

EDgrid (E-Defense Grid) の実運用に向けたデータモデルの開発

Development of a data model of the EDgrid (E-Defense Grid) for its actual operation

室蘭工業大学工学部建設システム工学科

正会員 矢吹信喜 (Nobuyoshi Yabuki)

室蘭工業大学大学院建設システム工学専攻

○学生員 吉田善博 (Yoshihiro Yoshida)

1. はじめに

EDgrid は、米国の NEESgrid から刺激を受けて、日本で E-ディフェンス (E-Defense) のために構築する grid 技術等の最新の IT 技術を駆使したサイバーインフラストラクチャである。NEES¹⁾は George E. Brown, Jr. Network for Earthquake Engineering Simulation の略であり、地震に関する研究のさらなる高度化を目的に作られた米国における地震工学に関する実験的研究及び教育に関する次世代ネットワーク資源である。E-Defense²⁾は、独立行政法人防災科学研究所が兵庫県三木市に建設した世界最大の実大三次元震動破壊実験施設で 2005 年に完成し、既にいくつかの実物大の模型を使った実験が実施されている。E-Defense には、960 個のセンサ、27 台のカメラ、2 台の HD (High-Definition) カメラがあり、1 回の震動台実験で莫大な量のデータが生成される。データは EDgridDAQ (DataAcquisition) によって取り込まれ、リポジトリ (貯蔵庫) に蓄えられる。その後、E-Defense で定められたデータフォーマットに変換され、データチェックの後、EDgrid のセントラルリポジトリに永久的に保存される。E-Defense では大型震動台を利用して得られる貴重な実験データを各プロジェクト参加関係者のみの狭い範囲で利用するのではなく、実験終了後の一定期間後には、他の地震工学研究者らに公開することになっている。また、NEESgrid と EDgrid では互いに実験データを公開しあう契約を交わしてある。

筆者らは、2005 年 4 月から EDgrid 開発グループ (グループ長: 三田彰慶 応義塾大学教授) の一員として、EDgrid データベースのためのデータモデルの開発を行った。開発においては、正確でわかりやすく、検索しやすい形でデータを貯蔵し、将来の各種の拡張に対しても柔軟に対応出来るように、イベントに基づくデータモデルを採用した。開発した EDgrid のデータモデルについては文献^{3), 4), 5)}で紹介しているので、本論では、その後修正された EDgrid のデータモデルと実装について報告する。

2. NEES のデータモデル

NEES は、全米に広がる 15 個の実験施設、共同で利用出来るツール類、中央データリポジトリ、及び地震シミュレーションソフトウェアによって構成される。NEES の最終目的は、全米各地に散らばる NEES の地震工学に関する実験施設と実験データへ地震工学研究者らが自由にアクセスして、実験装置を遠隔から制御したり、実験データを閲覧したりすることである。NEESgrid とは、NEES における施設やツール等を結ぶサイバーイン

フラストラクチャのことである。

以前、NEESgrid のデータモデルの開発はスタンフォード大学の Law 教授らが中心になって行われていた^{6), 7)}。しかし、2004 年に NEES の本拠地がイリノイからサンディエゴに変わったことに伴って、体制が大きく変わり、データモデルの開発も NEES の IT 関連技術の開発組織である NEESit (it は information technology の略) が中心になって行われることとなった。その為、Law らのモデルをベースにしながらも、新たなデータモデルの設計が行われている。最新の NEES のデータモデルは文献⁸⁾を参照されたい。このデータモデルは、NEES の各施設で行われる実験の内、遠心載荷実験のデータをベースとして開発されたリレーショナルモデルである。このデータモデルは、比較的詳細なデータ管理を行うことが出来るように設計されており、システムユーザは NEES にアクセスすることによって、各実験において使用された材料の特性や装置の配置情報等のデータを得ることが出来る。NEESit では現在、このデータモデルを他の実験データにも対応可能とする為に、データモデルの拡張方法に関して地震工学研究者から意見を求めている。

将来 EDgrid と NEESgrid のデータは互いに公開・共有されるということから、両データモデルには親和性が要求される。その為、EDgrid 開発グループでは NEES と国際協調しながらデータモデルの開発を進めている。

