

大容量データ処理技術を活用したCIMモデルの開発

工藤 敏邦*1・平澤 江梨*1・新井 祐二*2・松尾 健二*3

A Development of New CIM System Powered By Data Convergence Search Engine

Toshikuni KUDO, Eri HIRASAWA, Yuji ARAI, Kenji MATSUO



図-2 大容量データ処理技術を活用した CIM モデル

研究の目的

国土交通省により、3次元モデルを軸にインフラのライフサイクル全般にわたる情報を共有・管理・活用するCIM（Construction Information Modeling/Management）が提唱され、これまでに数多くの試行業務や試行工事が実施されている。その中で、ソフトウェアの操作性や、技術者の操作リテラシーの不足により、CIMモデルの構築、活用に手間が掛かることがCIM普及の課題となっている。今後、建設業で課題となる「生産性の革新」にはCIMの活用が不可欠であるため、工事関係者の誰もが容易に活用できるCIMモデルの構築が求められている。

技術の説明

今回、開削トンネル工事において、施工段階から維持管理段階へと引き渡す「維持管理初期モデル」としてのCIMモデルを構築し、維持管理業務の効率化に寄与することを確認した。しかし、今回付与した情報は工事全体の一部であり、構造物に関するさらに多くのデータを付与すると、CIMモデル作成の手間や費用は莫大になってしまう。

これらの課題の解決手段として、当社で開発した大容量データ処理技術CDS(Cellular Data System)を導入し、3次元モデルとデータベースを連携させた新しい形式のCIMモデルを開発した。当CIMモデルでは必要な情報を漏れなく格納できるだけでなく、通常の書類作成業務とは別作業となるCIMモデルへのデータ入力や紐付け作業などが不要となるため、大量のデータを付与したCIMモデルの構築が容易になる。

主な結論

- ・CIMは技術者の判断を支援するツールとして、「建設業の生産性革新」を実現する鍵になる技術である。
- ・大容量データ処理技術を活用したCIMモデルは、モデル構築の手間やコストを大幅に削減することができるだけでなく、必要な情報を容易に取得することが可能な画期的なシステムである。
- ・今後は今回構築したシステムと様々な技術との連携を強化し、「建設業の生産性革新」を実現するツールを目指して開発を進めていきたい。

*1 本店 土木事業本部 土木設計部
*2 本店 CDS 事業部

*3 本店 土木事業本部 土木技術部

大容量データ処理技術を活用した CIMモデルの開発

工藤 敏 邦 ^{*1} 平 澤 江 梨 ^{*1}
新 井 祐 二 ^{*2} 松 尾 健 二 ^{*3}

要 旨

CIM(Construction Information Modeling/Management)モデルは構造物の形状や位置を表現する3次元モデルに、計画、設計、施工、維持管理の各段階における属性情報を付与したものである。今回、開削トンネル工事において、施工段階から維持管理段階へと引き渡す「維持管理初期モデル」としてのCIMモデルを構築し、維持管理業務の効率化に寄与することを確認した。しかし、今回付与した情報は工事全体の一部であり、構造物に関するさらに多くのデータを付与するとなると、CIMモデル作成の手間や費用は莫大になってしまう。

これらの課題の解決手段として、当社で開発した大容量データ処理技術CDS(Cellular Data System)を導入し、3次元モデルとデータベースを連携させた新しい形式のCIMモデルを開発した。当CIMモデルでは必要な情報を漏れなく格納できるだけでなく、通常書類作成業務とは別作業となるCIMモデルへのデータ入力や紐付け作業などが不要となるため、大量のデータを付与したCIMモデルの構築が容易になる。本システムは、今後の建設生産サイクル全般へのCIM普及拡大に向けた選択肢の一つとなるものと考えられる。

キーワード CIM／維持管理初期モデル／大容量データ処理技術／CDS

目 次

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1. はじめに | 3. 大容量データ処理技術と連携した |
| 2. 「維持管理初期モデル」としての | CIMモデルの開発 |
| CIMモデルの構築 | 4. おわりに |

A DEVELOPMENT OF NEW CIM SYSTEM POWERED BY DATA CONVERGENCE SEARCH ENGINE

Toshikuni KUDO
Yuji ARAI

Eri HIRASAWA
Kenji MATSUO

Synopsis:

In the past research, the authors had built up a CIM (Construction Information Modeling/Management) model for the open cut tunnel construction project. As a result, it was clarified that the CIM model could make maintenance works more efficient, but it will take thousands of man-hours to link all data.

