

PICUにおけるBIM・FMシステム開発に関する研究

Research for Development of the Facility Management System that use BIM at the Pediatric Intensive Care Unit

○松陰 高大*

MATSUKAGE Takahiro

PICU 建築計画 FM 小児集中治療 BIM シミュレーション

第1章 序論

・PICUをめぐる経緯と現状

我が国におけるPICUの歴史は、1994年の国立小児病院の開設から始まる。その後、全国各地の小児専門病院にも配置されるようになり、2011年においてPICUを保有する施設は32施設、合計238床²⁾となる。また、一定の施設水準を担保させる目的で2007年には日本集中治療医学会集中治療部設置基準検討委員会(以下、委員会)より「集中治療部設置のための指針」(以下、2007指針)が公表されている。さらに厚生労働省は2012年度診療報酬改定で新たに「小児特定集中治療室管理料」項目及び算定基準(以下、2012算定基準)が設けられ、財政面のサポートも開始されている。

着実に我が国におけるPICU整備が進んできているものの、一方で我が国特有の課題も残されている。2014年に委員会より「小児特定集中治療室管理料の算定対象となるPICU(pediatric ICU)のあり方」³⁾が提出され、2007指針及び2012算定基準に対する提言がなされている。そして報告書による、我が国のPICUにおける課題としては「十分数の専従医の育成・確保」、”集約化による病床数確保”、”3次救急への積極的関与の必要性”及び”診療プロセスやパフォーマンスも考慮した指針策定”の4点がある。これらの課題を前に、解決に必要な資源投入が十分ではない現状では、今ある資源をより有効活用できるシステムを構築する方が現実的であると考えられる。

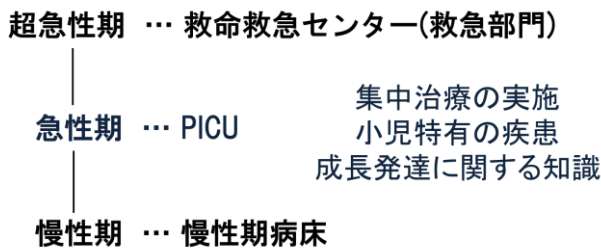


図 1.1 小児救急体制と PICU の位置付け

・BIMを用いたFMの動き

病院は非常に複雑な施設種である。様々な目的・用途空間があるだけでなくサービス、施設管理業務も多岐に渡る。各業務における達成目標も様々であり、施設全体では

矛盾が起きないようにする必要がある。このような状況下においては、施設及び管理業務を統合的かつ効率的に行うためのFMの必要性がある。

FM自体は、必ずしもコンピュータ等に依存しない。ただ、近年はBIMの発達により、FMに活用する動きがある。BIMの本質は建築物の属性情報データベースであり、そこにFMソフトウェア及びIFC等の共通規格を用いた連携で高度なFMを行う有用な手段になりうる。

・研究の目的と手法

3次救急を受け持つ場合、急患の際に物流、人員、施設共に迅速に受け入れ体制を整える必要があり、戦略的かつ高度なマネジメントが要求される。

そこで、本研究においては、まずPICUにおける計画・運用等について明らかにした上で、資源を有効利用し、3次救急に対応できるFMシステム開発の導入を行うことを目的とする。

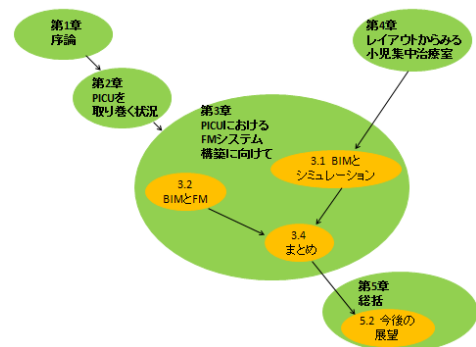


図 1.2 論文構成図

第2章 PICUを取り巻く状況

前章では我が国のPICUが直面する課題について述べた。本章ではこれらの解決に向けて行われている試み、動き等について取り上げていくものとする。

PICU整備を推進する一方で、PICUの社会的効果を明らかにする必要がある。そのためのデータ取集体制としては我が国では2003年度より診断群分類包括評価支払制度(以下、DPC/PDPS)が開始されている。その主な意義は全国の医療施設における診療実態データの収集、把握及び統一データフォーマットの提供によるデータの標準化である。

