

CIMの将来展望

～これからの30年を考える～

宮城大学事業構想学部デザイン情報学科

教授 蒔苗 耕司

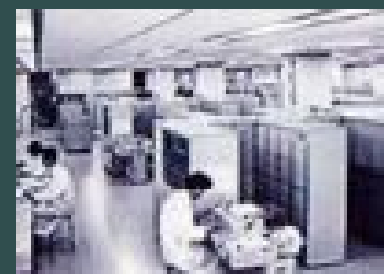
今日のアウトライン

1. これまでの30年を振り返る
～コンピュータの進歩と建設情報システム
2. 建設情報の今
～CALSからCIMへ
3. これからの30年
～どうなるCIM, これからの課題

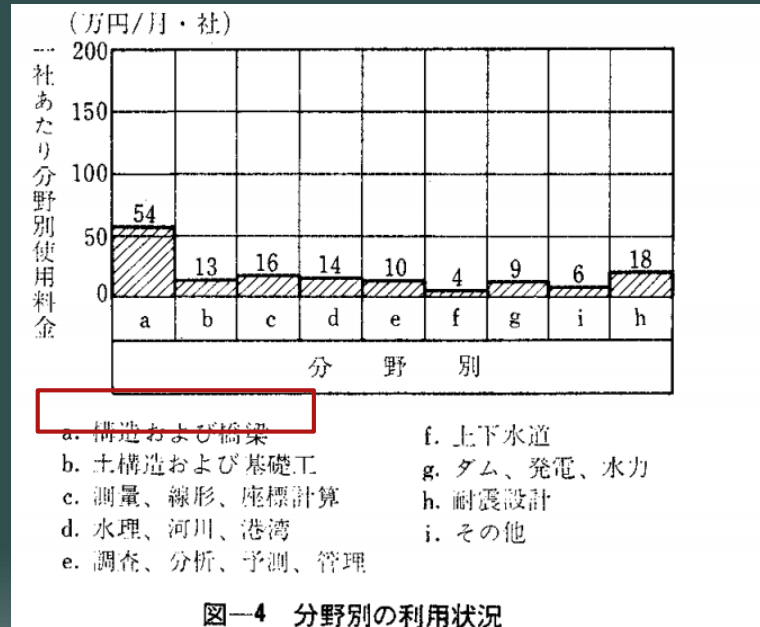
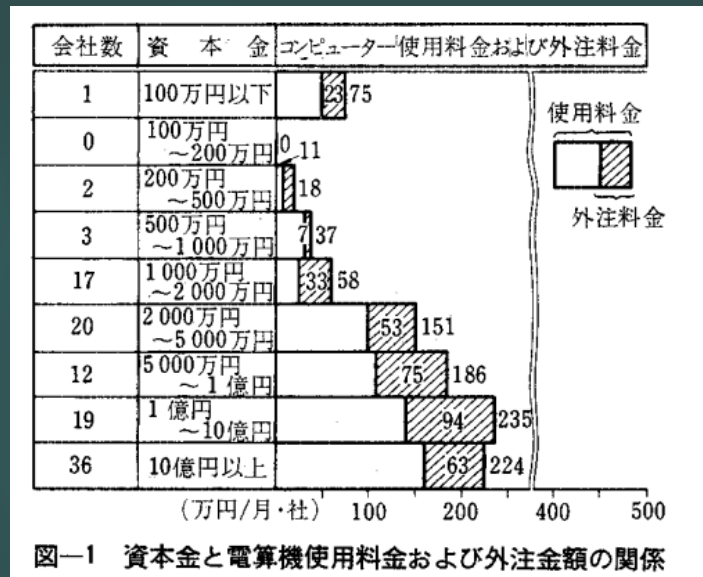
1. これまでの30年を振り返る ～コンピュータの進歩と建設情報システム～

手回し計算機から電算機へ (1970年代前半)

- ▶ 1973年：日本電信電話公社がDEMOS(Denden Kohsha Multiaccess On-line System)による科学技術計算サービスを開始
 - 構造設計・自動設計のライブラリ化が進む
 - 土木学会に『電算機利用委員会』が設置される
- ▶ 大手企業を中心に解析・計算分野での利用が進む



DIPS
http://www.ntt.co.jp/RD/organization/chronicle/images/img_04.jpg



電算機利用委員会：電算機利用に関するアンケート調査結果の概要, 土木学会誌, 60-13, 51-54, 1975.

大型機からミニコンピュータへ (1970年代後半)

- ▶ 小型電算機（ミニコンピュータ）の能力向上と普及
- ▶ 大型機に残された守備範囲は“データベース”
(積算システムとその活用の必要性)

表-2 第3回までの電算機利用シンポジウムの概要

区 分	第 1 回	第 2 回	第 3 回
開 催 期 日	昭和 51 年 11 月 4~5 日	昭和 52 年 11 月 1~2 日	昭和 53 年 11 月 9~10 日
場 所	土木学会土木図書 館講堂	発 明 会 館	土木学会土木図書 館講堂
参加論文数(件)	45	32	30
参加人員(名)	270	250	234
特 別 講 演 題 目	講演者 坂井 利之 (京都大学) 電算機利用の将来	講演者 相磯 秀夫 (慶応義塾大学) これからのミニコ ンピューター	講演者 穂鷹 良介 (筑波大学) なぜデータベース が必要か
パネルディスカ ッション題目	—	ミニコンピュータ ーのオフライン利 用	データベースと積 算システム

電算機利用委員機：電算機有効利用に関する調査研究報告書，土木学会誌，64-3, 78-82, 1979.



ミニコンピュータ：DEC PDP-7 (Wikipedia)

コンピュータ時代の到来 (1980年代)

- ▶ 大型計算機の高速度化と分散化
- ▶ ミニコンピュータ・マイクロコンピュータの普及

表-2 各社マイコンの性能比較表

区 分	PC 8001	PC 8801	PC 6001	MZ 80 B	PASOPIA	M 23 mark 3	MICRO 8	LEVEL 3
CPU	Z 80 A	←	←	←	←	←	6809	←
CLOCK	4 MHz	←	←	←	←	←	2 MHz	←
ROM (KByte)	24	32, 40	16	4	32	4	42	24
extend	8	56	16		32		64	8
RAM (KByte)	16	64+48	16	64	64+16	128	64+53	32
extend	16	32・a	16	16	32			8
Screen	36				36・19			
(H・V)	40・20	40・20	32・16	40・25	36・24	80・20	40・20	40・25
	72・25	80・25		80・25	80・20	80・25	80・25	80・25
	80				80・25			
Characters (漢字)	248	248 約 3410	248	226	248	248	220 3418	281
Matrix of Ch.	8・8	16・16	8・8	8・8	8・8	8・8	16・16	
COLOR	8	8	9	1	8	8	8	7
Graphic	80・80	640・200	64・48	320・200	160・100		640・200	80・100
Pixel	80・100	(2Page)	128・192	(2Page)	640・200		(3Page)	160・100
(H・V)	160・80	640・400	256・192					320・200
	160・100	640・200						640・200
								Max 16 p
Keyboard	JIS	←	←	ASCII	JIS	←	←	←
function key	5・2	←	←	10	8・2	7・2	14	5・2
Casset	600	600	600	2000	1600	ナシ	1600	600
Interface (bps)		1200	1200					
RS 232 C	Option	1	Option	←	1	2	1	1
Printer	Centronics	←	←	Option	Centronics	←	←	←
Interface								

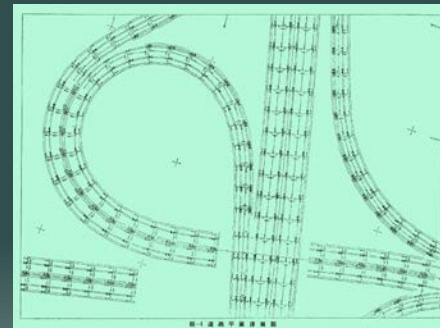


<http://www.nec.co.jp>

島田静雄：ミニコンからマイコンまでの動向，土木学会誌，67-06，9-12，1982.