This paper describes a new CIM system which will interrelate with integrate information obtained from planning, designing, construction, and maintenance works.

The authors developed a new CIM system which consists of a combination of 3D-model and Data Convergence Search Engine developed by Maeda Corporation named "Cellular Data System". This new CIM system can treat all information of infrastructure without linkage works. Therefore this new CIM system will be a breakthrough for popularization of CIM.

* 1 本店 土木事業本部 土木設計部
* 2 本店 情報 SSC

* 3 本店 土木事業本部 土木技術部

1. はじめに

国土交通省により、3次元モデルを軸にインフラのライフサイクル全般の情報を共有・管理・活用するCIM(Construction Information Modeling/Management)が提唱されて2年半が経過した。CIMモデルは構造物の形状や位置を表現する3次元モデルに計画、設計、施工、維持管理の各段階における属性情報を付与したものであり、インフラの情報基盤として期待されるが、数多くの試行業務や試行工事が実施されているのにも関わらず、規格化が進んでいないのが現状である。この問題を解決するため、平成26年度からは産官学が一体となり、3次元モデルの精度や付与する属性情報等、CIMモデルの規格化に向けた取り組みが進められている¹⁾。

本稿では、平成25、26年度CIM試行工事（希望型）である「矢切函渠その9工事」の竣工に際し、施工段階から維持管理段階へと引き渡す「維持管理初期モデル」としてのCIMモデルを紹介し、現状で確認できたメリットと今度の課題について考察する。

また、上記CIMモデルの課題を解決するため、今回、ICT技術の著しい進化に伴い急速に発展している大容量データ処理技術と連携した、全く新しい形式のCIMモデルのプロトタイプを開発した。当CIMモデルの仕組みと特徴について紹介するとともに、将来のインフラを支えていくCIMモデルのあり方について考察する。

2. 「維持管理初期モデル」としてのCIMモデルの構築

2.1 工事概要

「矢切函渠その9工事」は、東京外かく環状道路建設工事の一環であり、延長約240mの掘割スリット構造ボックスカルバートを築造する工事である。一般道に囲まれた狭隘な現場で、躯体の施工を進めながら既設仮橋の撤去・設置および工事用道路の切回しなどの複雑な施工が求められていた。躯体構築状況を写真-1に竣工状況を写真-2に示す²⁾。

2.2 施工時における3次元モデルの活用

外回り側の躯体の延長240mのうち約120mを、既設仮橋の直下、支柱・水平継材・斜材が多数存在する中で施工する計画であった。しかし、現状のままでは鉄筋・型枠組立、コンクリート打設等の躯体構築作業が困難なため、発注図を参考に現地測量を実施し、その結果を基に現地を再現した詳細な3次元モデルを作成した（図-1）。そして、発注者との打合せにタブレット端末を持ち込み、3次元モデルを双方で確認しながら部材1本1本について盛替え・補強の方法を検討した。