* 三重大学工学部建築学科加藤・毛利研究室

・PICUの入室症例にみる現状

PICU の課題に救急治療への積極的関与の必要性がある.そこで国内7施設のPICU入室症例内訳を調査した.

表 2.1 PICU 調査情報一覧表

名称	データ 期間	PICU病床数(床)			入室症例数(件)			緊急入室 割合(%)	1床あたり入 室数(件/床)
		総数	加算床	HCU	総数	術後管理	救急(院内含む)		
東京大学医学部附属小児医療センター	2012	6			141	92	49	35	24
沖縄県立中部医療センター-こども医療センター	2012	6	6	0	304	170	134	44	51
静岡県立こども病院	2013	12	4	8	513	240	273	53	43
東京都立小児総合医療センター	2012	22	10	12	671	342	329	49	31
国立成育医療研究センター	2012	20			1088	555	533	49	54
(大阪府立母子総合保健総合医療センター)	2013	8	8	0	421				53
(兵庫県立こども病院)	2012	10	4	6			311		

その結果,PICU 入室症例における緊急入室割合は35-53%であることが分かった.東京大学医学部附属小児医療センターの割合値は若干低いが,こども救命センターの併設が影響していると考えられる.

・PICUにおけるシミュレーション教育

PICU の人材育成は重要課題である.医師が習得すべき技能は大別して診療手技,医療機器操作,トラブルシューティング等の technical skill と個々の technical skill を統括して安全かつ効率良い診療を実践する non-technical skill の2つがある.また教育手法では OJT と Off-JT がある.小児重症患者発生頻度が極めて少ないため OJT では経験機会限定の懸念がある⁴⁾.稀な症例を扱う場合は Off-JT が有効であり,1つの手法としてシミュレーション教育がある.池山ら⁵⁾はシミュレーション教育が CRM(危機管理能力)技能習得に有効なことを明らかにしている.

また,チーム医療を行う上で医師等の直接診療を行う者だけでなく物品管理等のコ・メディカルスタッフとの連携も重要である.in Situ Simulation は稼働中の臨床現場内にシミュレータを持ち込み,必要物品等は業務中のコ・メディカルスタッフを通じて供給するため,部門全体のトレーニングが可能である.この効果は個人及びチーム技能向上,臨床現場の運用システムの潜在リスクの発見につながることで,そして解決を図ることによりシステム変革及びパフォーマンス向上につながることである.⁶⁾

第3章 PICUにおけるFMシステム構築に向けて

本章では前章までの内容を取り込み,FM システムをどのように構築するか方針を提示するものとする.本章では,モデル開発と FM 関係者が求める BIM の2つの観点からの考察を行い,システム構想の提示する.

・BIMとシミュレーション

まずモデル開発においては PICU の入室症例・処置別器材レイアウト等の調査を行い,コンポーネントデータを作成する.次にコンポーネントを配置した部門 BIM モデルを作成し,これを稼働状況モデルとします.PICU の患者の状態,入室時刻,症例,処置等をまとめたデータを PICU 入室動態データと定義し,モデルの入力に用います.

入室動態データ (モデル用入力データ)

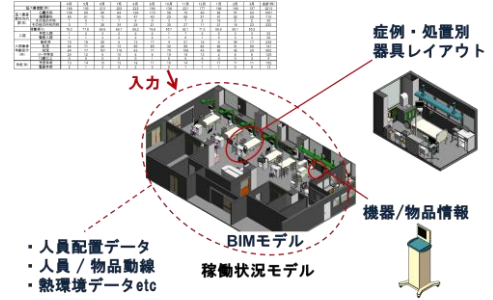


図 3.1 稼働状況モデル概要

溝上ら⁹⁾,FM ガイドライン策定する目的で FM 関係者に対して BIM へのニーズのアンケートを行っている.その結果を整理して,FM システムについての考察を行う.

