

建設生産プロセスへのシステム開発モデルの適用と GIS の役割定義

富井 建¹・蒔苗 耕司²

¹正会員 国際航業株式会社 地理空間サービス部 (〒183-0057 東京都府中市晴見町 2-24-1)
E-mail:tatsuru_tomii@kk-grp.jp

²正会員 宮城大学教授 事業構想学群 (〒981-3298 宮城県黒川郡大和町学苑 1-1)
E-mail:makanae@myu.ac.jp

フィジカル空間とサイバー空間が融合する Society5.0 において、建設生産プロセスもまた、その両側面が相互に関係しあうものと考えられる。本論文では V モデルを建設生産プロセスへ適用し、その実現化と事後評価の各プロセスの対応関係を明示する。さらに、V モデルにおける各プロセスの対象範囲を、社会レベル、事業レベル、構造物レベルの階層構造で表し、各階層の要件に適合する情報システムを示すとともに、その中での GIS の役割を明らかにする。

Key Words: GIS, system life cycle process, V-model, construction production process

1. はじめに

日本政府は第 5 期科学技術基本計画¹⁾において、ICT (Information and Communication Technology) を活用し、サイバー空間とフィジカル空間を融合させた「超スマート社会」の実現を掲げ、「Society 5.0」として取り組みを推進している。ドイツにおける Industrie 4.0 もデジタルと現実世界を統合するという面で共通する取り組みであり、その中で定義されたリファレンスアーキテクチャモデル (図-1) では、製造ライフサイクルにおける様々な側面を多層的に表現している²⁾。この情報や機能、通信などの様々な側面が物体と多層的に重なり合うモデルで示されるように、超スマート社会においては、フィジカル空

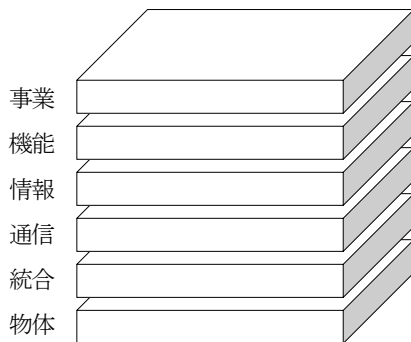


図-1 リファレンスアーキテクチャモデルの多層構造

間を構成するハードウェアとサイバー空間を構成するソフトウェア双方のライフサイクルが密接に関係しあうことが考えられる。たとえば、土木分野におけるフィジカル空間での施工プロセスは、そのサイバー空間での情報モデリングが対になって進められるものと考えられる。このデジタルと現実世界を統合して管理する取組としては、BIM (Building Information Modeling) や CIM (Civil Information Modeling/Management) が挙げられる³⁾。

CIM が社会インフラを主な対象としていることを考えれば、超スマート社会の実現には、都市や社会といったより広い範囲を対象としたプロセスを考慮する必要がある。

本研究では、サイバー空間における情報モデリングをソフトウェア開発に見立て、社会インフラのライフサイクルにおける各プロセスをソフトウェア開発プロセスに割り当てることで、双方の実現化プロセスの融合を図る。また、ここではより広い範囲を対象とするために、GIS (Geographic Information Systems) の利用を考え、その役割を考察する。

2. システム開発モデル

システム開発ライフサイクルプロセスの標準規格には JIS X 0170:2013 (ISO/IEC 15288:2008) が規定されており、このシステムプロセスをソフトウェアに特化した規格が

