも開催したセンター内部の対策会議を、今後は集まることが出来るセンター職員のみで朝と夕方とに開催することを決定した。

- 次の対策会議までのセンターでの対応の方針
- その時点での各自の役割分担についての確認
- 次の対策会議の開催時刻

また、今後の余震等の対応のために、毎晩 1 人の職員が宿直することとした。

3月12日に天王台地区への商用電力供給が再開されたことにともない、学内ネットワークでは、各建物に設置されているフロアスイッチへの電力供給が再開により情報コンセントでのネットワーク利用が可能になるように、フロアスイッチより上流のシステムをすべて 3月12日の昼までには復旧させた。

3月12日の正午すぎにはフロアスイッチを除くほぼすべての情報基盤システムを通常運用に戻すことができた。

学内の他の建物に関しては電気設備の安全が確認できて

いないため、一部の事情のある部屋等を除いて、建物への電力供給を停止していた。3月13日以降、電気設備の安全が確認できた建物から順に電力供給を再開した。

また、春日地区に避難している人たちが、学生宿舎等へ戻ることができるようになった後は、学生宿舎を除く筑波キャンパスへの入構が制限された。センターでは、インターネット接続環境を失った学生のために、端末室を開放するように対策本部への働きかけを行い、余震時の避難を考慮して人数制限を設けた形での端末室の開放を3月13日から実施した。この制限は、一部の建物では漏水による漏電の発生、ガス漏れの発生等の報告があり、安全性が確認を行うまでは職員以外による入構は危険であると判断したことによる。

3.6 計画停電対策

3月13日午後8時すぎに東京電力が計画停電を実施することが発表された。本学でも情報収集を行い、午後10時すぎに筑波キャンパスが計画エリアに含まれていることが確認できた。施設部の非常用電源を利用するためには供給しない建物に対する通電を遮断する作業が発生するため、その利用が見送られた。午後11時すぎに、翌朝に実施される計画停電に対する体制と対応を以下のように決定し、センターホームページでアナウンスした。

- 計画停電実施時には、公式ホームページおよびセンターホームページが閲覧可能となるための最小限のシステムはUPSのバッテリーがもつ限り運用することとする。
- その他のシステムについては計画停電実施開始時刻前にすべて停止する。

3月14日午前5時までに東京電力から個別に実施するとの連絡等はまったくなかったため、安全のために、計画停電対策のために最低限のシステム以外はすべて停止を行った。しかし、実際には計画停電は実施されなかった。計画停電終了予定時刻以後に、すべてのシステムの復旧作業を開始した。このとき、不要な機器への電源供給をしないようにするために、ブレーカを落とす作業を実施したが、全学計算機システムの一部の装置が利用しているブレーカを誤って落としししまい、またそれに気がつかなかったため、全学計算機システムは起動再開に時間がかかってしまった。

その後の対策会議で、計画停電が長期化することを想定した対応を検討し、情報基盤システムを以下に示す3つのカテゴリに分類し、運用することを決定した。

- 継続稼働。3.3節で述べた最低限稼働させるべきシステム。計画停電が実施されてもUPSのバッテリーがもつ限り運用を継続する。
- 計画停電中のみ停止。学内レンタルサーバ。計画停電の開始予定時刻までに停止し、計画停電の終了予定時刻後に稼働再開する。

- 停止作業および再開作業を午前9時から午後5時の間に実施。全学計算機システム。計画停電の開始に先立つ停止作業、および計画停電後の復帰作業を午前9時から午後5時の間にしか行わないようにし、夕方と早朝に連続して計画停電があるときには、午後5時前に停止処理を行い、その後翌日の午前9時すぎまでは停止状態のままにしておくことにより、起動回数をできる限り減らす。

筑波キャンパスは3月14日夜の計画停電の実施エリアになっていたため、この方針に従い、午後5時前に全学計算機システムを停止し、翌日(3月15日)朝9時に起動させた。その後、東京電力より茨城県は計画停電の対象から除外されるとの発表があったため、それ以降は通常どおり稼働させることとなった。