コンピュータ時代の到来（1980年代）

- ▶ 進むハードウェアの小型化
 - ▶ ミニコンからEWS（エンジニアリングワークステーション）
 - ▶ マイコンからパーソナルコンピュータへ）
- ▶ グラフィックインターフェースの発達
 - ⇒土木製図システム(CAD), 画像処理の進歩
- ▶ データベースによる情報の共有化
- ▶ 自動設計や人工知能（AI技術）に高まる期待



花村義久：土木工学におけるCADの現状と課題，土木学会論文集VI，349/VI-1，97-104，1984.

1985年11月



発足

- ▶ 建設省・関連機関の建設情報の公開と活用
- ▶ 関係法人・地方公共団体等とのオンラインで有機的な連携と建設情報の有効活用を図る。
 - ① 建設情報データベース化とオンライン提供
 - ② 建設情報システムの研究開発と成果普及
 - ③ 白地図データベースの作成
 - ④ 情報提供のための全国ネットワークの構築
 - ⑤ 各種相談と斡旋
 - ⑥ 国際的な情報活動への協力等

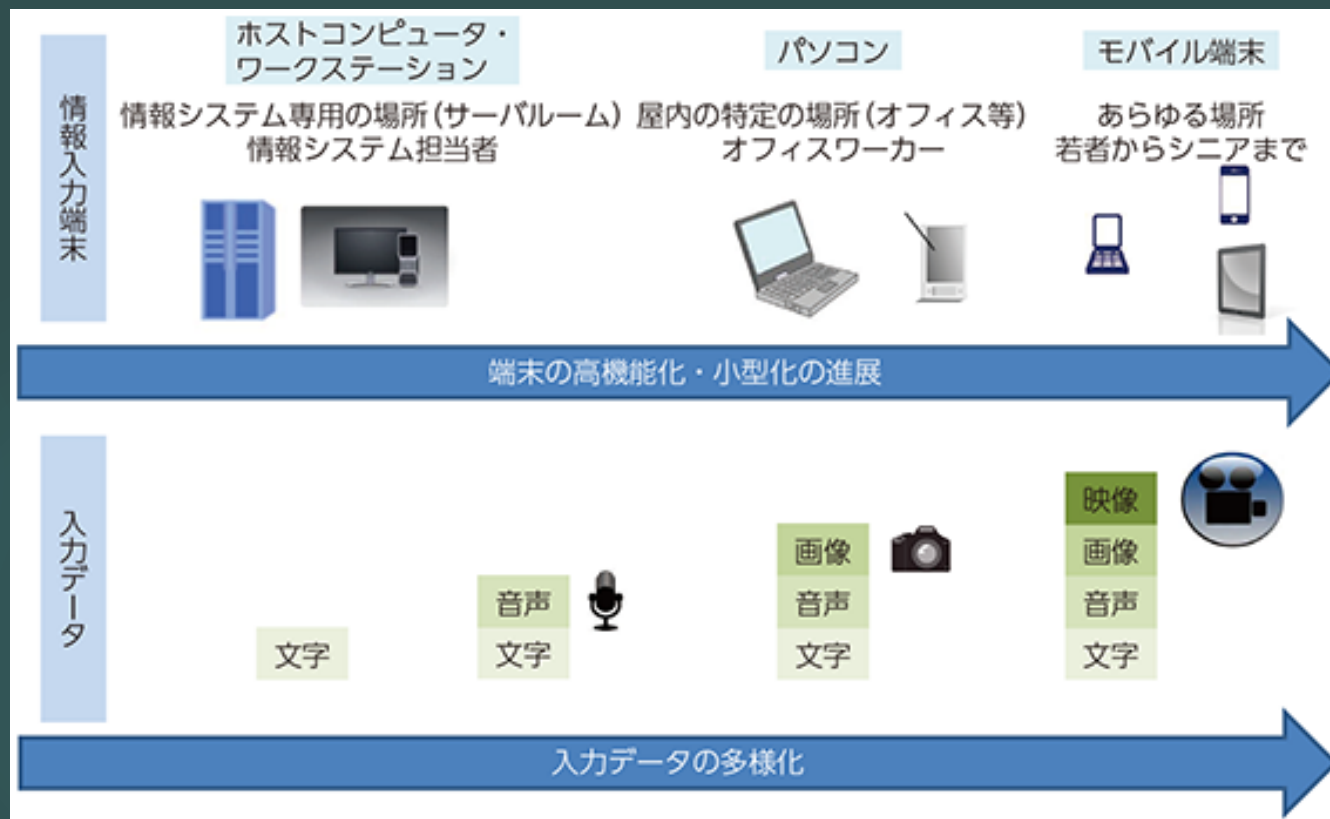


建設事業の効率化，国土の安全かつ有効な利用の推進

21世紀に向けての国民生活の高度化および経済の活性化を目指す。

(土木学会誌，No.71-1，1986より)