表 3.1 FM 関係者の BIM へのニーズ(抜粋)

立場	最頻カテゴリ	(可視化)カテゴリ
統括 マネジメント	情報の一元化 統合管理[運用系]	設備の可視化
FM戦略・ 計画	施設中長期計画 [計画系]	-
プロジェクト 管理	計画 設計サポート [計画系]	移転状況の可視化 施設条件の可視化 法規確認
運営維持	運営維持計画 [計画系]	LCCの継続的な可視化 日常管理の可視化 保守条件の可視化 建物・施設情報の可視化
評価	施設評価 [評価系]	快適性の可視化 設備の運用保全履歴の可視化 施設資産評価の可視化

表 3.1 の2列目は各立場で最も多く具体例を得たカテゴリを抽出している.また,3列目は FM 戦略・計画以外で共通して存在した,可視化カテゴリにおける具体例を抽出している.このことから可視化のように,属性情報の表現はどの立場にも共通する要求であると考えられるが,一方で,どの立場においても最頻カテゴリにはなっておらず,実際に多く挙げられているカテゴリは情報の一元管理や計画サポートなど単純な情報表示を超えた領域の機能が求められているといえる.この考察を基にシステム構成を表すと図3.2の通りである.基盤としてデータベース及び可視化情報があり,それらの情報を利用して計画系,運用系及び評価系システムが存在する.これらのシステムが適切に動作するには,自動レイアウト図作成等の適切なプログラムが必要となる.

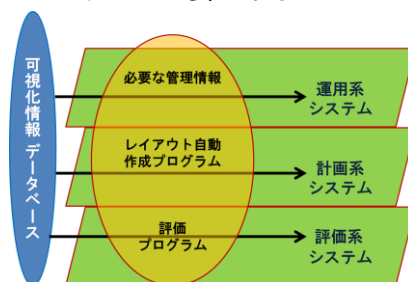


図 3.2 FM システム構成図

そこで本項では計画系システムを支援する役割として、先ほど提示した稼働状態モデルを統合することを提示する。また運営系システムに対してはシステムテストを行うことが可能である。さらに、先進施設の入室動態データを自施設のモデルに適応したシミュレーションも可能である。