4. 震災対応の評価

インターネット接続システムの一部であるファイアウォール装置のログを用いて、震災後の対応(14日まで)について評価を行った。なお、震災の停電後、商用電力による供給がされる12日朝までは、ログの記録を行うサーバの運用を停止していた。そのため震災直後(11日午後)から12日朝までの期間については評価できなかった。

ここでの評価は、震災直後に、著者らが情報インフラを継続的に運用する際に検討した以下の点を評価することとした。

- 受験生や学生、教職員に対しての情報提供(学外から学内へのアクセス)
- 学生や教職員に対してのインターネットアクセス環境の提供(学内から学外へのアクセス)

4.1 学外からのアクセス

震災後に学外から学内にどれくらいの数のアクセスがあったのかを調査した。調査対象は11日から14日までの4日間とした。ファイアウォール装置のログに記録されているセッション情報から、学外から学内への情報だけを抽出し、各1時間ごとのセッション総数を計数し、グラフ化した。そのグラフを図4に示す。図4に示すグラフの横軸は時刻を、縦軸はセッション数を表している。

グラフより、震災の前後でピークに大きな変化はないことが分かった。しかし、学内にアクセスした機器の種類ごとで分類をすると特に携帯端末によるアクセスに大きな変化があることが分かった。図4の作成に用いたデータに対して、送信元IPアドレス(学外のIPアドレス)をもとにして、どの携帯電話のキャリアからのアクセスであるかを分類した。それぞれのキャリアごと、かつ各1時間ごとのセッション総数を計数し、グラフ化した。調査対象としたキャリアは、NTTドコモ[3]、au[4]、ソフトバンク[5]とした。また、近年、学生の多くがiPhoneを利

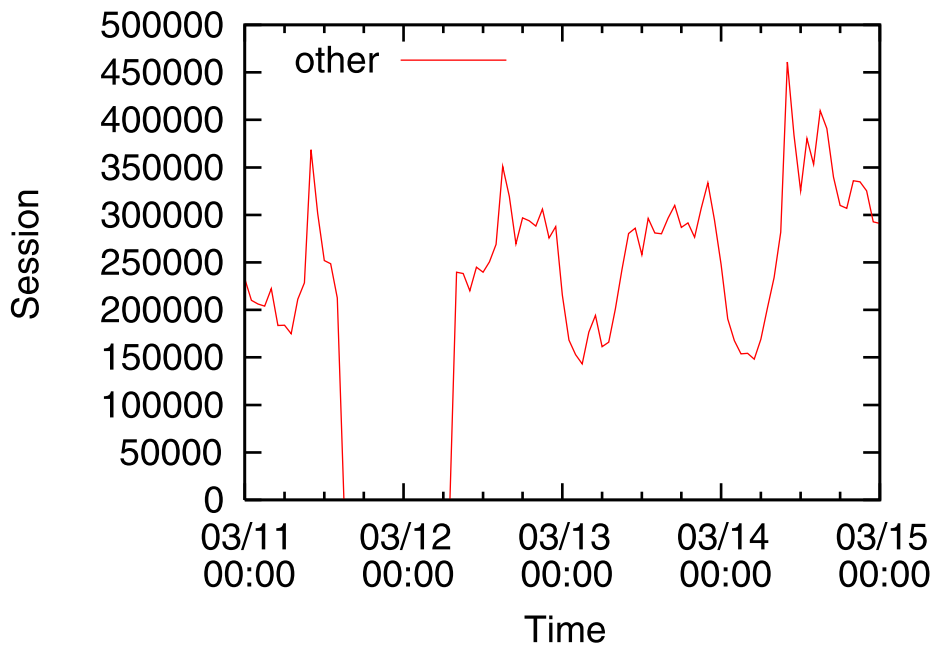


図 4 学外からのアクセス

Fig. 4 Sessions from outside the campus.