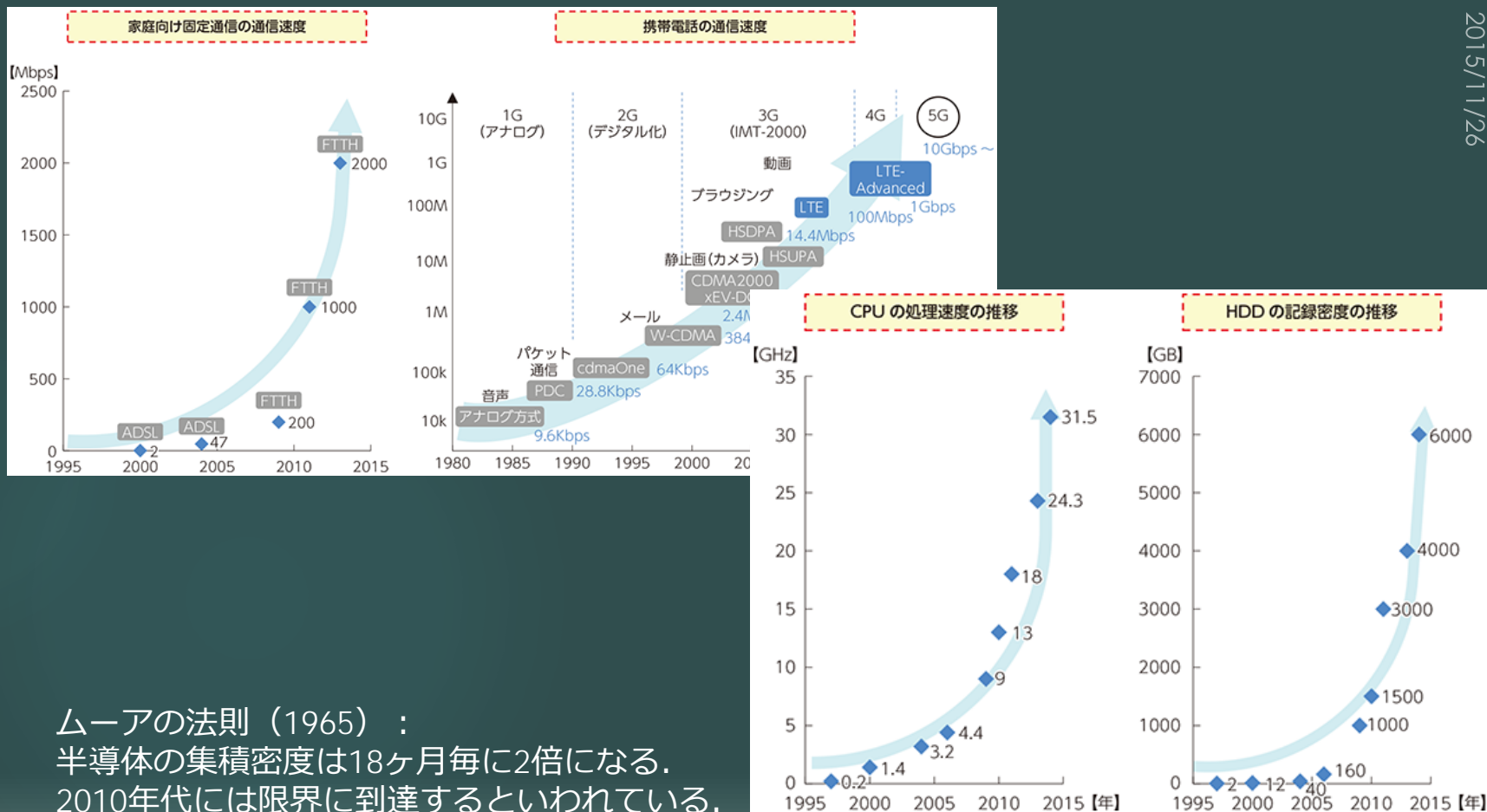
1990年代以降 ハードウェアの小型化とマルチメディア化



平成27年度版情報通信白書より

インターネット時代の到来

▶ 通信速度, CPU処理速度, 記憶密度の飛躍的な向上

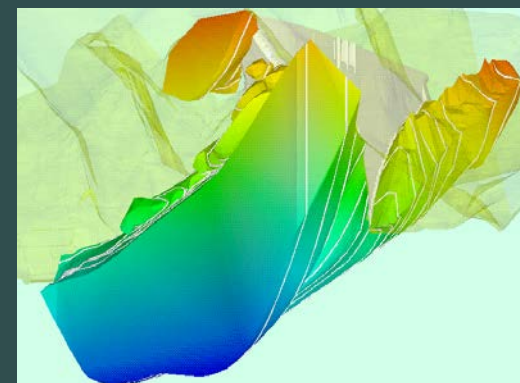
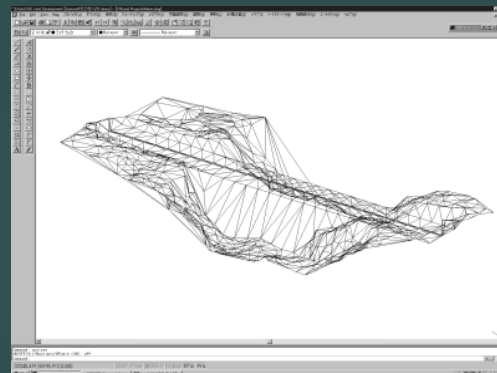
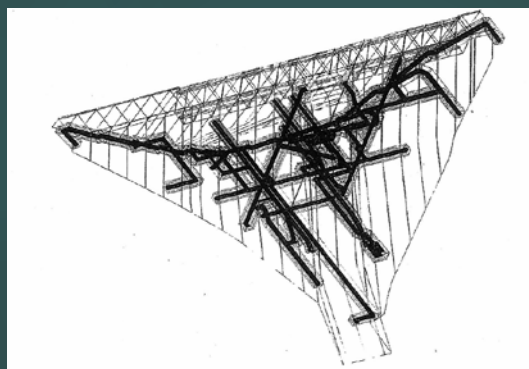
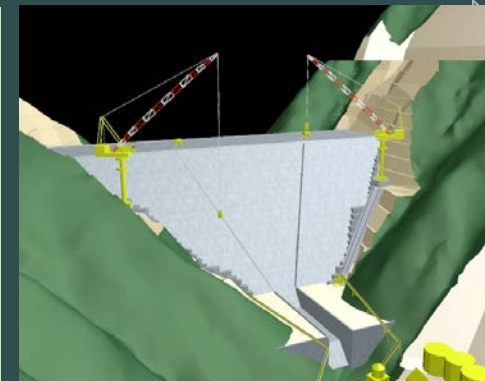
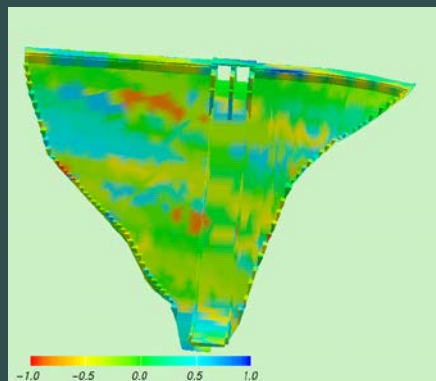
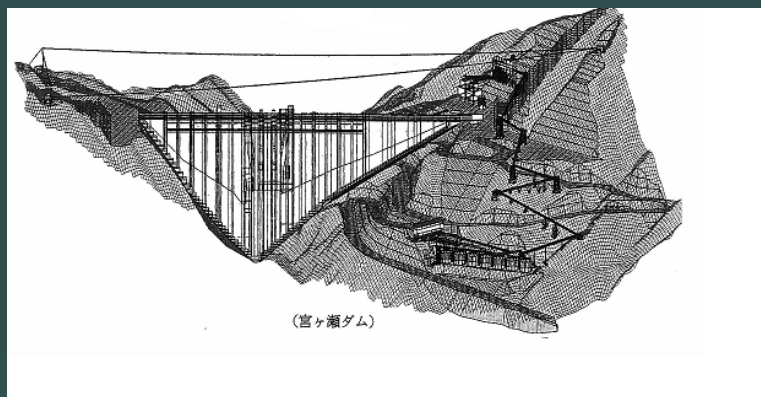


ムーアの法則 (1965) :
半導体の集積密度は18ヶ月毎に2倍になる。
2010年代には限界に到達するといわれている。

平成27年度版情報通信白書より

JACIC30 これまでの30年、これからの30年
2015/11/26

進む3次元CAD/CGの利用



平成5・6年度土木学会土木CAD小委員会活動報告書より
平成9・10年度土木学会CAD小委員会活動報告より

CALS時代の到来

- CALSの変遷

----- (米国国防総省)

- 1985 Computer-Aided Logistic Support
- 1988 Computer-Aided Acquisition and Logistic Support

----- (民間主導に移行)

- 1993 Computer Acquisition and Life-cycle Support
- 1994 Commerce At Light Speed

※1995年前後にインターネットの普及とともにCALSブームが到来

※1998 米国CALS推進団体 CALS Industry Steering Group改称

⇒Association for Enterprise Integration (AFEI)

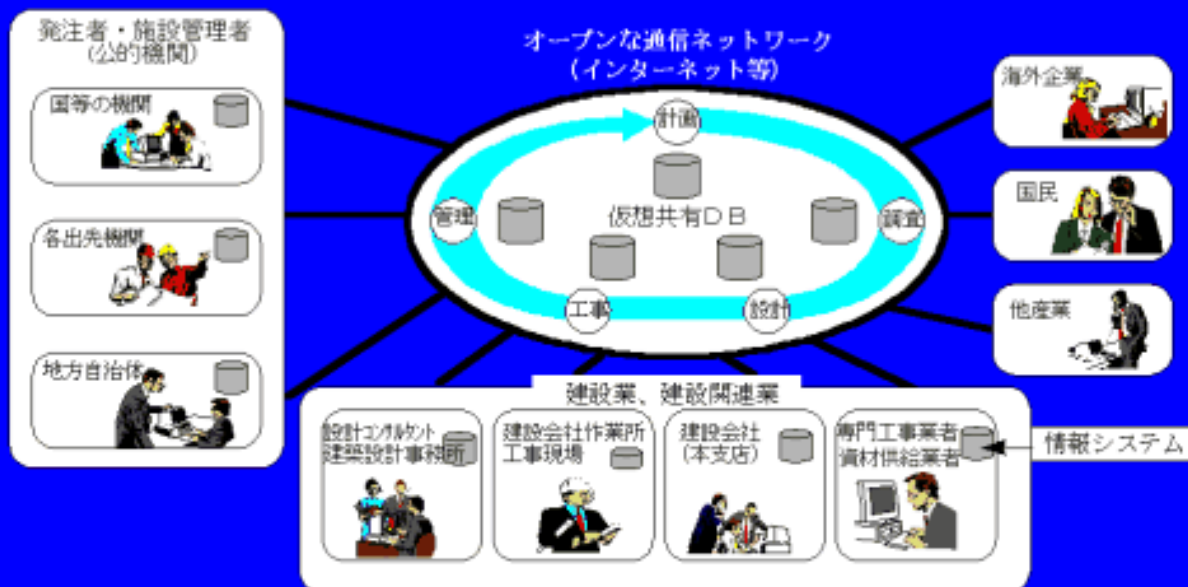
⇒Association for Enterprise Information (AFEI)