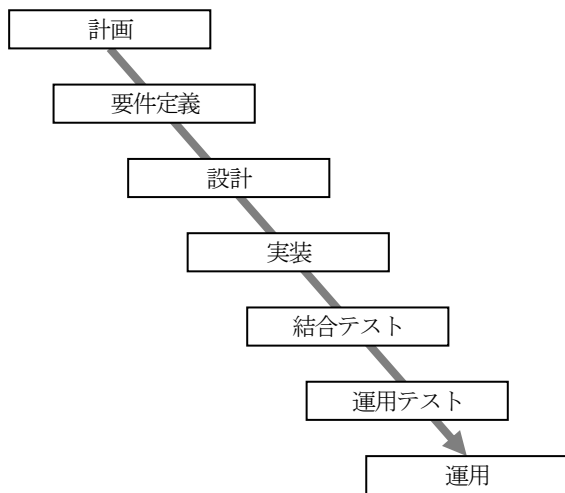


図-2 ウォータフォールモデルの例

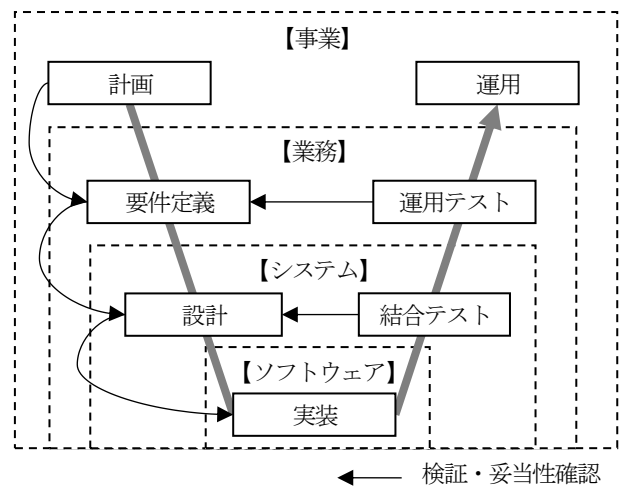


図-3 Vモデルの例

JIS X 0160:2013 (ISO/IEC 12207:2008) である⁴⁾⁵⁾。これらの規格を基にした共通フレーム (SLCP-JCF: Software Life Cycle Processes-Japan Common Frame) は、ソフトウェアの開発や取引における作業を、利害関係者間で共通のプロセスとして規定したものである⁶⁾。ソフトウェア開発におけるプロセスはシステムの取得者や供給者など役割により変わるものであるが、SLCP-JCF2013を参考にすれば、おおむね計画、要件定義、設計、実装、結合テスト、運用テスト、運用のプロセスで実行される。

これらの規格で提示されるものはあくまで作業の規定であり、プロジェクトの性質に合わせて各プロセスをソフトウェア開発モデルへ適用し、実行していく必要がある。SLCP-JCF 2013では、ライフサイクルプロセスの対応づけの例として代表的な開発モデルが示されている。以下にソフトウェア開発モデルの代表的な手法の概要を説明するが、より詳細な説明はISO/IEC TR 24748-3 (ISO/IEC 12207の適用ガイド)を参照することができる⁷⁾。

逐次モデルは一般的にウォータフォールモデルと呼ばれる手法で、前工程の成果をもとに次のプロセスへと順番に進めていくモデルである (図-2)。1つのシステムを複数に分解できる場合は、並行で複数の開発プロセスとして実行し、それらを結合して1つのシステムへと完成させることができる。このモデルは各プロセスの実行を1回のライフサイクルで行う。要件が安定していれば効率的に開発を進めることができるモデルであるが、上流工程での決定内容に変更が必要となった場合、それが上流であるほど影響が大きくなる。

段階的モデルは、要件を分解し、段階的にリリースしていく手法である。最初は機能を限定してリリースされるが、バージョンアップを重ねることでシステムを完成させていく。最初の開発量が少ないため短期に初期リ

リースを行うことができるが、限定された機能でも業務で利用可能な場合に限り適用できる。また、バージョンアップを重ねる中で要件が変化する可能性があり、当初計画の変更を検討する必要がある場合がある。

進化的モデルは、段階的モデルと同様にリリースを繰り返しながら開発を進めていく手法であるが、こちらは初めから要件のすべてが分かっていない点に違いがある。このモデルでは部分的な要件定義から開発を行い、その結果から次の要件定義を行いバージョンアップ行っていく。