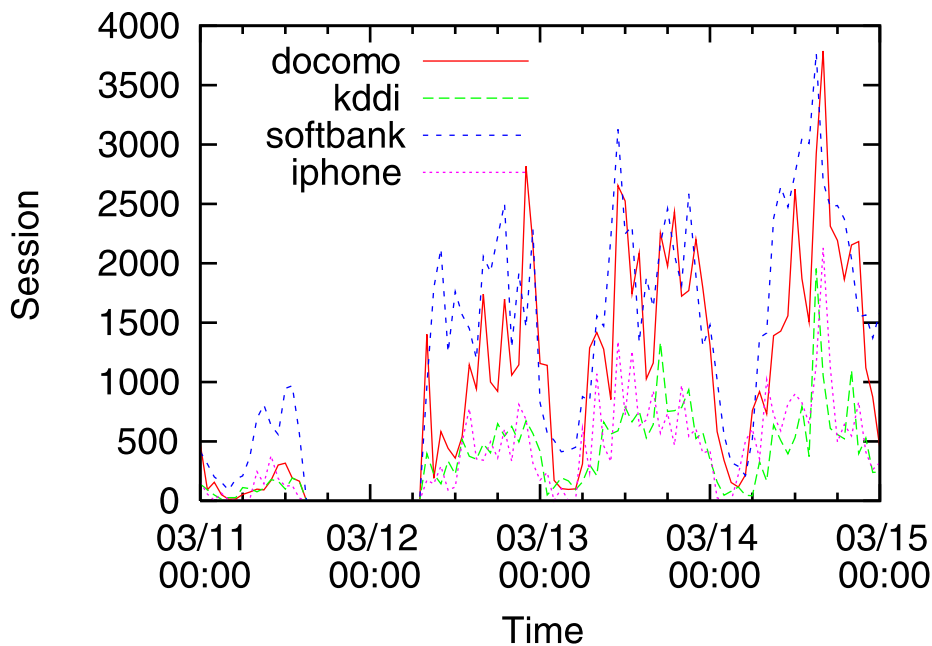


図 5 携帯端末を用いた学外からのアクセス

Fig. 5 Sessions from outside the campus using handyp hones.

用していることからそれらの利用状況を把握するために、当時 iPhone が使えるソフトバンクからの通信については、iPhone からの通信とそれ以外からの通信を分別して統計処理を行った。その結果を図 5 に示す。図 5 に示すグラフの横軸は時刻を、縦軸はセッション数を表している。

結果より、震災前の 11 日午後 2 時までには携帯端末によるアクセスはさほど多くなかったが、震災以後は相当数のアクセスがあったことが分かる。これにより、著者らが行った復旧作業が学外への情報提供環境をいち早く復旧するといった目的を達成していたと評価することができる。

調査対象とした携帯電話のキャリアでは、NTT ドコモ、ソフトバンクからのセッション数が多いことが分かる。

12 日に最も多いアクセス数であったのはソフトバンクであった。この日は 12 日は入学試験が予定されていたことより、その情報を入手しようとする人、すなわち、受験生の多くはソフトバンクを利用している人が多いと推測できる。

13 日に最も多いアクセス数であったのは iPhone であった。13 日以降から在校生向けの情報の発信が行われたことより、その情報を入手しようとする人、すなわち、在校生