3. EDgrid のデータモデルの修正

前述のように、本研究においては NEES と互いに意見・情報交換を行いながら EDgrid のデータモデルの開発を進めてきた。また、NEESgrid と EDgrid が将来ネットワーク上で連動することになっている為、NEES と同様にリレーショナルデータモデルの概念に基づいてデータモデルの開発を進めてきた。しかし、NEES のデータモデルはやや複雑で汎用性を重視している為、開発に長い期間が必要であると判断された。EDgrid は 2007 年 4 月に実運用する為、2005 年度には図-1 のようなイベントに基づくデータモデルを開発した。図-1 のデータモデルにおいては、リレーショナルデータモデルの開発への新たなアプローチとしてイベントという概念を取り入れた。このイベントという概念に基づくデータモデルは、NEES と EDgrid の共同研究の中で提案されたもので、震動台実験における各データを格納する為のテーブルをモデル中心に配置したイベントテーブルによって連結させるモデルである。このデータモデルの特徴は、各テーブル間の複雑なリレーションシップを完全に排除

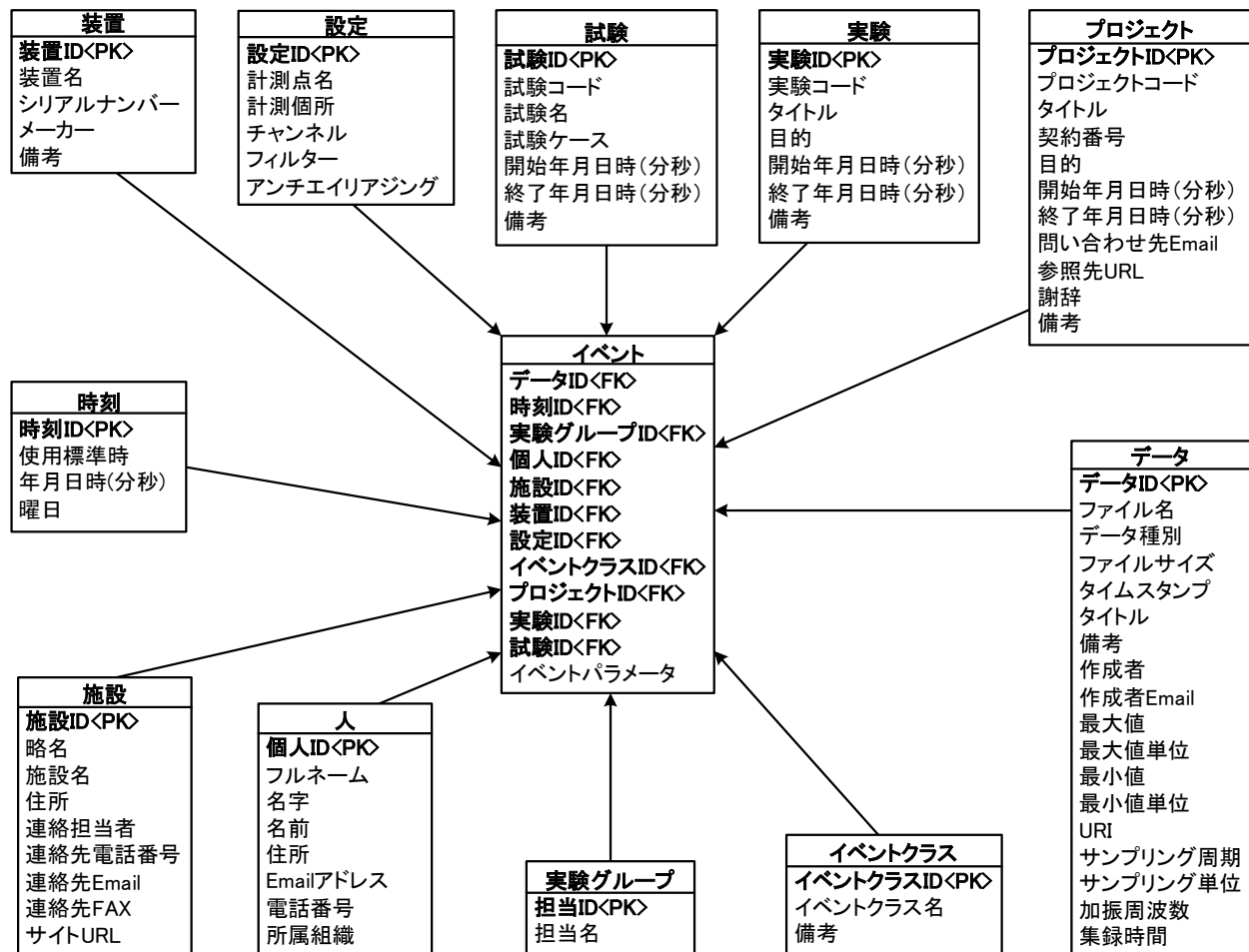


図-1 EDgrid の旧データモデル (2006年2月現在)