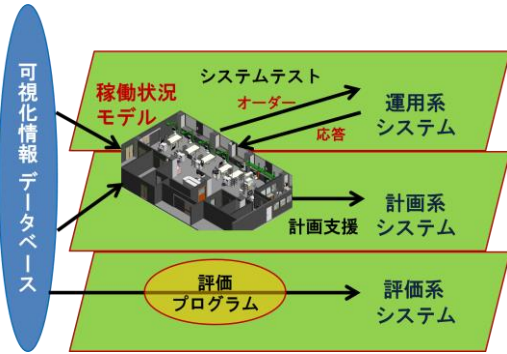


図 3.3 FM システムと稼働状態モデルの統合

第 4 章 レイアウトからみる小児集中治療室

本章では、前章で述べたシステムを稼働させるにあたって、必要と考えられるデータを収集する目的で行った調査に関して述べるものとする。

・あいち小児保健医療健康センター集中治療室(あいち小児 ICU)におけるレイアウト調査成果

あいち小児 ICU において、特定日の器材レイアウトについて調査を行った。あいち小児 ICU 全体レイアウトは図 4.1 の通りである。

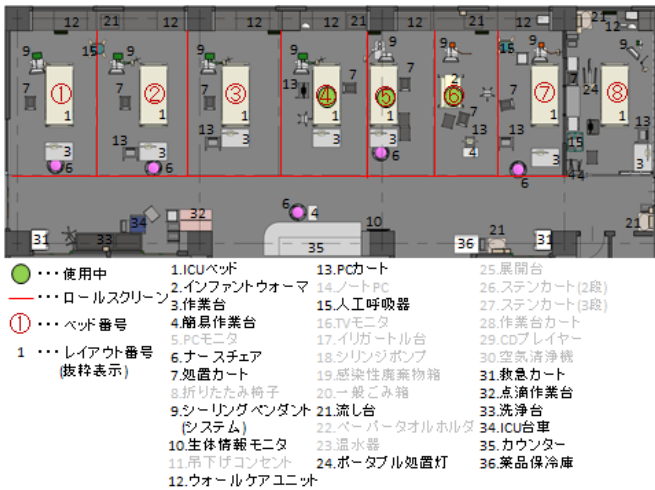


図 4.1 あいち小児 ICU 全体レイアウト(平面図)

今回の調査において下記の状況を把握し、BIM モデルを作成した。

- ・非個室ベッドまわりの機器・物品レイアウト
- ・個室ベッドまわりの機器・物品レイアウト
- ・カート及び機器における収納物品、構成物品情報

各ベッドに共通する物品を抽出して、PICU における標準レイアウトを抽出した。この標準レイアウトを現在建設中である救急棟 PICU の BIM に表現し、十分な広さがあるかどうか、施工プロット図とあわせて、スタッフの方に確認して頂いた。今後の課題として、実際の患者が入った時の物品及び人の動きを把握し、稼働状況モデルを BIM 上に作成、計画中の PICU の稼働状況モデルとして検証を行う。また、教育用のシミュレーターとしても活用できるようにしていくものとする。

表 4.1 ベッドまわり器材一覧表

対象領域	bed1	bed2	bed3	bed4	bed5	bed6	bed7	bed8	周辺	bed5	bed6	bed7	bed8
調査回	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
専有幅(mm)(内寸幅)	2850	3000	3000	2900	2200	2100	2150	2875	-	2200	2100	2150	2875
専有面積(m ²)	13.5	14.2	14.2	13.8	10.4	10.0	10.2	14.5	-	10.4	10.0	10.2	14.5
患者の有無	無	無	無	有	有	有	無	無	-	無	無	有	無
1 ICUベッド	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2 インファントウォーマ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3 作業台	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4 簡易作業台	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5 PCモニタ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6 ナースチェア	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
7 処置カート	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8 折りたたみ椅子	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9 シーリングペンダント(システム)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10 生体情報モニタ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
11 吊下げコンセント	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
12 ウォールケアユニット	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
13 PCカート	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
14 ノートPC	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
15 人工呼吸器	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
16 TVモニタ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
17 イリガートル台	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
18 シリンジポンプ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
19 感染性廃棄物箱	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
20 一般ごみ箱	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
21 流し台	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
22 ペーパータオルホルダ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
23 温水器	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
24 ポータブル処置灯	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
25 展開台	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
26 ステンカート(2段)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
27 ステンカート(3段)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
28 作業台カート	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
29 CDプレイヤー	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
30 空気清浄機	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
31 救急カート	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
32 点滴作業台	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
33 洗浄台	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
34 ICU台車	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
35 カウンター	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
36 薬品保冷庫	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