ウォータフォールモデルにみられる一連のプロセスは、実施計画から実装までの実現化を進める過程と、実現後の運用に向けて妥当性確認を進める過程に分けて考えることができる。これらの過程を実装プロセスで折り返して表現したものがVモデルである⁸⁾ (図-3)。Vモデルでは、要件定義の内容については運用テストで評価を行い、システム設計の評価は結合テストで評価するというように、実現化の各プロセスに対応する実現後の評価が明確になり、実現化の各フェーズであらかじめ評価すべき内容を計画しておくことができる⁹⁾。このように実現後の評価を早い段階で決定することで、各プロセスでの不備を早期に発見し、品質を高めることができる。また、V字の横軸は単に時系列の表現だけでなく各工程の対象範囲も表現することができる。例えば、要件定義と運用テストは業務で利用する上での観点で、設計と結合テストでは情報システムとしての観点でみることができ、その範囲をもとに実現化と事後評価を行うことができる。VモデルはSLCP-JCFで用いられているものであり、宇宙機のような機械製造におけるソフトウェア開発モデルとしても用いられている⁶⁾¹⁰⁾。また、ドイツにおいてはV-Modell XTとしてITソリューションのフレームワークの中で標準化されている¹¹⁾。

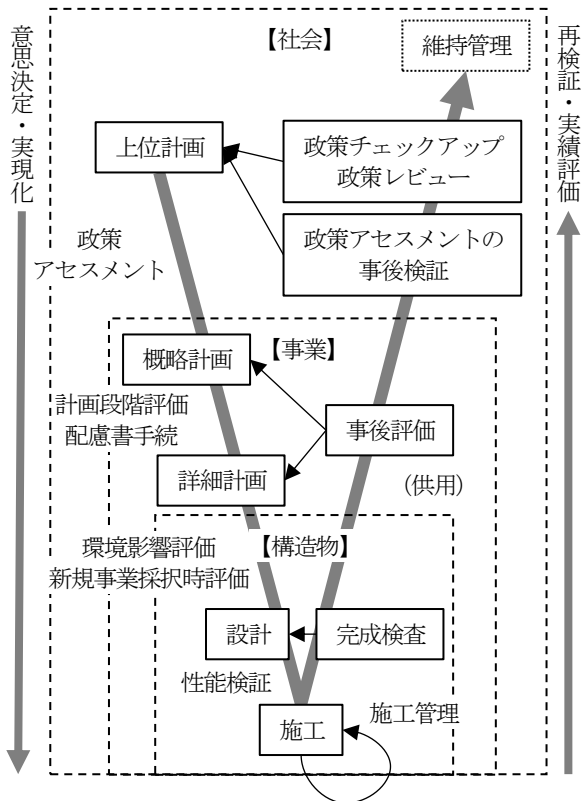


図-4 Vモデルによる道路事業のプロセス

段階的モデルや進化的モデルが逐次モデルに反復性を持たせたものと考えれば、基本的には逐次モデルの改変として表現可能である。本研究では、逐次モデルの改良であるVモデルを用いて社会インフラの施工プロセスを説明するとともに、GISが利用されるプロセスからその役割の明確化を図る。

3. システム開発モデルの適用とGISの対象範囲

社会インフラの生産プロセスは、計画・調査、設計、施工の整備段階から、供用されるとともにメンテナンス段階へと移行する¹²⁾¹³⁾。個別の整備事業の前には、実施根拠となる上位計画の策定や事業化に向けた構想が行われる。施工後の検証には、構造物の完成検査や、整備事業に対する事後評価が行われ、上位計画に対しては政策アセスメントの事後検証や政策チェックアップ、政策レビューといった政策評価が行われる¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾。

これらのプロセスをVモデルで表したものを図-4に示す。本図では各プロセスの対象範囲を、社会レベル、事業レベル、構造物レベルとして階層化して表現している。このVモデルの上位計画から施工までの各プロセスは将来の意思決定と実現化のプロセスとして、施工後は実施成果を振り返りながら評価していくプロセスとして考えることができる。