Computer-Aided の時代から
Integration / Information の時代へ

公共事業支援統合情報システムの概念

公共事業支援統合情報システム

公共事業支援統合情報システム（略称：建設CALS）とは、既存のものも含んだ数多くの情報システムから構成され、それらがネットワーク上で連携できる環境の総称である。



(建設省 (当時) 資料より)

2. 建設情報の今 ～CALsからCIMへ

CALSからCIMへ

▶ CALS/EC

- ▶ 急速な情報技術の進歩への対応
 - ▶ 電子メールやWEBの活用
 - ▶ 設計図書（図面・報告書）の電子化と情報ネットワークへの対応
 - ▶ 商取引の電子化（電子入札等）
- ▶ 既往の建設プロセスの中での電子化
 - ▶ コンピュータのより高度な利用や統合化を制約



「情報」を有機的に接続し最適化する
新しいプロセスの構築が必要である。



CIMへ

CALS/ECの実現度

一部実現
そしてCIMへ移行

実現

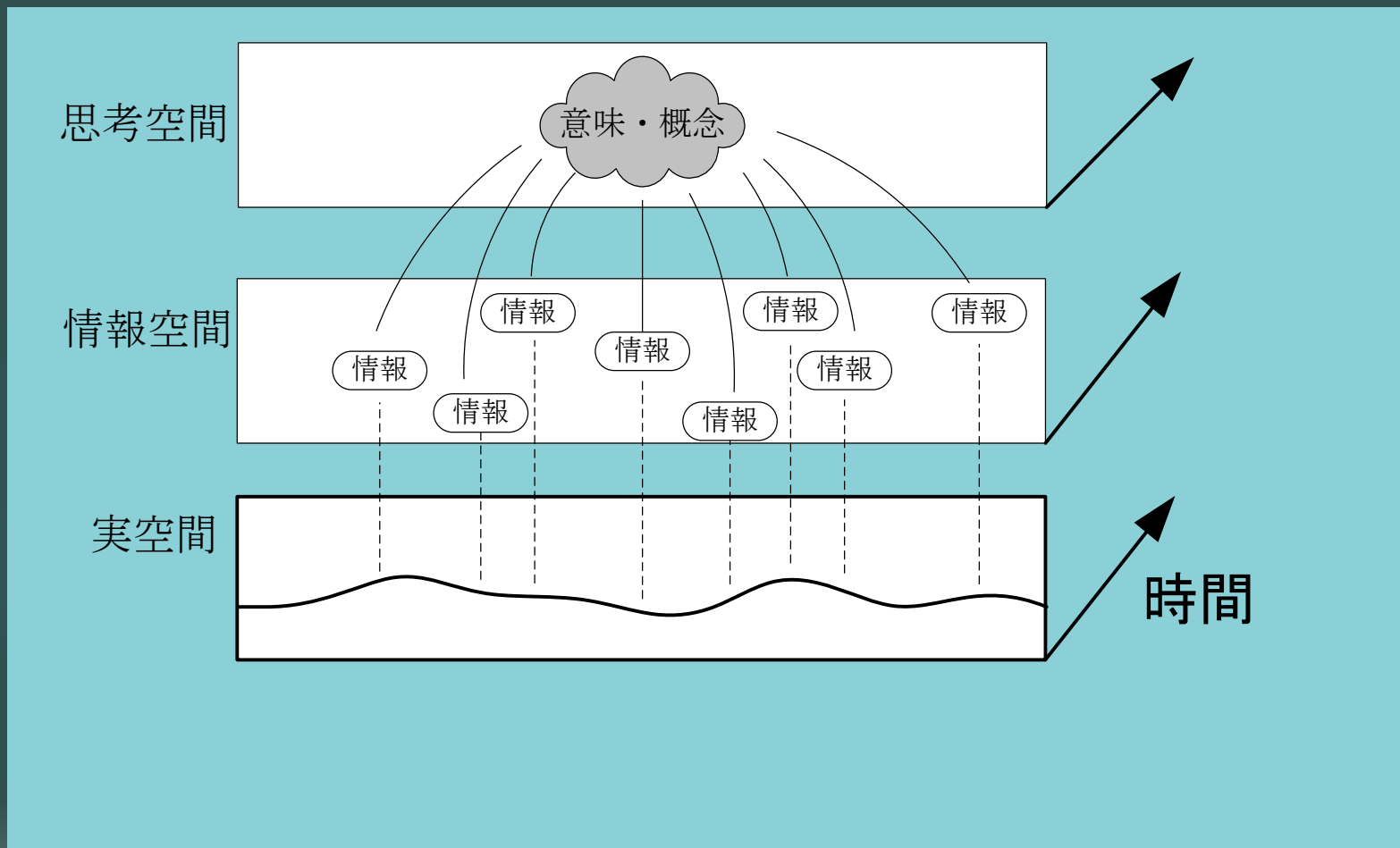
	フェーズ1(1996-1998)	フェーズ2(1999-2001)	フェーズ3(2002-2004)
整備目標	建設省全期間で電子データの受発信体制構築	一定規模の工事などに電子調達システム導入	建設省直轄事業のすべてのプロセスに電子データの交換・共有・連携を実現
実現内容	<ul style="list-style-type: none"> ・事業に関する情報の伝達・交換を電子メール化 ・電子媒体または電子メールによる申請・届け出 ・調達情報HP掲載 ・調達情報に関するクリアリングハウス構築 	<ul style="list-style-type: none"> ・電子調達システム導入 ・事業情報の伝達・交換の電子メール化(認証あり) ・電子媒体または電子メールによる申請・届出(認証あり) ・資格審査申請オンライン化 ・ネット型積算システム導入 ・電子データ成果の有効活用 	<ul style="list-style-type: none"> ・すべての事業に電子調達活用 ・EDIによる契約事務執行 ・すべての公共事業申請・届出のオンライン化 ・事業情報の統合DB化 ・GISを利用した情報の連携・統合 ・STEP活用による施設ライフサイクルサポート
実現するために要する措置・技術	<ul style="list-style-type: none"> ・インターネット利用環境整備 ・実証フィールド実験の推進 ・電子調達に要する技術の開発 ・電子データ標準化に関する研究 	<ul style="list-style-type: none"> ・国際標準などに基づく電子データ基準化 ・電子認証システム導入 ・電子データによる成果納品実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存システムとの連携 ・STEPの一部国際標準化 ・電子データによる契約事務標準化
情報インフラ整備(光ファイバー網, 空間データ基盤など)			

次世代CALS/EC

What is CIM?

