

情報集配信の高度化に対応した次期系統運用関係情報システム

New Advanced-Broadband Information Service (A-Bis) Meeting Sophisticated Information Collection and Distribution Needs

青木 友理 AOKI Yuri 上月 涼平 KOZUKI Ryohei 白水 一三 SHIRAMIZU Kazumi

近年、自然災害による停電が頻繁に発生するようになり、電力会社には電力系統の事故情報を迅速かつ正確に提供することが求められている。これを受けて関西電力(株)では、系統事故の情報を各所に配信する、東芝製の系統運用関係情報システム(A-Bis: Advanced-Broadband Information Service)の運用を2003年から開始し、迅速な事故情報の開示を進めてきた。しかし、この既設A-Bisは、運用開始から10年以上が経過しシステム構成部品が多いことから、維持コストの増大が懸念されていた。また、今後、発送電分離への対応が必要になり、ユーザー数や配信データ量が年々増加していくことが想定されるため、保守性・拡張性が高い柔軟なシステムへのリプレースが求められていた。

東芝エネルギーシステムズ(株)は、これらのニーズに応えるため、長期間にわたる安定運用を可能にする次期A-Bisを開発し、2019年4月に既設A-Bisをリプレースした。開発した次期A-Bisは、長期保守が可能な産業用サーバーと仮想化技術を適用したシステム構成を採用することで、システムの保守性・拡張性、及び情報集配信性能の向上を図るとともに、顧客ニーズにも柔軟に対応することができる。

With the increase in blackouts caused by natural disasters in recent years in Japan, rapid and accurate provision of information from power companies on the occurrence of power system accidents is essential for the administration of local municipalities and residents' lives. The Kansai Electric Power Co., Inc. (KEPCO) has been making efforts to rapidly disclose information on power system accidents in its service area through the Advanced-Broadband Information Service (A-Bis) developed by Toshiba, in which emails on power system accidents are distributed to each related location, since the system commenced operation in 2003. However, as several problems were encountered with the system such as high maintenance costs because of its large number of parts and difficulties with scalability to the increasing number of users and amount of information to be processed, the need arose for its replacement by a new system that could improve maintainability and scalability.

In response, Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation developed a new A-Bis system with the capability to respond more flexibly to customers' requirements as well as improved maintainability, scalability, and information collection and distribution performance, applying a system configuration composed of industrial servers that can be used for a prolonged period and virtualization technologies. KEPCO's existing A-Bis system was replaced by the new A-Bis system in April 2019.

1. まえがき

今や電気は、人々の生活に欠かせないものとなっている。しかし、近年、自然災害などによる停電が頻繁に発生しており、電力会社には系統事故の情報を迅速かつ正確に提供することが求められている。

関西電力(株)は、各給電制御所の事故情報を一元化するため、東芝製A-Bisの運用を2003年から開始し、他社製の停電情報共有システム(災害時の情報共有・配信が目的)とともに、管内で発生した事故情報を社内外へ配信することで、迅速な事故情報の開示に貢献してきた。しかし、この既設A-Bisは、運用開始から10年以上が経過し保守費用の増大が懸念されていた。また、今後、配電系統事故の検出及び対処を自動化することで停電時間の短縮や停電

範囲の極小化を図る、配電自動化システムとの連携が見込まれるとともに、2020年4月に予定されている発送電分離やそれ以降の電力システム改革についても対応する必要がある。したがって、今後のユーザー数・配信データ量の増加などを見込んだ、拡張性の高い、柔軟なシステムの構築が求められていた。

東芝エネルギーシステムズ(株)は、これらのニーズに応じて次期A-Bisを開発し、2019年4月に既設A-Bisとのリプレースを行った。開発した次期A-Bisのデータフローを図1に示す。今回のシステムリプレースでは、長期保守が可能な産業用サーバーと仮想化技術を適用したシステム構成を採用することで、システムの保守性・拡張性、及び情報集配信性能の向上を実現した。また、これまで既設A-Bisを運用していく中で得られた顧客ニーズを反映した新