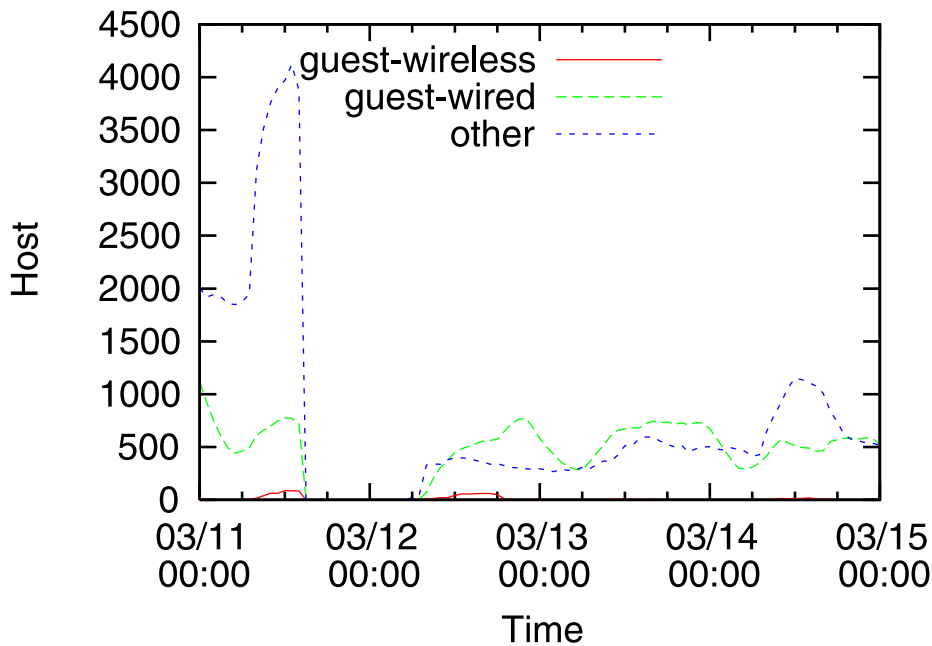


図 6 学内からのアクセス
Fig. 6 Sessions from inside the campus.

への iPhone の普及率は高くなってきていると推測できる。

また、グラフには掲載しなかったが、e-mobile や WILL-COM からのアクセスもあったが、ごく少数であった。また、携帯キャリア以外の IP アドレス帯域からのアクセスの総数は、これらの携帯キャリアの総数の 100 倍程度であった。このことから、情報収集については、携帯端末よりも PC が使われていたことが分かった。

なお、文献 [6] に震災時における日本国内の情報通信の被害状況について、文献 [7] に震災時に日本国民による情報通信の利用状況について、詳しく掲載されている。

4.2 学内からのアクセス

震災後にキャンパスネットワークに接続し、学外のサイトにアクセスしたネットワーク機器がどの程度あったかを調査した。特に、持ち込み PC の接続数と各組織が接続している機器数について調査をした。調査対象は同じく 11 日から 14 日までの 3 日間とした。ファイアウォール装置のログに記録されているセッションの中から学内から学外へ通信したものを抽出し、その送信元 IP アドレス（学内の IP アドレス）をもとに、それらのネットワーク機器が学内無線 LAN システムに接続されたのか、学生宿舎を含む認証ネットワークシステムに接続されたのか、それ以外の組織のネットワークに接続されたものなのかの 3 つに区分した。そして、1 時間ごとかつ、それぞれの区別ごとでの送信元 IP アドレスの出現数を計数した。その結果を図 6 に示す。図 6 に示すグラフの横軸は時刻を、縦軸は IP アドレス数を表している。

震災翌日の 12 日から数多くの PC が認証ネットワークシ

ステムに接続されていることが分かる。このことから、著者らが実施した復旧作業は、学生等のネットワーク接続環境をいち早く提供するという目的を達成できていると評価することができる。また、学内無線 LAN システムについては、12 日には若干接続されていたが、それ以降は接続されていないことが分かる。これは、12 日に避難所として機能している春日地区から、避難者が無線 LAN を利用したものであると思われる。しかしながら 13 日以降については大学全体に入構制限が行われたため、無線 LAN が利用できなくなったためであると考えられる。