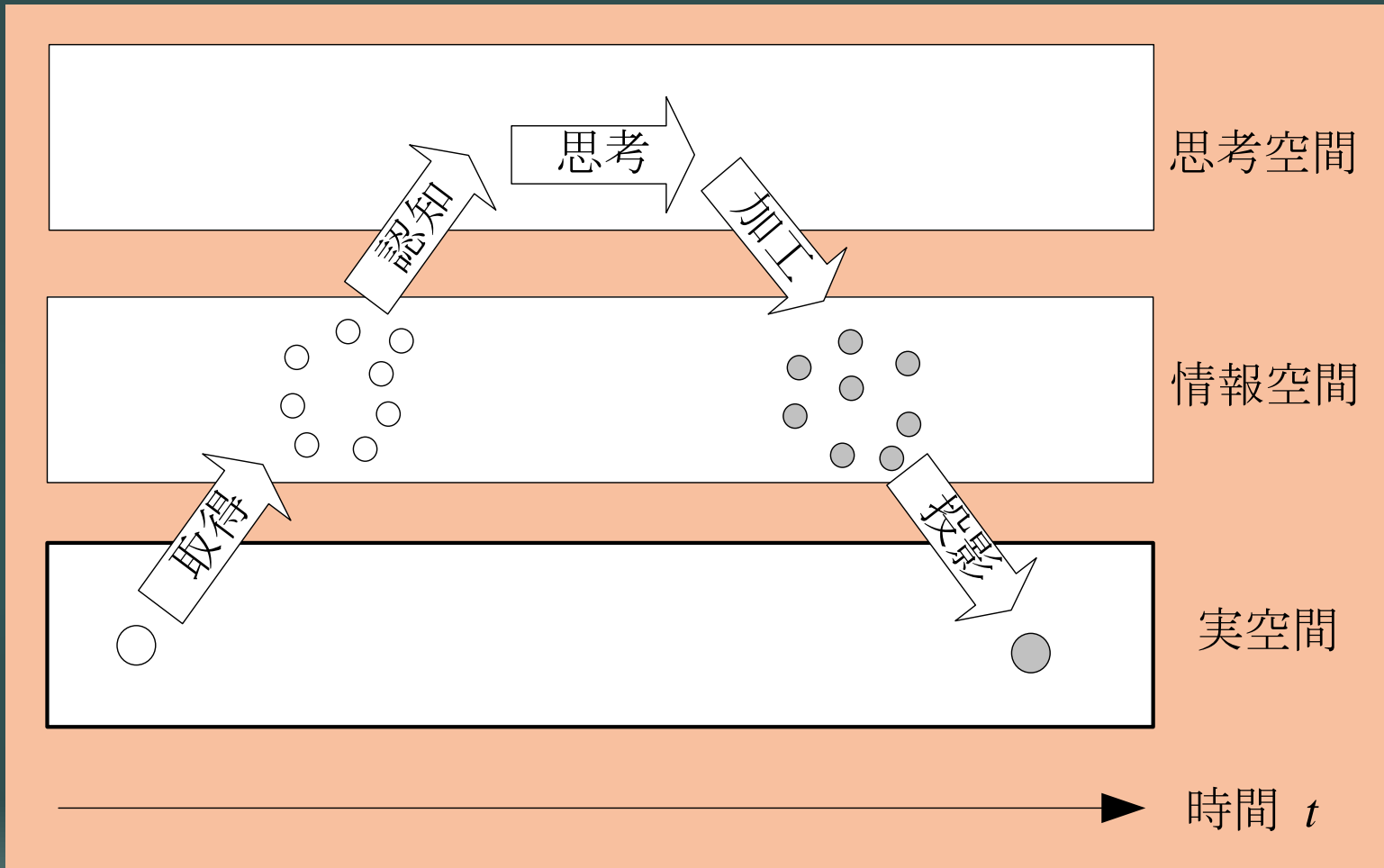
- ▶ CIM:
 - ▶ Common Information Model (情報系 ; 共通情報モデル)
 - ▶ Computer-integrated Manufacturing (製造系 ; コンピュータ統合生産) etc.
 - ▶ **Construction Information Modeling** (日本・国土交通省を中心に ; 建設情報モデリング)
⇒その後, Construction Information Modeling/Management に
 - ▶ vs. BIM (Building Information Modeling)
建築分野を中心とした情報モデリング
(3次元モデルを中心として, 設計・解析・建設・維持管理を支援する仕組みを指す)

建設プロセスにおける情報の構造 ～空間と情報，そして時間



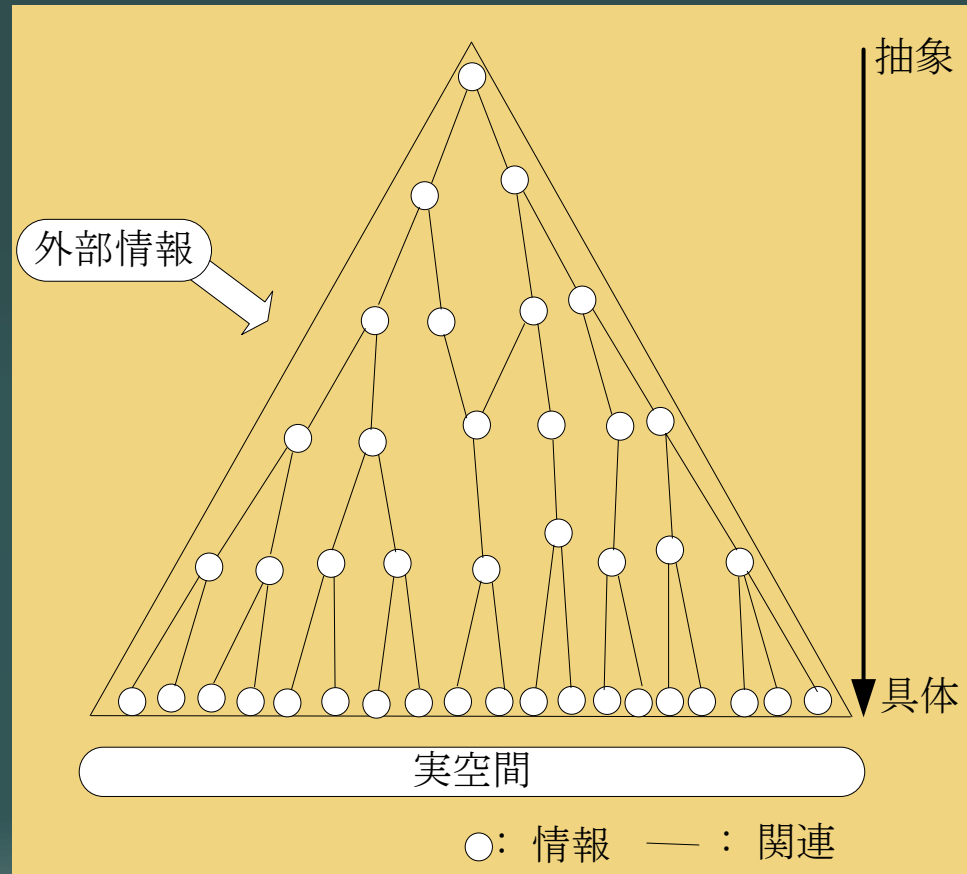
蒔苗(2008)

建設プロセスにおける情報の構造 ～建設プロセスと空間・時間と関係



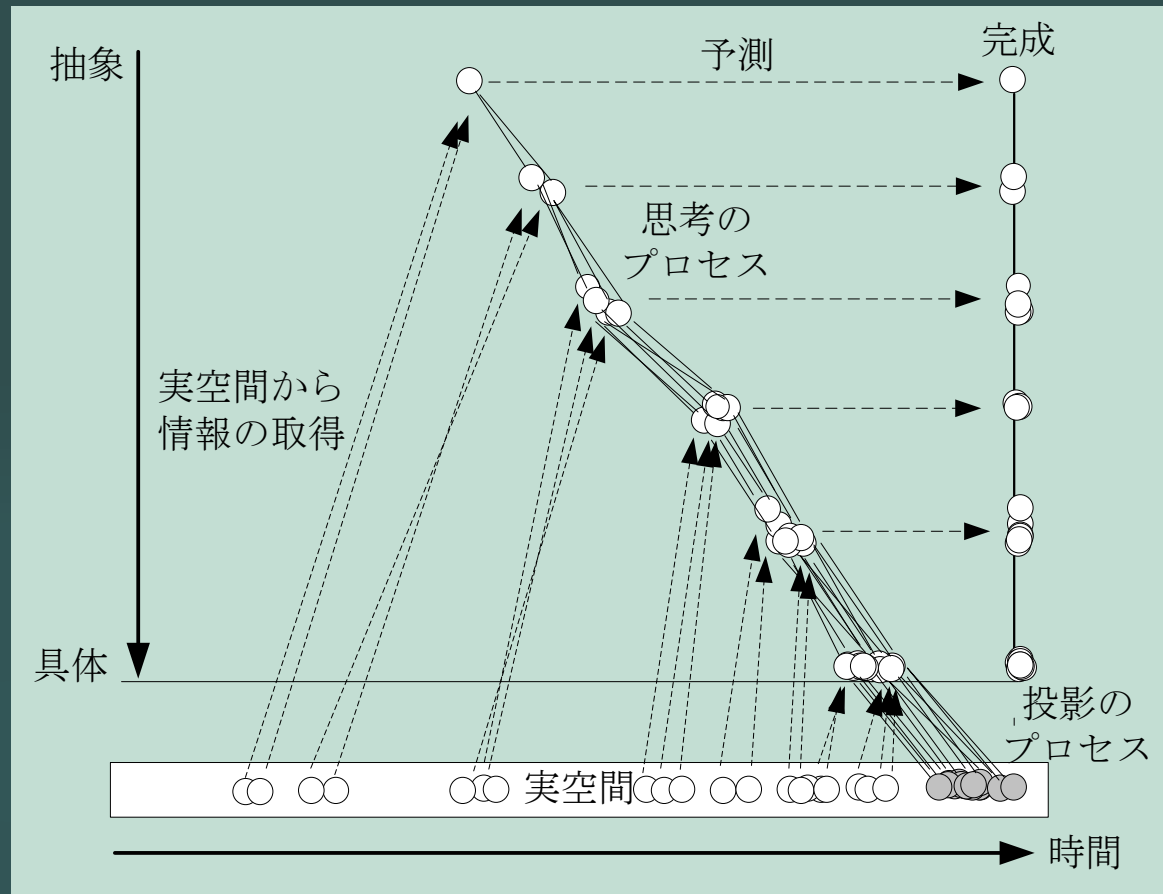
蒔苗(2008)