複雑な構造であったが、3次元モデルを活用することで、関係者の理解度が向上し、既設仮橋の盛替え・補強対策

の立案作業が効率化するなど、施工開始前に問題点を解決するフロントローディングを実現し、手戻りなく施工することができた。



写真-1 矢切函渠その9工事内回り側施工状況



写真-2 矢切函渠その9工事竣工状況

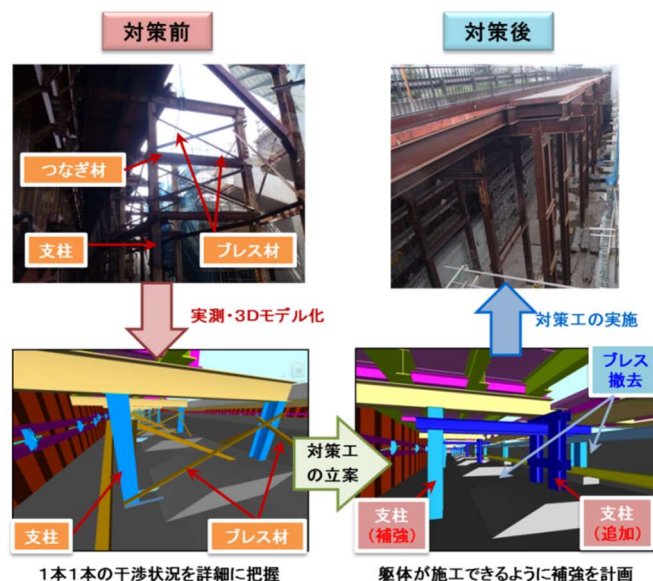


図-1 3次元モデルを活用した既設仮橋の干渉対策の立案

2.3 維持管理初期モデルの概要

本工事の竣工に際し、市販のソフトウェアを活用して施工時の情報を格納した「維持管理初期モデル」としてのCIMモデルを構築した（図-2）。

CIMモデルの概要：AutoCAD Civil3D（Autodesk社製）でコンクリート打設ブロックごとに分割した本設躯体の3次

元モデルを作成し、Navisworks（Autodesk社製）のアドオンソフトであるNavis+（CTC社製）を使用して施工情報（表-1）を属性として付与した。付与する属性はコンクリートに関する情報の中から、維持管理業務において有効と考えられる情報に限定し、CSVファイルを介して3次元元モデルとの紐付けを実施した。

表-1 付与した属性項目（施工情報）

属性項目	
コンクリート配合	直接入力
配合計画書	リンク
スランブ	直接入力
空気量	直接入力
打設日	直接入力
打設日外気温	直接入力
塩化物含有量	直接入力
コンクリート強度(d 28)	直接入力
鉄筋図	リンク
施工写真	リンク
クラック調査票	リンク