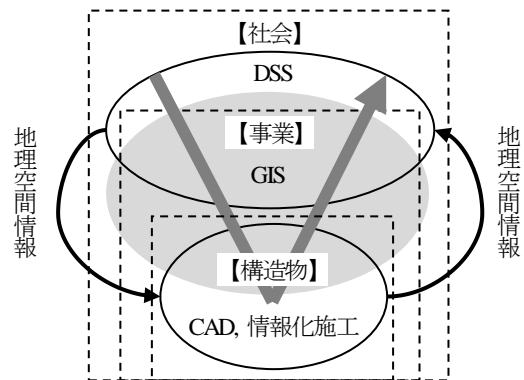


図-5 VモデルにおけるGISの役割

ここで、各階層における対象範囲および実現手法・評価手法に着目すると、社会・事業レベルでは国土や地域といった広い範囲に対して、統計処理や計画数理、シミュレーションなどのモデルを用いた分析が行われる。構造物レベルにおいては形状や部材の決定から、その決定に沿った工事が行われる。そこで用いられるICTは、社会・事業レベルではDSS (Decision Support System) のような抽象的で複雑な課題に対する意思決定のためのシステムであり、構造物レベルにおいてはCAD (Computer-Aided Design) システムや情報化施工のようなフィジカル空間と密接な関係にあるシステムが用いられる。この社会・事業レベルと構造物レベルにはシステムの役割に隔たりがあるが、階層間のプロセス移行やメンテナンス段階におけるライフサイクルにおいては、システム間のデータ共有が繰り返行われる。この異なる目的のシステム間で共通となる情報は、構造物やその周辺環境の位置及びそれに関連する情報、すなわち地理空間情報である。地理空間情報を相互にやり取りし、目的に応じた機能を提供するものとしてGISの役割を定義することができる(図-5)。

このプロセスモデルをITガバナンスの組織的モデルをもとに示したものが図-6である。建設生産プロセスにおいては調査・計画、設計、施工、維持管理のサイクルで運用されながら、ガバナンスプロセスでは、運用実績の監視や調査・計画の内容を評価し、新しい事業への方向性を決定し、ビジネスプロセスへ指示する。

GISは各階層、プロセスで横断的に用いられるものであるが、それぞれで必要とされる要件が異なることから、GISは特定の目的のためのシステムというよりは、地理空間情報を扱うための様々な機能のサービス群として、システム全体の中のサブシステムもしくはコンポーネントとしての役割として用いられることが考えられる。これはフィジカル空間とサイバー空間の間で相互運用のための役割として用いられるものである。

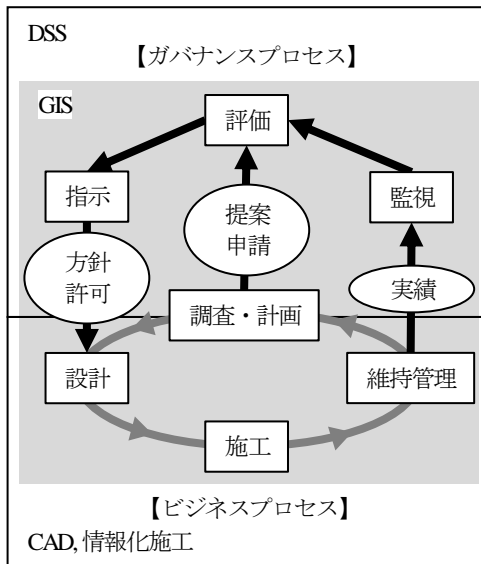


図-6 建設生産プロセスにおける GIS の適用範囲

4. おわりに

本論文では、土木分野における Society5.0 の実現に向けて、そのフィジカル空間とサイバー空間の融合のために、建設生産プロセスへのシステム開発モデルの適用を図った。ここでは逐次モデルのひとつである V モデルを用い、建設生産プロセスにおける実現化プロセスと事後評価プロセスの対応関係を説明した。また V モデルにおける各プロセスを、社会レベル、事業レベル、構造物レベルの階層構造で対象範囲を示すことで、これら各階層の要件に適合する情報システムを示した。その中で各階層におけるシステム間の相互運用として GIS の役割を明示した。

本稿では、各階層で用いられる GIS の詳細な機能までの整理・検討を行っていないが、実際に建築生産プロセスへ情報システムを導入をするにあたっては、階層ごとに必要な機能と、そのためのデータモデルの検討が必要である。また、その機能やデータは、道路や河川、土地利用など分野ごとに異なるものと考えられる。本稿で提示した V モデルは、そのプロセスの階層化と、各階層の実現化およびその評価の対象関係を示した共通的なモデルであり、階層ごとのシステム要求定義と階層間のデータ交換方法の検討に用いることができる。