建設プロセスにおける情報の構造 ～建設情報のピラミッド構造



時苗(2008)

建設プロセスにおける情報の構造 ～情報ピラミッドと時間との関係



蒔苗(2008)

土木構造物は見えない情報構造物により構築されている

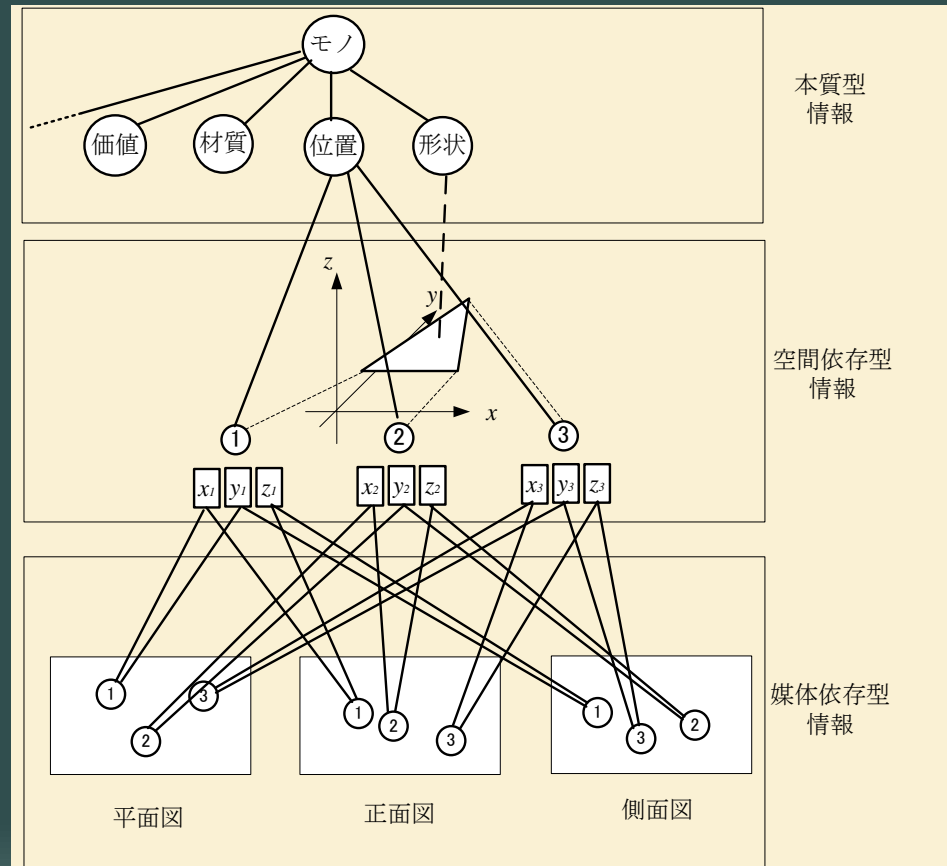
情報至上主義的発想

- ▶ 全ての人工的なモノの存在は「情報」により定められる。
- ▶ 人間の満足という情報を得るためにモノは存在する。
(←人間は満足なくして生きられない)
- ▶ 全ての人工の物質は情報と栄養の媒体である。
必要な情報と栄養を吸い取ったら、あとはゴミである。
- ▶ 個々の人間の満足⇒社会全体の満足を得る
(社会資本の役割)

Modelingの思想: 媒体依存型情報から本質型情報への転換

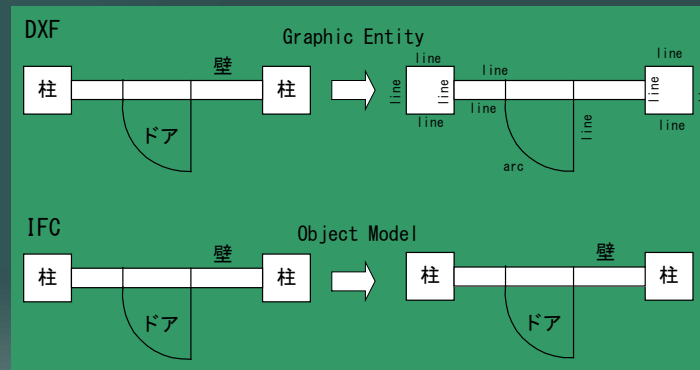
- ▶ 情報構造物に
適合した情報構造をもつ
- ▶ 人間およびコンピュータによる
モノの理解を容易にする。
(⇒プロダクトモデル)

単なる3次元モデルを作成する
仕組みではない!



プロダクトモデル

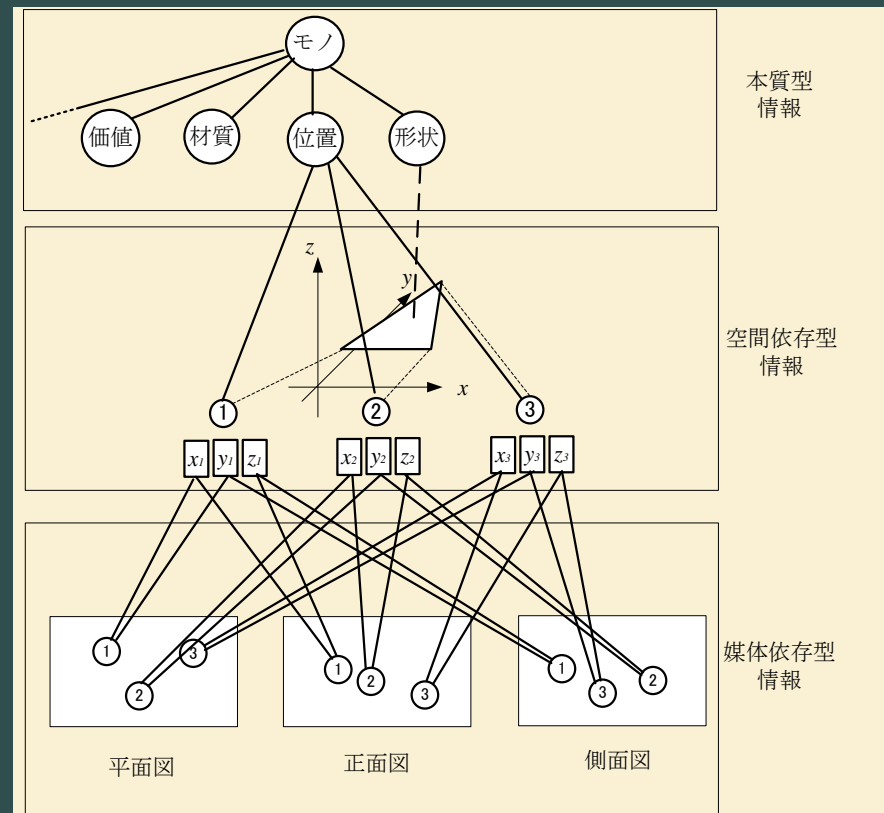
- ▶ 概念設計から詳細設計，製造，サポートまでの製品のライフサイクルの中で必要な情報を総合的に記述するモデル.
- ▶ 物体を構成する部品をオブジェクトとして扱い，それぞれに形状や材質等の属性情報を持たせ，それらを関連づけていくことにより，製品モデルを構築する。
(オブジェクトモデリング)
- ▶ 構築されたデータはソフトウェアに依存しない交換が可能となる.
- ▶ 代表的なプロダクトモデルとして，
STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data; ISO10303)
IFC(Industry Foundation Classes; ISO16739) がある.