し、テーブル構造を単純な2階層とした点であり、もし将来データモデルに何らかの変更の必要が生じた場合でも柔軟に対応することが可能である。

EDgrid 開発グループでは、図-1に示したデータモデルの開発後も EDgrid の実運用に向けデータモデルの修正を行っている。データモデルの修正は、EDgrid 開発グループの内部関係者だけでなく、E-Defense の研究者等や NEESit の意見も取り入れながら行っている。最新の EDgrid のデータモデルの図を図-2に示す。また、図-1のデータモデルから図-2のデータモデルへの修正経緯として、図-1のデータモデルの問題点と変更点について次に示す。

(1) データの修正への対応方法の変更

リポジトリに格納されているデータに対して、変更を行った場合の履歴管理に関する問題点について修正を行った。以前の EDgrid のデータモデル（以下旧モデル）においては、リポジトリに格納されているデータに対して削除等の変更があった場合に、履歴管理は時刻テーブルとイベントクラステーブル及びイベントテーブルを用いて行うこととしていた。図-3に示すように、時刻テーブルを使用することでデータの前後関係を把握することができ、イベントクラステーブルを使用することでデータに対して行った変更の内容（更新・削除）を分類することが出来る。旧モデルにおいては、この時刻テ-

ブルとイベントクラステーブルの各 ID をイベントテーブル内でリンクさせることで履歴管理を行うこととしていたが、この手法ではクエリが複雑になり、イベントテーブル内のデータの増加に伴ってパフォーマンスに影響を及ぼす可能性が懸念された。そこで、イベントテーブルに「イベント ID」と「イベントステータス ID」という属性を追加した。この2つの属性を追加することによって、図-4に示すようにクエリが複雑になるのを防ぎ、また、イベント ID 属性がインデックスの役割を果たすので、旧モデルにおいて懸念されたパフォーマンスへの影響を解消することが出来る。

(2) バージョンテーブルの追加

旧モデルにおいては、将来データモデルを修正した場合に、管理されているデータが新旧どちらのデータモデルに従って管理されているのか分からなかった。今後 EDgrid を運用していく上では、データモデルに問題が発見され新たにデータモデルを修正する必要が出てくることも考えられる。このような場合、古いバージョンと新しいバージョンのデータモデルによるデータ管理には差異が生ずることになるが、旧モデルにおいてはそのデータを管理するテーブルが存在していなかった。そこで、バージョンを管理する「バージョン」というテーブルを新たに追加し、このテーブルを使って以前の EDgrid のデータモデルでは不可能であったデータモデルのバージ-