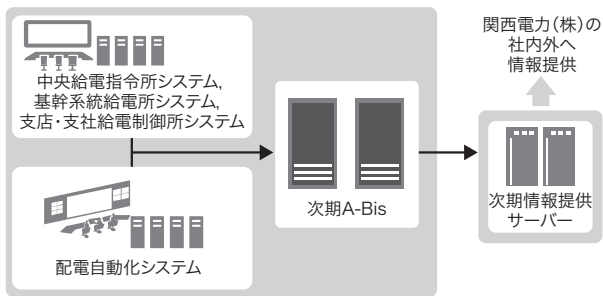


図1. 次期A-Bisのデータフロー

今後の配電自動化システムとの連携を見込み、拡張性の高い柔軟なシステムにするとともに、操作性の更なる向上や機能の充実を図った。

Data flow of new A-Bis system

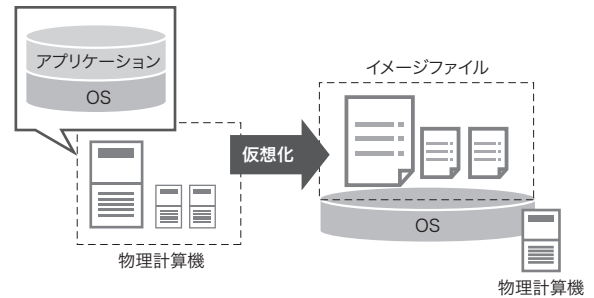


図2. サーバーの仮想化

次期A-Bisではサーバーを仮想化し、1台の物理計算機に複数のサーバーを配置できる構成を採用した。

Server virtualization

機能も次期A-Bisに実装し、操作性の更なる向上や機能の充実を図った。

ここでは、開発した次期A-Bisのシステム構成、及び実装した機能について述べる。

2. 次期A-Bisのシステム構成

既設A-Bisでは、10年以上にわたる運用過程において、連携システムの追加や連携データの増加が発生する度に、サーバーの追加や演算リソースの増強を行ってきた。このため、新規ハードウェアの導入コストや維持費の増加など、初期導入コストだけでなく運用過程でもコスト増を招いていた。一方、次期A-Bisにも、長期間の運用と、その過程において送電分離などの将来的な法的分離への対応や連携データ量の増加などの機能増強が想定されることから、これらに柔軟に対応可能なシステム構成が求められている。

これらを踏まえ、次期A-Bisではサーバーの仮想化技術を適用し、大規模な構成変更をすることなく機能増強に対応できる、拡張性の高いシステム構成を採用した。また、システム運用期間の長期保守性を考慮して、システムを構成するサーバーには、長期保守が可能な産業用サーバーを採用した。以下に、次期A-Bisのシステム構成について説明する。

2.1 サーバーの仮想化

既設A-Bisで、Webサーバーや、データベースサーバー、地図サーバーなどは、機能ごとに分離して物理的に独立した構成であった。この構成は、コストパフォーマンスの高い汎用サーバーを利用でき、機能ごとに効率的に処理できるという利点がある。しかし、機能拡張で機能が増えるごとに物理サーバーの追加が必要で、台数が増加していくため、システムの保守性・拡張性の向上に課題があった。

そこで、これらの課題をサーバーの仮想化で解決した。

これは、1台の物理計算機の演算リソースを分割して利用することで、複数の仮想的なサーバーがあたかも独立して動作しているかのように見せる技術である。

サーバーの仮想化のイメージを図2に示す。サーバーを仮想化することにより、機能増強の際には物理計算機の演算リソースを活用することで、効率的なサーバー追加が可能となる。導入コストや保守・運用管理を考慮すると、機能追加が想定されるシステムに対しては、物理計算機の台数を増やすことなく、現在の演算リソースを有効活用することが望ましい。そのため、次期A-Bisではサーバーを仮想化し、1台の物理計算機に複数のサーバーを配置可能な構成とした。また、仮想サーバー(仮想計算機)は、物理計算機上のOS(基本ソフトウェア)からは、OSとアプリケーションをまとめたイメージファイルとして管理されている。そのため、物理計算機のリプレース時には、仮想サーバーのイメージファイルを新しい物理計算機に移し替えるだけでよく、新たにサーバーを構築したり、最新のOSに対応するための改造を行ったりするなどの、ソフトウェアの大規模な改造作業を避けることができる。次期A-Bisでは、機能集約と最適なサーバー構成・配置の手法を検討した結果、これまで物理計算機9台で構成されていた既設A-Bisに対して、物理計算機を3台にまで集約できた。