プロダクトモデルの考え方 (IFC, IAI資料(buildingSMART)より)

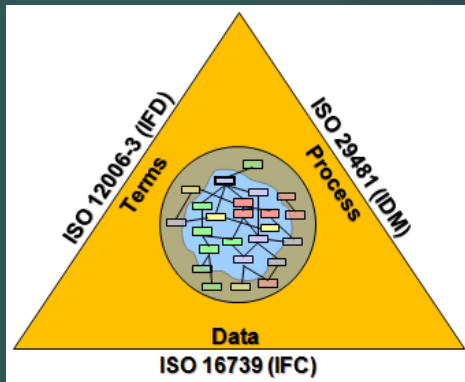
Modelingの思想: さまざまな情報を関連づける仕組み

- ▶ 関連をもたない情報
(報告書・図面・データ)
- ▶ 時間－情報空間の中で、それぞれの情報の関連を記述する枠組みが必要である。

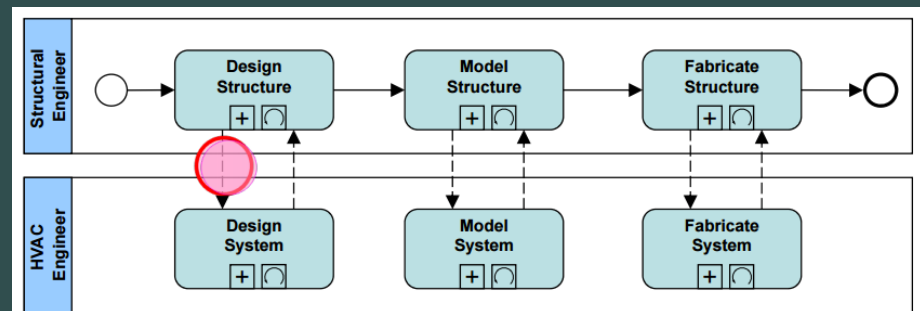


Modelingの思想: さまざまな情報を関連づける仕組み

- ▶ 設計：構築のための事象の繋がりを情報として記述施工：それを実世界で遂行するプロセス
- ▶ 情報化施工や建設ロボットの活用を考える上で、構築プロセスを記述する枠組みの確立が必要である
- ▶ buildingSMARTによる
IDM (Information Delivery Manuals: ISO29481)

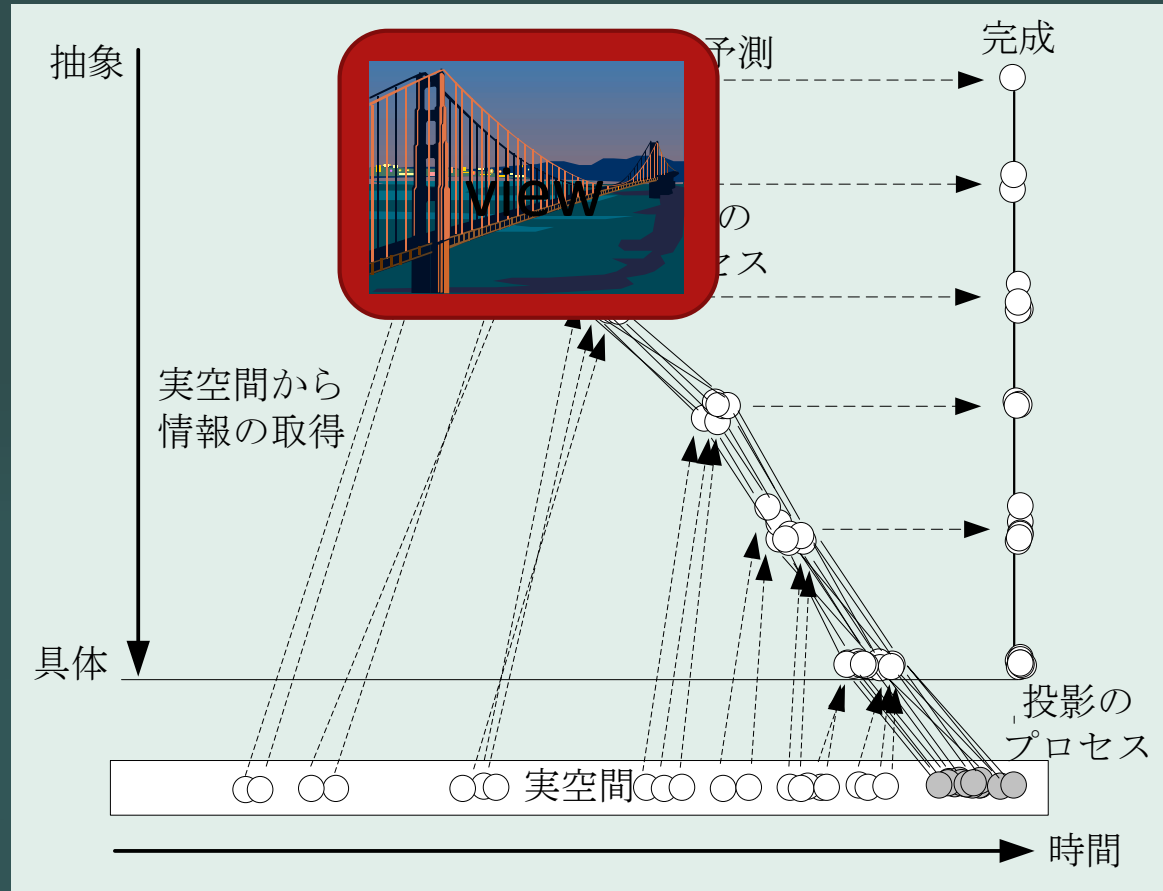


buildingSMART Standards
(<http://www.buildingsmart-tech.org/>)



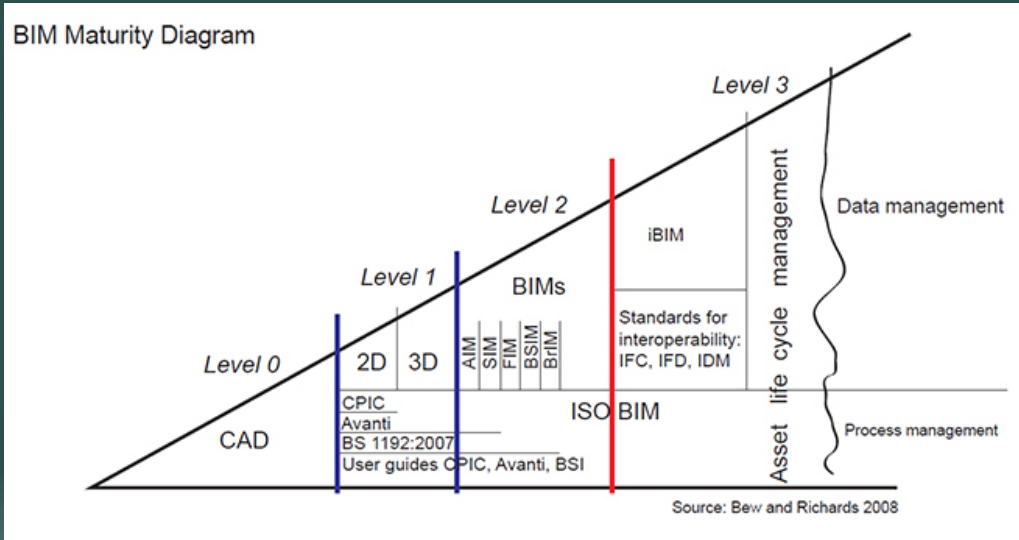
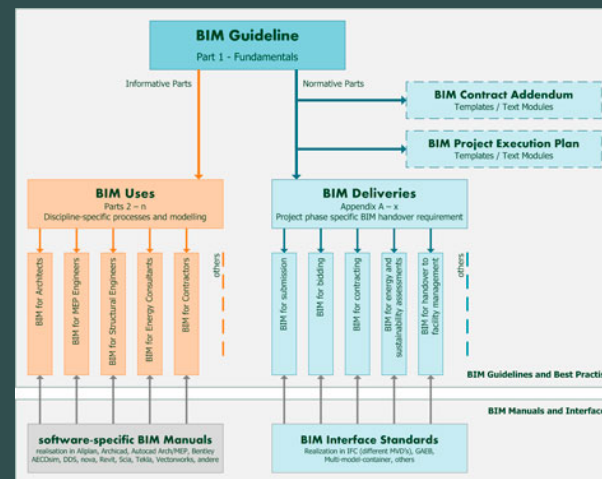
http://www.it.civil.aau.dk/it/education/reports/building_smart/WS4_IDM_ProcessMapping.pdf