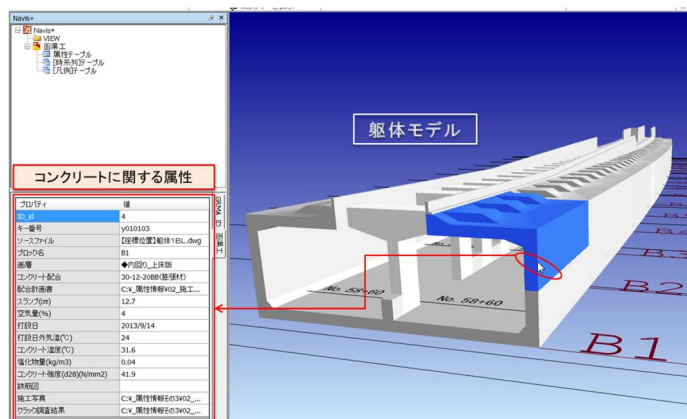


図-2 維持管理初期モデル

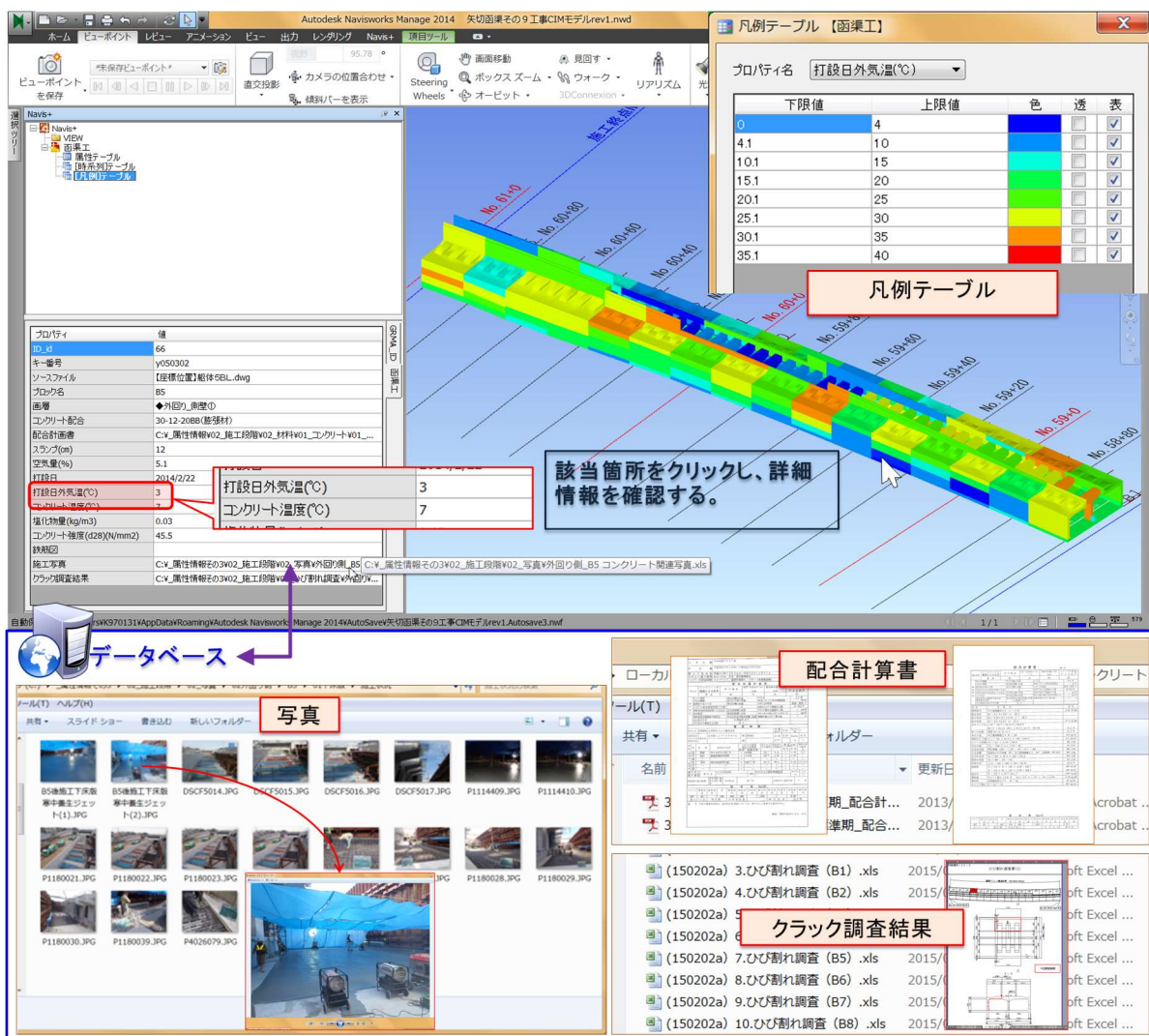


図-3 維持管理における CIM モデルの活用

2.4 CIMモデルによるデータ一元化のメリット

維持管理業務においては、点検時に発見された様々な事象に対して、施工時の情報を収集して原因を明確にし、適切な対処を実施することが求められる。作成したCIMモデルには設計・施工時の情報が一元化されているため、施工時の状況などを容易に確認することが可能である。

CIMモデルではコンクリート打設ブロックごとに、それぞれの施工データを3次元モデルで色分けできるため、入力したコンクリートのフレッシュ性状や強度、打設日の外気温などのデータを空間的に把握することができる。また、施工状況写真、品質管理データ、鉄筋図等のデータもリンクで参照できるため、躯体の施工に関する一連の情報を迅速に確認することが可能である。

例えば、打設時の気温をCIMモデルで色分けすることで、気温が低い寒中コンクリートとして施工した打設箇所が明確になり、その打設箇所を選択することで、打設時のコンクリート温度が規定値を下回っておらず、適切な材料を使用していることを確認できる。さらに、リンクされた写真を閲覧することで、打設後の保温養生の実施状況を把握でき、クラック調査結果を閲覧することで完成後の躯体に問題がないことを確認できるなど、一連の施工プロセスを通した確認が容易となった(図-3)。

このように、CIMモデルによるデータ一元化と可視化は、必要なデータの容易な取得、および空間的な分析を可能とするため、維持管理時における技術者の判断を支援し、生産性向上を実現するツールとして有効と思われる。

2.5 現状のCIMモデルの課題

今回構築したCIMモデルでは、コンクリートを中心とした情報に限定して一元化を実施した。しかし、実際に維持管理に必要なデータは、今回付与したコンクリートに関する情報に留まらない可能性が高い。例えば、躯体から漏水が発生した場合は、埋戻し土の物性や施工管理帳票、排水の施工情報、目地材の材料情報が必要となる。