2.2 ストレージの共有化

今回開発した次期A-Bisでは、長期間のシステム運用における機能増強やメンテナンス作業を想定し、産業用サーバーとストレージの共有化を組み合わせることで拡張性と保守性を持つシステム構成とした。近年、監視制御システムでは、サーバーの仮想化技術の適用が進んでいるが、一般にサーバーの台数削減が目的で、ディスクのイメージファイルは、処理性能などの観点から、それぞれの物理計算機内に配置している。一方、次期A-Bisでは、仮想サーバーのイメー

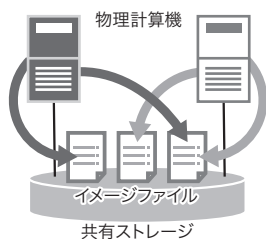


図3. ストレージの共有化

共有ストレージ上に仮想サーバーのイメージファイルを配置し、ネットワークで接続された各物理計算機からアクセスできるようにし、どの計算機からでも任意の仮想サーバーを立ち上げられるようにした。

Storage sharing

ジファイルを共有ストレージ上に配置している。

図3にストレージ共有化の構成を示す。共有ストレージ上に仮想サーバーのイメージファイルを配置することで、ネットワークで接続された各物理計算機からアクセスすることができ、どの物理計算機からでも任意の仮想サーバーを立ち上げることができる。この構成により、物理計算機の故障発生時も、仮想サーバーを正常に稼働している物理計算機へ再配置することで運用継続が可能となり、信頼性の高い保守性を実現した。更に拡張性においても、追加するサーバーに対して、物理計算機に仮想サーバーを再配置することで演算リソースの拡張ができ、また、演算リソースの増強対象の物理計算機から一時的に仮想サーバーを退避させることで、システム運用を継続しながら、対象となる物理計算

機に演算リソースを増強できるなど、高い拡張性を備えている。これらにより、仮想サーバーと物理サーバーを独立して運用・管理することが可能になった。

この構成を実現するため、長期保守が可能な産業用サーバーをベースとした共有ストレージに対し、性能チューニングを行った。これにより、長期間にわたるハードウェアの部品供給や運用期間中の機能増強を可能とし、運転開始後10年間にわたってシステム運用を継続できる、保守性・拡張性の高いシステムを構築した。

3. 次期A-Bisの機能

次期A-Bisは、各支店に設置されている監視制御システムで扱う電力系統について、系統事故の情報を全社規模で集約し、Web化して関西電力(株)の社内外に情報提供を行うシステムである。主な機能について、以下に説明する。

3.1 既設A-Bisから踏襲した機能

次期A-Bisでは、ログイン後に図4に示すホーム画面が表示される。ホーム画面では、関西電力(株)で全社的に必要となる情報をピックアップ表示しており、この画面から詳細情報の画面に接続して必要な情報を取得できる。また、中央には、関西電力(株)管内の全域図を表示し、事故が発生したエリアを異なる色で表示しているだけでなく、エリアの地図をクリックすることで、参照したい給電制御所の、系統事故情報の一覧画面に遷移できる。このように、オペレーション全体を見直して、操作性を向上させた。