14 日には、認証ネットワークシステムの利用が減っているが、認証ネットワークを利用している留学生等の学生が震災のために帰省をしたためではないかと考えられる。その他のネットワークの利用が増えているのは、教職員の多くが認証ネットワークを利用していないことを考えると、復旧作業を始めたからではないかと考えられる。これら 2 つのことから、ネットワークシステムは、利用者が使いたいときまでには情報基盤として活用できる状態になっていたことを表している。

5. 震災を経験しての課題

本学が震災を経験した結果、いろいろな課題に取り組んでいる。

5.1 緊急一斉通報システムの改善

本学では、過去に全国的に問題となったインフルエンザウイルスによるパンデミック対策として緊急一斉メール送信システムを導入している。これは、全学計算機システム

を利用している。具体的には、全学計算機システムの全利用者にメールを送信するものである。構成員に対しては、それらのメールが受け取れるように、携帯電話等に転送設定をするように指導している。しかしながら、今回は、電力不足により、全学計算機システムが稼働できないために、このシステムが利用できなかった。

この問題を解決するため、全学計算機システムの更改の際に、利用者のディスクスペースをメール用とそれ以外用とにハードウェアを分離することとし、メールシステムだけを稼働可能とするように設計した。これにより、少ない電力供給においても、緊急一斉通報システムを稼働させることを可能とした。

近年、サーバシステムは仮想化技術により1台のハードウェア上に多数のシステムが稼働できるようになってきている。全学計算機システムでは多数のサーバシステムが必要であり、仮想化技術によりハードウェアの集約を行っている。しかしながら、全学計算機システムのサーバシステムの中で、3.3節で述べた最低限稼働すべきシステムは、他のサーバシステムが稼働するハードウェアとは異なるハードウェアを準備し、稼働させるように設計し、非常時には余計な電力を消費しないように考慮した。

5.2 無線 LAN の利用改善

4.2節でのべたとおり、震災直後は無線 LAN は有効に機能していたが、アクセス数は他と比較して少ない。停電でアクセスポイント自体の電源供給が行われないこと、途中のフロアスイッチの電源共有が行われことにより、利用できないアクセスポイントが多数あったこともその一因である。電源喪失の際に臨時のアクセスポイントをどこへ設置し、どのように電源を準備するかを事前に検討する必要がある。

また、本学は一般の方の避難場所としても利用されていたため、本学関係者以外でも無線 LAN 機器を持った人が避難していた。しかし、学内無線 LAN システムは認証機能を有効するポリシーで運用しているため、今回のような緊急時に一般に開放することが難しかった。本学が策定した情報セキュリティポリシーでは、このような大規模な震災で大学が地域のための避難所になり、ネットワークが利用されることを想定していない。緊急時に一般の方にネットワークを開放する必要があるならば、上流のネットワークシステムのポリシーとの関連も検討しつつ、可能な範囲での改定をすべきである。なお、著者らの一部では一般の方でも利用可能となるような認証システムの研究にも取り組み始めた。

5.3 ホームページによる情報発信の協力体制

本学からのホームページによる情報発信については主に3つ存在する。

- 本学公式ホームページ：広報戦略室担当
- 携帯用ホームページ（主に受験生用）：アドミッションセンター担当
- センターホームページ（主に情報インフラの運用状況広報用）：センター担当

これらの担当がそれぞれ連携をとらずに独自に情報発信をしているために本学構成員に対して正しく情報を伝えられなかった可能性がある。現在ではスマートフォンが急速に普及し、多種多様な端末が用いられるようになってきた。それら多様な端末に情報を届けられるように様々な情報発信の手段についての検討を行い、一部では運用を開始している。また各組織の協力体制も強化する方法の検討も行っている。