しかし、現状のCIMモデルは、CSV形式のファイルに施工時に発生した情報や、帳票のリンク先を項目別に整理し、その後 Navis+等の市販ソフトウェアを活用して3次元モデルに紐付けしていく形式である。この形式では、普段の管理項目に加え、CSV形式のファイルに別途整理するという作業が増加するため、構造物に更に多くのデータを付与するとなると、CIMモデル作成の手間や費用は莫大になり、CIMモデル作成者の負担が大きくなるだけでなく、モデル自体が重くなり操作性が低下するなど、メリットよりもデメリットが大きくなることが予想される(図-4)。

そのため、CIMモデル作成者、使用者がWin-Winの関係となり、実際の維持管理で有効に活用されるためには、

構造物に関わる多くのデータを容易に一元化できる、現状とは異なる形式のCIMモデルが必要と思われる。

3. 大容量データ処理技術と連携したCIMモデルの開発

3.1 新しいCIMモデル形式の提案

近年、大容量のデータを高速で処理する技術が急速に進歩しており、それに伴い、ビッグデータを分析し業務の方向性を決定する指標とする動きが活発になっている。前田建設はデータの統合、検索、紐付け、追加等の処理を高速に実現できる大容量データ処理技術 CDS(Cellular Data System: セルラーデータシステム)を開発している³⁾。このCDSをCIMモデルに適用することで、従来のCIMモデルの弱点を補う新たなシステムが実現するものと期待できる。

今回開発したCIMモデルは、3次元モデルとデータベースをCDSを活用した検索システムで連携させた、新しい形式のCIMモデルである(図-5)。このシステムは該当する構造部材のモデルをクリックし、キーワードを入力することで必要な情報をクラウド上のデータベースから検索してくるものである。現場の施工管理データが格納されたハードディスクの内容を、そのままクラウド上にアップするだけで、通常書類作成業務とは別作業となるCIMモデルへのデータ入力や紐付け作業などが不要となるため、大量のデータを付与したCIMモデルの構築が容易になる。

3.2 ユーザーインターフェース InfraMark の特徴

前述の新しい形式のCIMモデルは、3次元モデルとデータベースを連携させた情報検索システムであり、そのインターフェースとして開発したのがInfraMarkである。InfraMarkの名前は「インフラ: Infra」の「跡: Mark」という言葉を合わせた造語であり、インフラがたどってき



図-4 従来のCIMモデル



図-5 CDS を活用した CIM モデル

た計画から維持管理に至るまでの足跡をデータとして包括するという意味が込められている。InfraMark は以下に示す特徴を有している。

(1) 柔軟な検索機能

3次元モデルを選択し、リンクをクリックすることで InfraMark へと接続する。InfraMark はクリックした個所の位置情報を初期検索条件とした検索結果を表示しており、さらに「コンクリート工」、「土工」などの大項目、そして大項目に対応した「フレッシュ性状試験」、「材料承認」、「ひび割れ記録」等の中項目、さらにフリーワードにより検索結果を絞り込んでいくことが可能である。検索はファイル名だけでなく Word, Excel, PDF 等の文書の内容、フォルダ名等でも検索が可能であり、大容量の情報の中から必要な情報を迅速に検索することが可能となる。

(2) 写真、図面、文書情報のリンクを強化

写真には品質管理帳票等で表現しきれない生の情報が多く詰まっており、また図面や 3次元モデルよりも施工当時の状況を理解しやすい利点があるため、施工時の状況を把握する際には、写真を閲覧することが非常に有効で

ある。そのため InfraMark は写真の検索にも重点をおいたシステムとなっている。施工写真はクラウド上のデータベースにアップロードする際に、写真が保管されているフォルダ名、およびそれより上位のフォルダ名がキーワードとして自動的に設定されるため、使用者は必要なキーワードをもとに施工写真の検索が可能となる。また、検索した写真と関連性の高い文書や図面を検索する機能も有しているため、InfraMark を活用することで、業務の大幅な効率化が実現するものと思われる。

(3) 使用者に合わせた柔軟なカスタマイズ

CIM はインフラのライフサイクル全般にわたり情報を受け渡していくことを目標としている。しかし、それぞれのフェーズでの業務内容の相違によりシステム要件が異なるため、これまでは施工時の情報共有システム、維持管理システムといった別々のシステムを一から構築する必要があった。当 CIM モデルはデータベースと CDS がベースとなり、InfraMark で活用するシステムであるため、InfraMark の検索用の項目内容を変更するだけで、それぞれの使用者が使いやすいように容易にカスタマイズ可能である。