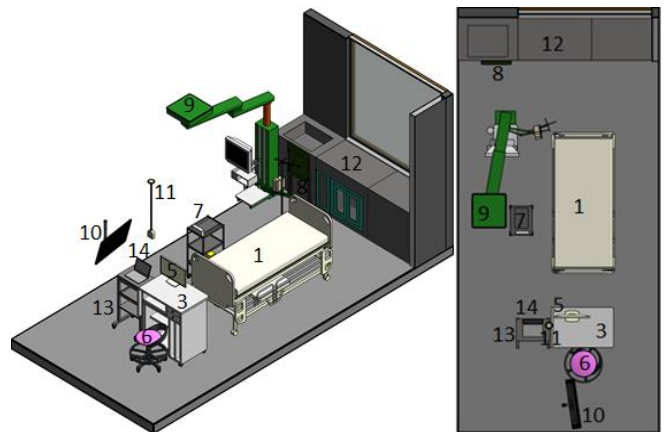


図 4.2 非個室ベッドの器材レイアウト

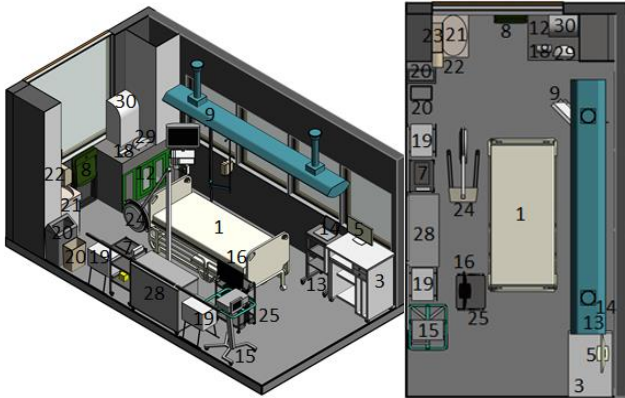


図 4.3 個室ベッドの器材レイアウト

表 4.2 器材一覧表(左:非個室ベッド,右:個室ベッド)

対象領域	bed1	bed2	bed3	bed7	bed5	bed6	対象領域	bed8	bed9
調査回	2	2	2	2	1	1	調査回	2	1
専有幅(mm)(内寸幅)	2850	3000	3000	2150	2200	2100	専有幅(mm)(内寸幅)	2875	2875
専有面積(m ²)	13.5	14.2	14.2	10.2	10.4	10.0	専有面積(m ²)	14.5	14.5
患者の有無	無	無	無	無	無	無	患者の有無	無	無
1 ICUベッド	○	○	○	○	○	○	1 ICUベッド	○	○
2 インフュージョンポンプ	○	○	○	○	○	○	2 インフュージョンポンプ	○	○
3 作業台	○	○	○	○	○	○	3 作業台	○	○
4 簡易作業台	○	○	○	○	○	○	4 簡易作業台	○	○
5 PCモニター	○	○	○	○	○	○	5 PCモニター	○	○
6 ナースチェア	○	○	○	○	○	○	6 ナースチェア	○	○
7 処置カート	○	○	○	○	○	○	7 処置カート	○	○
8 折りたたみ椅子	○	○	○	○	○	○	8 折りたたみ椅子	○	○
9 シーリングベンダント(システム)	○	○	○	○	○	○	9 シーリングベンダント(システム)	○	○
10 生体情報モニター	○	○	○	○	○	○	10 生体情報モニター	○	○
11 吊下げコンセント	○	○	○	○	○	○	11 吊下げコンセント	○	○
12 ウォールケアユニット	○	○	○	○	○	○	12 ウォールケアユニット	○	○
13 PCカート	○	○	○	○	○	○	13 PCカート	○	○
14 ノートPC	○	○	○	○	○	○	14 ノートPC	○	○
15 人工呼吸器	○	○	○	○	○	○	15 人工呼吸器	○	○
16 TVモニター	○	○	○	○	○	○	16 TVモニター	○	○
17 イリガートル台	○	○	○	○	○	○	17 イリガートル台	○	○
18 シリンジポンプ	○	○	○	○	○	○	18 シリンジポンプ	○	○
19 感染性廃棄物箱	○	○	○	○	○	○	19 感染性廃棄物箱	○	○
20 一般ごみ箱	○	○	○	○	○	○	20 一般ごみ箱	○	○
21 流し台	○	○	○	○	○	○	21 流し台	○	○
22 ベーバータオルホルダ	○	○	○	○	○	○	22 ベーバータオルホルダ	○	○
23 温水器	○	○	○	○	○	○	23 温水器	○	○
24 ポータブル処置灯	○	○	○	○	○	○	24 ポータブル処置灯	○	○
25 展開台	○	○	○	○	○	○	25 展開台	○	○
26 ステンカート(2段)	○	○	○	○	○	○	26 ステンカート(2段)	○	○
27 ステンカート(3段)	○	○	○	○	○	○	27 ステンカート(3段)	○	○
28 作業台カート	○	○	○	○	○	○	28 作業台カート	○	○
29 CDプレイヤー	○	○	○	○	○	○	29 CDプレイヤー	○	○
30 空気清浄機	○	○	○	○	○	○	30 空気清浄機	○	○

各病床の共通器材を抽出,器材レイアウトを決定した.