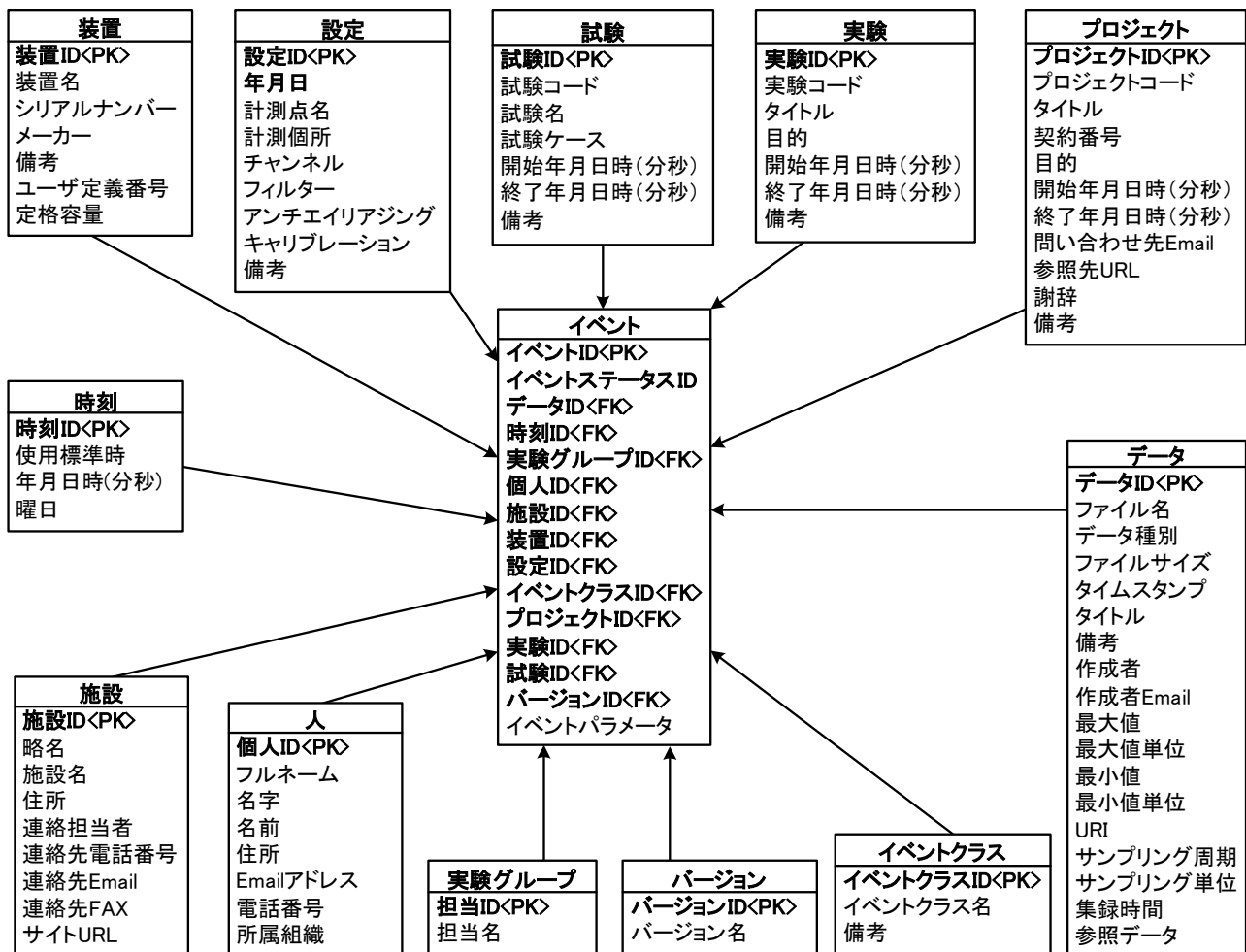


図-2 EDgrid の現在のデータモデル (2006 年 12 月現在)