(4) フェーズごとの名称の整合が可能

施工時のデータは「14BL 底版」「P3-3L」などの施工ブロックやリフトの名称ごとにまとめられているケースが多い。しかし、設計時や維持管理段階においては、別の名称区分が使用されることも多く、フェーズをまたいだ情報の収集を困難にしている(図-6)。当 CIM モデルでは、各フェーズの名称の関連を明確にした辞書を用意することで、CDS を活用して名称の整合を取ることが可能であり、インフラのライフサイクルを通じた情報の一元化を容易にしている。

3.3 InfraMark の高度化に向けて

InfraMark が業務効率化をもたらすためには、検索時に必要な情報をより上位に表示するといった、検索機能の性能向上が不可欠となる。そのため、今後は InfraMark を様々な事例に導入していきながら、検索機能の機械学習を進め、性能を向上させていきたい。

4. おわりに

最近では、CIM 試行業務および試行工事に対する多くの活用事例が報告されてきており、CIM は徐々に公共工事に浸透してきている。このような中、インフラのライフサイクル全般にわたる情報の受け渡しをスムーズに実現することを目的に、データの規格化に向けた取り組みが進められている。

しかし、インフラ施設は非常に多岐に渡り、施設ごとに維持管理の方法も異なるため、後工程に引き継ぐ情報の規定化は非常に難しいのが現状である。そこで従来の発想を転換し、データを規格化するのではなく、「データは従来の電子情報として全て活用し、新たなデータ検索システムの導入によって大容量の情報を効率的に抽出する」という、新しい形式の CIM モデルを提案した。また、本モデルは、今後の CIM 推進の大きな課題となっている既存インフラの CIM 導入についても、その突破口として

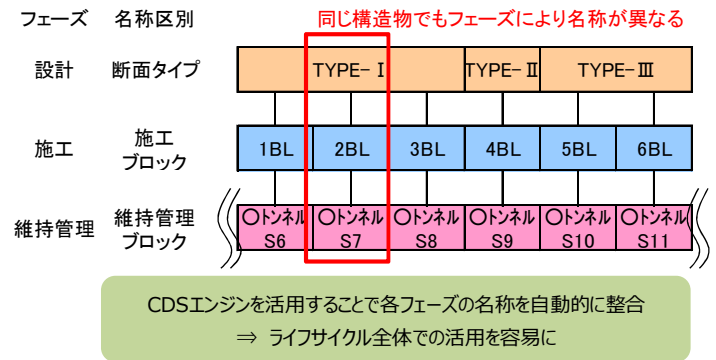


図-6 フェーズごとの名称の整合

期待される技術である。

CIM の本来の目的としては、単に CIM モデルを構築したり利用するだけではなく、CIM をプラットフォームとして効果的に活用し、今までの業務のあり方を根本的に見直して、建設業の生産性革新を実現することにある。そのためには、実プロジェクトにおいて計画～設計～施工～維持管理にわたる全ての段階で、大容量データ処理技術と連携した CIM モデルを実用化し、モデル作成に手間が掛からず、誰もが使いやすく、業務の合理化を支援する CIM モデルの開発に今後も取り組んでいく予定である。

謝辞：国土交通省関東地方整備局、首都国道事務所、ならびに金町国道出張所の関係者の皆様には、本研究の実施に当たり多大なるご理解とご協力を頂きました。ここに記して、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) CIM 技術検討会：CIM 技術検討会平成 26 年度報告(平成 27 年 5 月), 2015.
- 2) 工藤敏邦, 笹倉伸晃, 河野浩之, 工藤新一:「開削トンネルにおけるライフサイクルを考慮した CIM の試行」, 土木学会第 69 回年次学術講演会概要集, 第 VI 部門, VI-237, pp.473-474, 2014.
- 3) 石黒健, 新井祐二, 森橋大輔, 児玉敏男:「セルラーデータシステムの開発からビジネス開拓へー企業内ベンチャーの実例報告ー」, 映像情報メディア学会技術報告 34(4), pp.1-pp.5, 2010.