・ BIM を活用した施工図確認の状況



図 4.4 あいち小児救急棟ヒアリングの様子

平面図,展開図,天井伏図といった2次元モデルでは,理解困難であった事柄をスタッフ及び建設会社,設計者,備品業者にて課題を共有できて議論が進められていった.特に,

- ・ 個室側面に窓越面会のための大きな窓が必要
- ・ 薬品庫(調剤室)からベッドへの視界の確保
- ・ ブラインド内蔵窓の開閉優先順位
- ・ 各ベッドの照明を調光式にする
- ・ PICU オープンベッドの天井周りを壁で仕切る

・ スタッフステーションまわり間接照明の反射部分にはほこりがたまらないかという懸念
 といった事柄についての議論が行われていたことに,BIM による図面確認の意義を感じた.

第 5 章 総括

本研究における成果を明示すると共に,今後の研究の展望について述べるものとする.本研究における成果は次の3点である.

- 1.PICU を取り巻く状況の把握(2 章)
- 2.BIM を用いた FM システム開発の方向性の提示(3 章)
- 3.器材レイアウト調査で収集したデータ(4 章)

・ 今後の展望

今後の課題としては以下の3点が挙げられる.

- ・ PICU に関する最新動向,研究等の把握
- ・ PICU における症例等の属性情報も含めた詳細調査
- ・ FM システム開発の試行錯誤と具現化

日本における PICU 研究は現在発展途上であり,今後も最新研究等を把握する必要があると共に,以降は臨床現場で詳細な調査を行い,試行錯誤しながらシステムを構築することで具現化を進めていく必要がある..

参考文献

- 1). 加藤雅之,加藤彰一; 新生児・小児集中治療室のファシリティマネジメント研究,三重大学大学院工学研究科建築学専攻修士論文,2014
- 2). 厚生労働省; 平成 23 年医療施設静態調査.(表番号:J71,統計表名: 病院数(重複計上);病床数;取扱患者延数, 特殊診療設備・一般病院(再掲)・開設者別)
- 3). 日本集中治療医学会小児集中治療委員会; 小児特定集中治療室管理料の算定対象となる PICU(pediatric ICU)のあり方,日本集中治療医学会誌,Vol21,pp297-299,2014
- 4). 久我修二,六車崇; 小児集中治療におけるシミュレーション教育プログラム,ICU と CCU,Vol.34(12),pp1057-1063,2010
- 5). 池山貴也,清水直樹,阪井裕一; 小児救急における危機管理能力獲得のためのシミュレーション教育の有効性,日本小児科学会雑誌,113(8),pp1258-1263,2009
- 6). Mary D.Patterson, George T.Blike, Vinay M.Nadkarni ; in Situ Simulation: Challenges and Results,2008
- 7). NTT ファシリティーズ総研; 2014 年度研究報告書 FM 領域における BIM 活用の可能性, http://www.ntt-fsoken.co.jp/research/pdf/2014_09.pdf (2015/1/30 参照)
- 8). AIA; AIA Documents E202™-2008, (2015/1/31 参照) <http://www4.fm.virginia.edu/fpc/ContractAdmin/ProfSvcs/BIMAIASample.pdf>
- 9). 溝上ほか;BIM・FM ガイドラインと新たなビジネスモデルに向けて,JFMA BIM・FM 研究部会,(2015/1/20 参照) <http://www.jfma.or.jp/FORUM/2014/doc/0214-1130-D.pdf>