5.4 検討点のまとめと提言

今回、震災を経験し、検討した点は、大学の情報基盤システムとして最低限必要なシステム、すなわち、常時稼働しなければならないシステムは何であるか、という点である。本学では、情報発信を続けることが重要と考え、Webサーバ、DNSサーバ、および、それらのサーバがインターネットへアクセスするために必要となるネットワーク装置についての運用をいかに継続するかを考えた。これらのシステムは全体のシステムの一部であることが多いため、限られた電源供給量の中で限りなく長く運用できるように、できる限りシステムを分割しても起動できるようにシステム構成要素の依存性をなくすこと、最低限の機能を実現する要素を別筐体にする、電源システムを整理すること等、システム設計時から検討しておくことも重要である。また、最低限のシステムだけの運用に移行するための運用手順を整備したり、その手順による移行の訓練を行ったりすることも重要である。

本学では、インターネットとの接続は、SINET とつづば WAN という2つの学術ネットワークと BGP 接続している。それらとの接続拠点は同じ市内にあるため、物理的な回線の冗長化については検討していない。しかしながら都道府県が異なる地域にキャンパスが複数あるという利点を生かし、文献 [1] を参考にして回線の冗長化を行うことを検討しておく必要がある。

また、大学には、震災時には地域住民の避難場所になるため、避難者のための情報基盤の提供のあり方についても検討を進めておく必要がある。これらを実施する際には、大学のセキュリティポリシーの変更が必要になる場合もある。

さらに、大人数が安心して使える安否確認システム [2] は大変重要であるが、被害者の状況を考えて、より少ない手順で多くの人に安否情報を伝えられるシステムの開発も必要である。

6. おわりに

東日本大震災を受けた筑波大学では、その後の電源喪失にともない、情報基盤システムが運用できない状況を体験した。その際に、限られた電源供給の中で、どの情報基盤システムを運用すべきかという選択を行う経験をした。筑波大学では、情報発信を続けることを最優先課題として、運用継続できるシステムを選択した。また、その選択の過程において、現在のシステムの構成要素は複雑な依存関係があり、容易に選択できないことも分かった。非常時にどのようなことを優先課題とするのかについては、平常時から検討し、最低限の機能の運用継続性を考慮したシステム設計も必要であることを認識した。また、大学は地域住民の避難場所になることから、避難者の情報インフラを提供するために、学内のセキュリティポリシーを見直す必要性も感じた。これらの経験が、大学等の情報基盤システムの設計や、災害対策の策定の参考になることを願う。

参考文献

- [1] 伊藤智博, 高野勝美, 田島靖久, 吉田浩司: 災害時に備えた分散キャンパスによる情報基盤の整備, 学術情報処理研究, No.15, ISSN 1343-2915, pp.5-11 (2011).
- [2] 越後博之, 湯瀬裕昭, 干川剛史, 沢野伸浩, 高畑一夫, 柴田義孝: 大規模分散環境におけるロバストネスを考慮した広域災害情報共有システム, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.7, pp.2340-2350 (2007).
- [3] NTT DOCOMO: iモードセンタのIPアドレス帯域, available from <http://www.nttdocomo.co.jp/service/imode/make/content/ip/index.html> (accessed 2011-06-20).
- [4] KDDI: IPアドレス帯域, available from http://www.au.kddi.com/ezfactory/tec/spec/ezsava_ip.html (accessed 2011-06-20).
- [5] SOFTBANK MOBILE: ゲートウェイのIPアドレス帯域について, available from http://creation.mb.softbank.jp/web/web_ip.html (accessed 2011-06-20).
- [6] 総務省 (編): 第一部 東日本大震災における情報通信の状況, 平成 23 年「情報通信に関する現状報告」(平成 23 年版情報通信白書), pp.2-26 (2011).
- [7] 総務省 (編): 第 3 章 大震災からの教訓と ICT の役割, 平成 24 年「情報通信に関する現状報告」(平成 24 年版情報通信白書), pp.255-295 (2012).