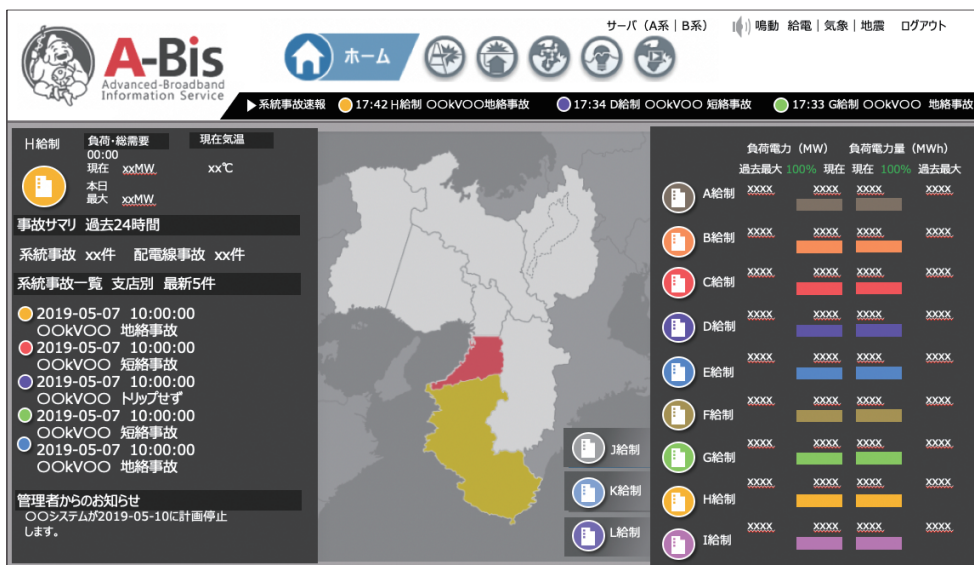


図4. ホーム画面の例

全社的に必要となる情報をピックアップ表示しており、この画面から運用者が参照したい詳細画面に遷移できる。

Example of top screen of new A-Bis display

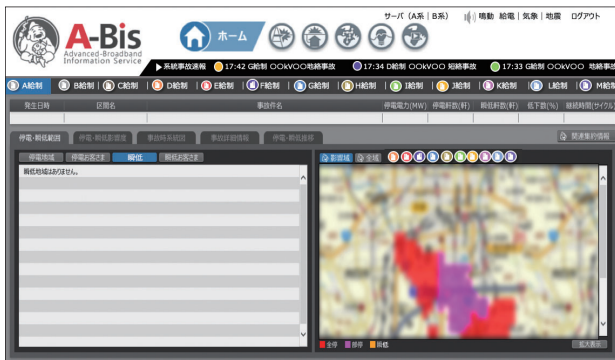


図5. 事故時エリア図の例

停電地域を事故時エリア図上に表示することで、視覚的に停電範囲を把握できる。

Example of area screen at time of accident

ホーム画面から遷移可能な五つの画面は、以下のとおりである。

- (1) 系統事故情報 全社集約、全支店、中央給電指令所・基幹系統給電所、給電制御所の各条件で、系統事故情報の一覧を確認できる。

また、事故件名をクリックして表示される停電・瞬低（瞬時電圧低下）範囲のタブでは、図5に示すように、停電地域を、テキスト及び事故時エリア図に表示（地図上に、全停（全域停電）、部停（部分停電）、瞬低を表示）する。

- (2) 配電線事故情報 給電制御所ごとの、発生した配電線事故の発生日時、発生電気所、遮断器などの機器の動作情報（6分間で集約したもの）を表示し、管轄エリア内の配電線事故に伴う顧客への影響を把握できる。

- (3) 現在系統情報 現在系統図や、停電電力推移と停電軒数のグラフ・マップ表示により、管轄エリア内の系統情報を確認できる。

- (4) 支店負荷曲線 給電制御所ごとの、当日、前日、選択日（夏季日量最大日、夏季1h最大日、冬季日量最大日、冬季1h最大日）の電力量をグラフ表示できる。

- (5) 事故集約情報 それぞれの給電制御所から配信された事故件名を発生時刻で集約し、台風などで事故が多発する場合に、停電などの推移を確認できる。

3.2 次期 A-Bis での新機能

既設 A-Bis の運用の中で得られた顧客からのニーズに基づいて、次期 A-Bis に新機能を実装することで、更なる運用業務の効率化と操作性の向上を実現した。新機能の概要を以下に述べる。

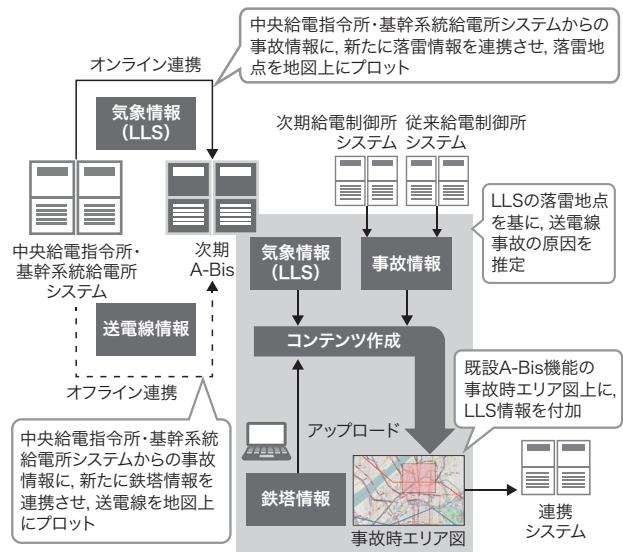


図6. LLSとの連携機能の処理フロー

LLSからの落雷情報と、送電線情報からの鉄塔情報を連携させて、事故時エリア図上に落雷地点と送電線をプロットできるようにした。

Flow of processes of function for cooperation with lightning location system (LLS)