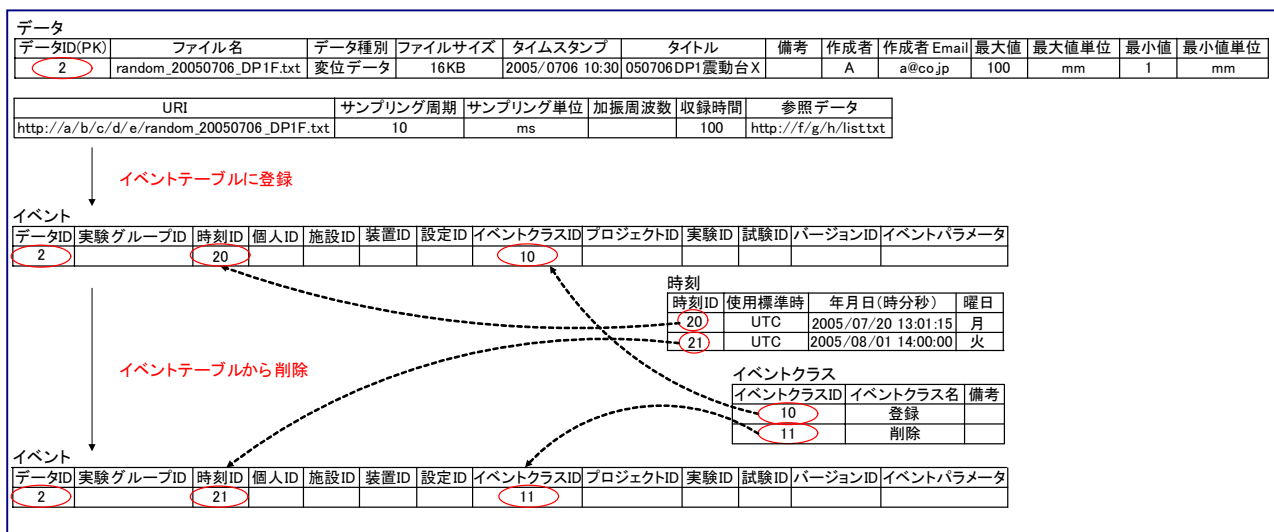


図-3 EDgrid の旧データモデルによる履歴管理の例

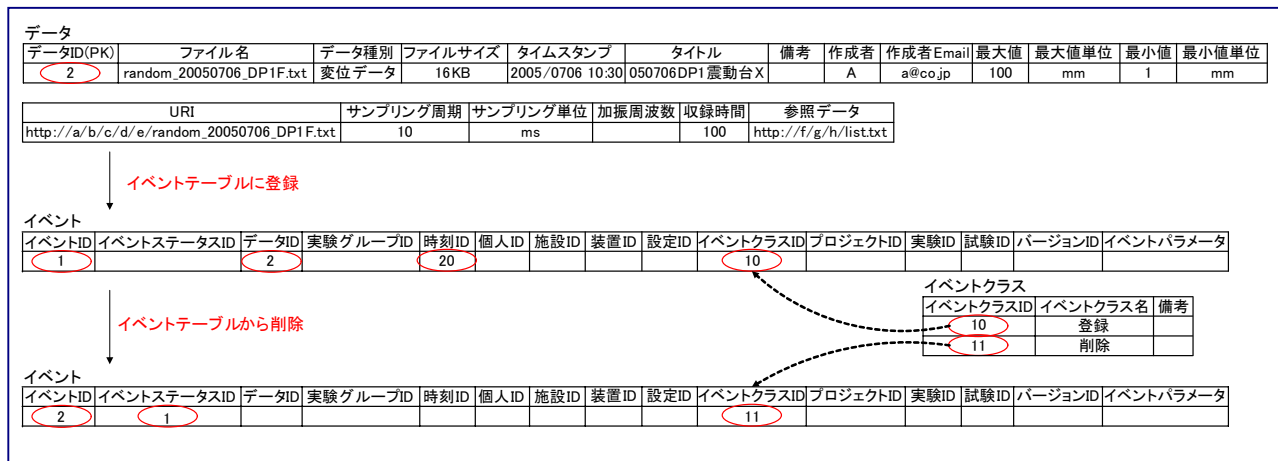


図-4 EDgrid の新データモデルによる履歴管理の例

ョン管理を可能とした。

(3) 属性の追加

旧モデルにおいて不足していた属性について修正を行った。まず、データテーブル内に「参照データ」という属性を追加した。EDgrid においては、実験計画書や報告書等のドキュメントと各実験生データの関係を示す方法として、ドキュメントとデータをリンク付けし、それらを1つのリストとして残しておくこととしている。そこで、このリストのデータを格納する為の属性として「参照データ」という属性を新たにデータテーブル内に追加した。次に装置、設定テーブルの属性を追加した。装置テーブルにおいては、各種装置の定格容量を格納する為の属性が不足しており、設定テーブルにおいては、キャリブレーションのデータを格納する為の属性が不足していた為、これらの属性を各テーブルに新たに追加した。

4. まとめ

本論では、EDefense で得られた実験データを地震工学研究者らに公開するシステムに向けて筆者が開発を行っているデータモデルについて紹介した。EDgrid のデータモデルの開発においては、データモデルの変更に柔軟に対応可能とする為、イベントという概念を取り入れて複雑なリレーションシップを排除し全体の構造を単純な2階層とした。2006年度は、EDgrid の実運用に向け、以前に開発を行ったデータモデルの検討・レビューを行い、問題があった部分について修正を行った。今回の修正によって、EDgrid のデータモデルは以前のデータモデルに比べ、実験に関するデータを漏れなく格納することが可能となり、リポジトリ内に格納されているデ

ータに対して変更があった場合にもそのデータを正確に管理することができ、検索も容易に行うことが可能になったと考えられる。今後の課題は、EDgrid の実運用に向けデータモデルの最終調整を行っていくことである。

謝辞：本研究は、(独)防災科学技術研究所が進める、「実大三次元震動破壊実験施設 (E-ディフェンス) を活用した国内外共同モデル研究」の援助にて実施しました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) NEES : <http://www.nees.org/index.php>
- 2) E-Defense : <http://www.bosai.go.jp/hyogo/index.html>
- 3) 矢吹信喜, 吉田善博 : EDgrid (E-Defense Grid) のデータモデルの提案について, 土木学会北海道支部論文報告集, 第62号, I-45, 2006.
- 4) 矢吹信喜, 吉田善博 : EDgrid (E-Defense Grid) のデータモデルの提案, 第61回年次学術講演会講演概要集, 土木学会, pp.549-550, 2006.
- 5) 矢吹信喜, 吉田善博 : EDgrid (E-Defense Grid) におけるデータモデルの開発, 土木情報利用技術論文集, Vol.15, pp.111-118, 2006.
- 6) Peng, J. and Law, K.H. : A Brief Review of Data Models for NEESgrid, NEESgrid TR-2004-01, 2004.
- 7) Peng, J. and Law, K.H. : Validity and Usability of the NEESgrid Reference Data Model, NEESgrid TR-2004-44, 2004.
- 8) NEESit : Soliciting feedback on NEES Data Model, <http://it.nees.org/documentation/pdf/nees-data-model-handout.pdf>