佐藤 聡 (正会員)

1996 年筑波大学大学院工学研究科単位取得退学。同年広島市立大学情報科学部助手。2001 年筑波大学システム情報工学研究科講師。現在, 同大学学術情報メディアセンター勤務。博士(工学)。キャンパスネットワークの企

画管理運用, ネットワークデータベース, 言語処理等の研究に従事。電子情報通信学会, ACM-SIGMOD-JAPN 各会員。



杉木 章義 (正会員)

2002 年電気通信大学情報工学科卒業。2004 年同大学大学院情報工学専攻博士前期課程修了。2007 年同博士後期課程修了。博士(工学)。2007 年科学技術振興機構 CREST 研究員, 2009 年筑波大学システム情報工学研究科助教。分散システム, オペレーティングシステムの研究に従事。2009 年度山下記念賞受賞。日本ソフトウェア科学会, ACM, IEEE-CS, USENIX 各会員。



陳 漢雄 (正会員)

1993 年筑波大学大学院工学研究科修了。同年同大学電子・情報工学系助手。2001 年同大学電子・情報工学系講師。現在, 同大学大学院システム情報系・電子情報工学域講師。博士(工学)。



古瀬 一隆 (正会員)

1993 年筑波大学大学院工学研究科修了。(株)リコーソフトウェア研究所勤務, 茨城大学工学部情報工学科助手を経て, 現在, 筑波大学システム情報系講師。データベースシステムにおける問合せ処理, Web を対象としたリンク解析手法に興味を持つ。博士(工学)。



片岸 一起 (正会員)

1987 年筑波大学大学院工学研究科修了。工学博士。同年 4 月国際電信電話(株)入社。以来, 音声認識システム, ネットワーク・セキュリティ・システム等の実用化研究に従事。1990~1993 年 ATR 自動翻訳電話研究所へ出向。1999 年筑波大学電子・情報工学系助教授。現在, 同大学大学院システム情報工学研究科リスク工学専攻, 情報環境機構学術情報メディアセンター准教授。超函数論的アプローチによるポストシャノンとしてのフルーエンシ理論とコンテンツ志向の世代ネットワークの設計・評価に関する研究に従事。



中井 央 (正会員)

筑波大学第三学群情報学類卒業。同大学大学院工学研究科修了(博士(工学))。1997年10月図書館情報大学助手, 2001年8月同総合情報処理センター講師, 2002年8月同助教授, 2002年10月の筑波大学との統合により, 筑波大学図書館情報メディア研究科助教授(学術情報メディアセンター勤務)。日本ソフトウェア科学会, ACM, ACM-SIGMOD-JAPAN 各会員。



和田 耕一 (正会員)

1984年神戸大学大学院自然科学研究科博士課程修了。同年神戸大学大学院助手自然科学研究科。1987年筑波大学講師電子・情報工学系。助教授を経て1999年教授, ならびに2010年より情報環境機構学術情報メディアセンター長, 現在に至る。この間カナダ, ビクトリア大学客員研究員。並列分散処理とアーキテクチャ, 並列シミュレーション, マルチメディア情報処理に関する研究に従事。学術博士。電子情報通信学会, IEEE, ACM 各会員。



嵯川 友宏

1995年筑波大学自然学類卒業。学部在学中に福祉機器に関心を持ち, 情報学類に通ってハードウェアやアルゴリズムを学ぶ。大学院より情報分野に転身。2000年同大学大学院工学研究科修了。同年静岡大学情報学部に助手として着任。2012年より筑波大学に勤務。パーソナルインタフェースを中心とした機器連携によるアクセシビリティ向上の研究に従事。



前田 敦司 (正会員)

1994年慶應義塾大学大学院理工学研究科数理科学専攻単位取得退学。博士(工学)(慶應義塾大学1997年)。電気通信大学大学院助手, 筑波大学講師, 筑波大学大学院助教授を経て, 現在, 筑波大学大学院システム情報工学研究科准教授。システムプログラム, プログラミング言語の実装, ガーベッジコレクション等に興味を持つ。日本ソフトウェア科学会, ACM 各会員。