参考文献

- 1) 内閣府：科学技術基本計画，<<http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5honbun.pdf>>，（入手 2018.6.20）。
- 2) プラットフォーム・インダストリー 4.0(日本貿易振興機構 訳)：インダストリー 4.0 実現戦略，<<https://www.jetro.go.jp/world-ports/2015/01/c982b4b54247ac1b.html>>，2015，（入手 2018.7.3）。
- 3) 国土交通省：技術調査：CIM 導入推進委員会，<http://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000037.html>，（入手 2018.6.21）。
- 4) 日本規格協会：JIS X 0170:2013 システムライフサイクルプロセス，2013。
- 5) 日本規格協会：JIS X 0160:2012 ソフトウェアライフサイクルプロセス，2012。
- 6) ソフトウェア高信頼化センター：共通フレーム 2013，情報処理推進機構，2013。
- 7) ISO/IEC JTC 1/SC 7: ISO/IEC TR 24748-3:2011, Systems and software engineering -- Life cycle management -- Part 3: Guide to the application of ISO/IEC 12207 (Software life cycle processes), International Organization for Standardization, 2011.
- 8) Boehm, B. W.: Guidelines for Verifying and Validating Software Requirements and Design Specifications, *Euro IFIP 79*, pp.711-719, 1979.
- 9) Spillner, A., Bremen, H., Vosseberg, K.: The W-Model - Strengthening the Bond Between Development and Test, STAReast 2002, <<https://www.stickyminds.com/presentation/w-model-strengthening-bond-between-development-and-test/>>, 2002,（入手 2018.8.26）。
- 10) 宇宙航空研究開発機構：IV&V ガイドブック【導入編】 Ver2.1, <<http://stage.tksc.jaxa.jp/jedi/devel/devel01.html>>, 2018,（入手 2018.7.24）。
- 11) Biffel, S., Winkler, D., Höhn, R., Wetzel, H.: Software process improvement in Europe: potential of the new V - model XT and research issues, *Software Process: Improvement and Practice*, Vol.11, No.3, pp.229-238, 2006.
- 12) 土木学会：社会インフラメンテナンス学，土木学会，2016。
- 13) 土木情報学委員会教育企画小委員会：土木情報学基礎編，pp.196-204，土木学会，2017。
- 14) 公共事業の構想段階における計画策定プロセス研究会：上位計画等の策定プロセスについて，<<http://www.mlit.go.jp/tec/kanri/process/pdf/shiryoku04.pdf>>, 2007,（入手 2018.7.18）。
- 15) 国土交通省道路局：構想段階における道路計画策定プロセスガイドライン，<http://www.mlit.go.jp/road/ir/irhyouka/pdf/ps_guideline.pdf>, 2013,（入手 2018.7.18）。
- 16) 国土交通省大臣官房技術調査課：施工プロセス検査業務運用ガイドライン（案），<http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou/pdf/220913seko_u_process02.pdf>, 2010,（入手 2018.7.18）。
- 17) 国土交通省：政策評価，<<http://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/hyouka/>>,（入手 2018.7.25）。
- 18) 国土交通省：国土交通省所管公共事業の完了後の事後評価実施要領，<http://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/180330/youryou/06_jigo_koukyou180330.pdf>, 2018,（入手 2018.7.25）。
- 19) 原田要之助：企業に求められる IT ガバナンスの新しいモデル，InfoCom REVIEW, Vol.47, pp.2-15, 2009.

THE APPLICATION OF A SYSTEM DEVELOPMENT MODEL TO THE CONSTRUCTION PRODUCTION PROCESS AND ROLE DEFINITION OF GIS

Tatsuru TOMII and Koji MAKANAE

In the Society5.0, the physical space and the cyber space are integrated, the construction production process is also considered to be mutually related both spaces. In this paper, we apply the V-model to the construction production process, and show the correspondence between the realization process and post evaluation process. Furthermore, we describe the scope of the process in the V-model as a hierarchical structure of social level, project level and structure level. And we show information systems conforming to these levels and clarify the role of GIS in these systems.