3.2.1 LLS連携機能

落雷による送電線事故の原因を判定したいというニーズから、送電線事故と落雷の関連を自動判定する LLS (Lightning Location System：落雷位置標定システム) 連携機能を実装した。LLS連携機能の処理フローを図6に示す。LLSからの落雷情報、及び送電線情報からの鉄塔情報を連携させ、既設 A-Bis からの機能である事故時エリア図上に新たに落雷地点と送電線をプロットする。また、LLSの落雷地点を基に、判断条件に該当した場合、送電線事故の原因（推定）を“雷”と判断する。

3.2.2 事故編集機能

既設 A-Bis では、給電制御所から受信した系統事故、配電線事故について、給電制御所システムで事故情報の編集・再配信を行っていた。これに対し、次期 A-Bis では、A-Bis 側でも事故情報の編集・再配信を可能とする事故編集機能を導入した。これにより、更なる業務の効率化と、正確かつ迅速な情報提供を実現した。

3.2.3 フリーフォーマットメールとテストメールの配信機能

これまでは、既設 A-Bis から関西電力（株）の社内外に対し、事故発生時に所定のメールを送信していたが、今後のユーザー数の増加などに柔軟に対応するため、フリーフォーマットメールとテストメールの配信機能を導入した。この機能のイメージを図7に示す。

フリーフォーマットメールは、制限文字数以内でメール件

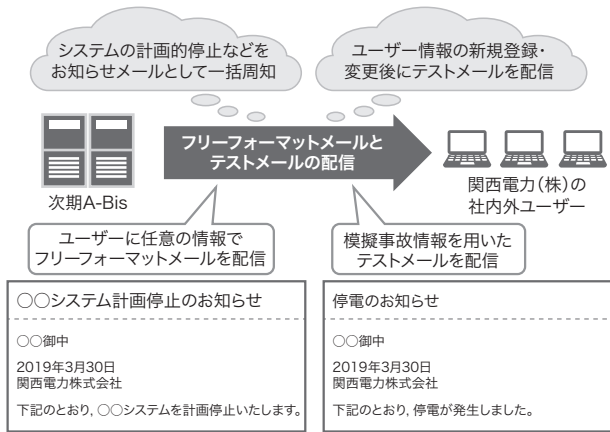


図7. フリーフォーマットメールとテストメールの配信機能

今後のユーザー数の増加などに柔軟に対応するため、新たにフリーフォーマットメールや模擬事故情報を用いたテストメールの配信機能を実装した。

Function for distribution of free-format and test emails

名、メール本文を自由に入力し、任意のユーザーに配信できる。テストメールは、模擬事故情報を用いたテストメール配信を行える。

4. あとがき

次期A-Bisでは、長期保守が可能な産業用サーバーと仮想化技術の採用による保守性・拡張性の向上に加え、更なる顧客ニーズへの対応を図るため、柔軟性の高い情報提供システムを構築した。

今後、2018年に発生した台風21号のような大型台風や、将来発生する可能性があると言われている南海トラフ地震などの大規模災害時にも信頼性の高い情報提供を行えるように備えていくとともに、発送電分離や情報集配信の自動化などにも柔軟に対応していく。

また、次のステップとして、配電自動化システムとの連携や、停電情報共有システムとの機能統合なども行っていくことで、系統事故、配電線事故の情報一元化を図り、更なる情報共有や配信データの精度向上を目指していく。



青木 友理 AOKI Yuri
東芝エネルギーシステムズ(株)
グリッド・アグリゲーション事業部
電力系統システム技術部
Toshiba Energy Systems & Solutions Corp.



上月 涼平 KOZUKI Ryohei
東芝エネルギーシステムズ(株)
グリッド・アグリゲーション事業部
電力系統システム部
Toshiba Energy Systems & Solutions Corp.



白水 一三 SHIRAMIZU Kazumi
東芝エネルギーシステムズ(株)
グリッド・アグリゲーション事業部
電力系統システム部
Toshiba Energy Systems & Solutions Corp.