情報構造物とビュー (View)



土木構造物は見えない情報構造物により構築されている

世界で進むBIMの取組み



JACIC30 これまでの30年、これからの30年
2015/11/26

世界で進むBIMの取組み

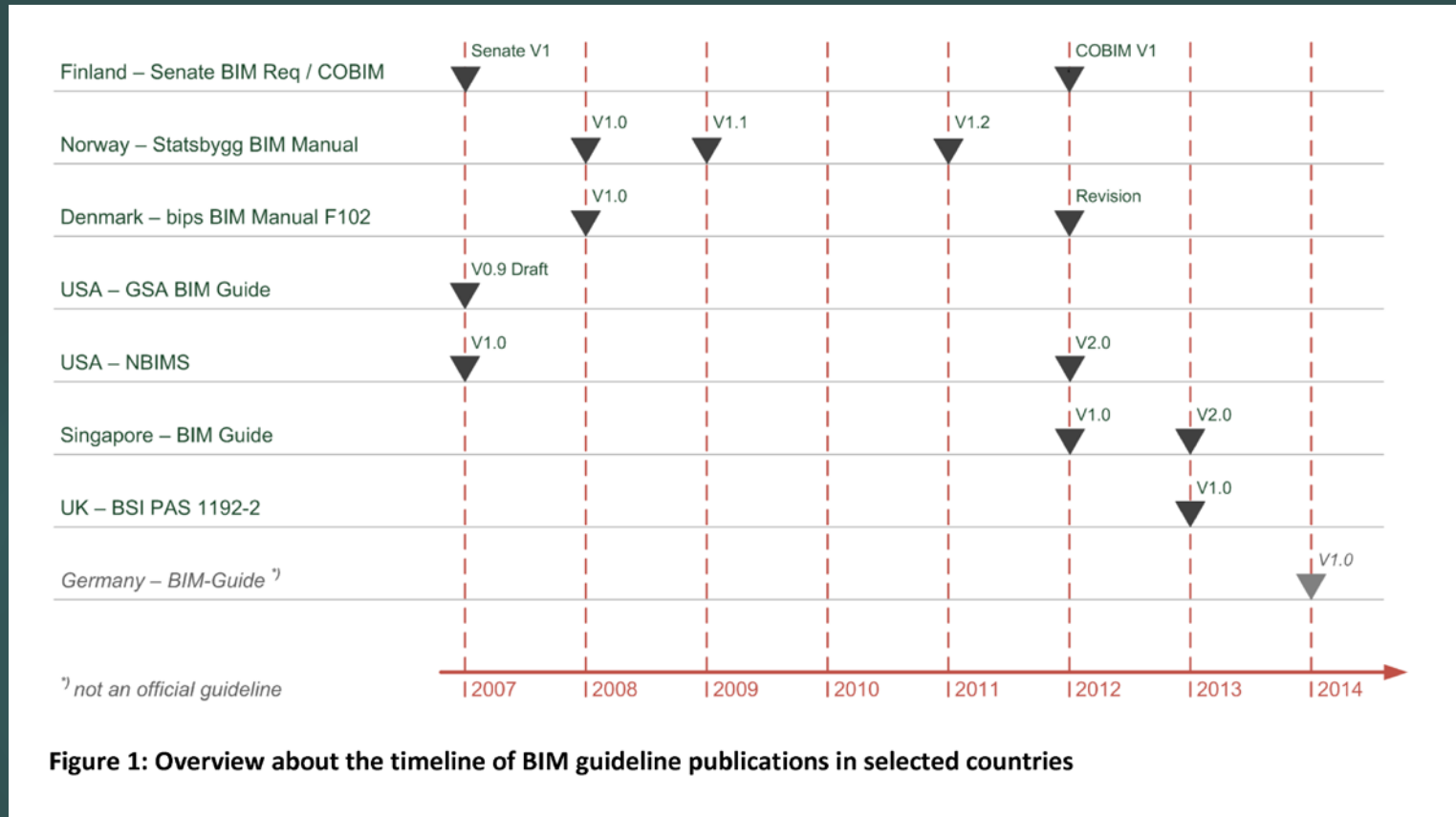
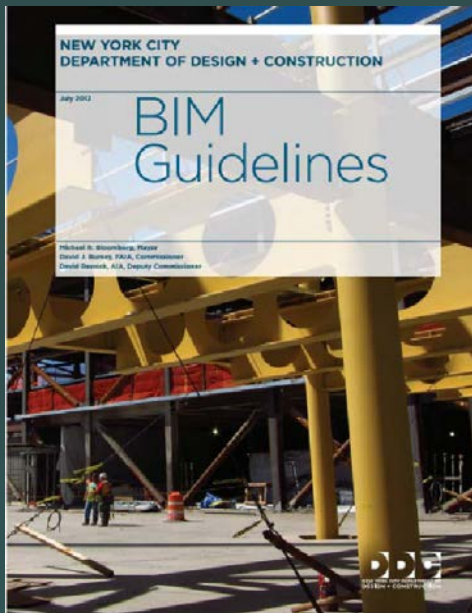


Figure 1: Overview about the timeline of BIM guideline publications in selected countries

BBSR(独), Bim Guide for Germany, Information und Gudebook Abstract, 2013

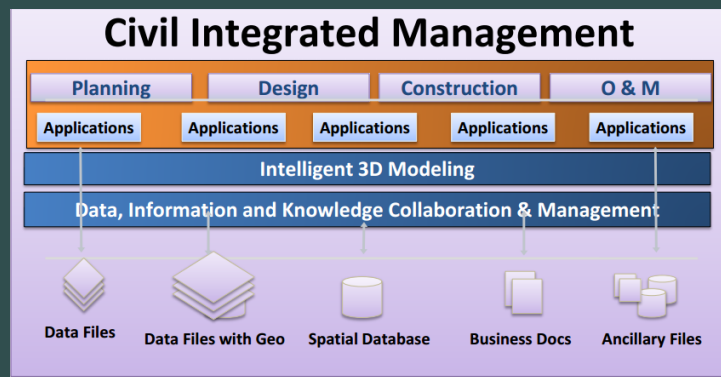
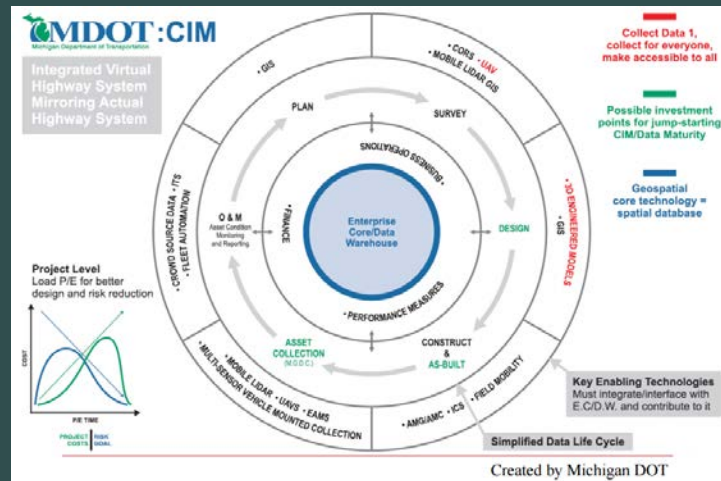
世界で進むBIMの取組み



NYCDDC(USA)



Massport (USA)



FHWA, DOTにおけるCIMの取組み (Civil Integrated Management)

JACIC30 これまでの30年、これからの30年
2015/11/26

世界で進むBIMの取組み

▶ 環境エネルギー問題への適用

SEMANTO (EU)
(Semantic Tools for Carbon Reduction in Urban Planning)

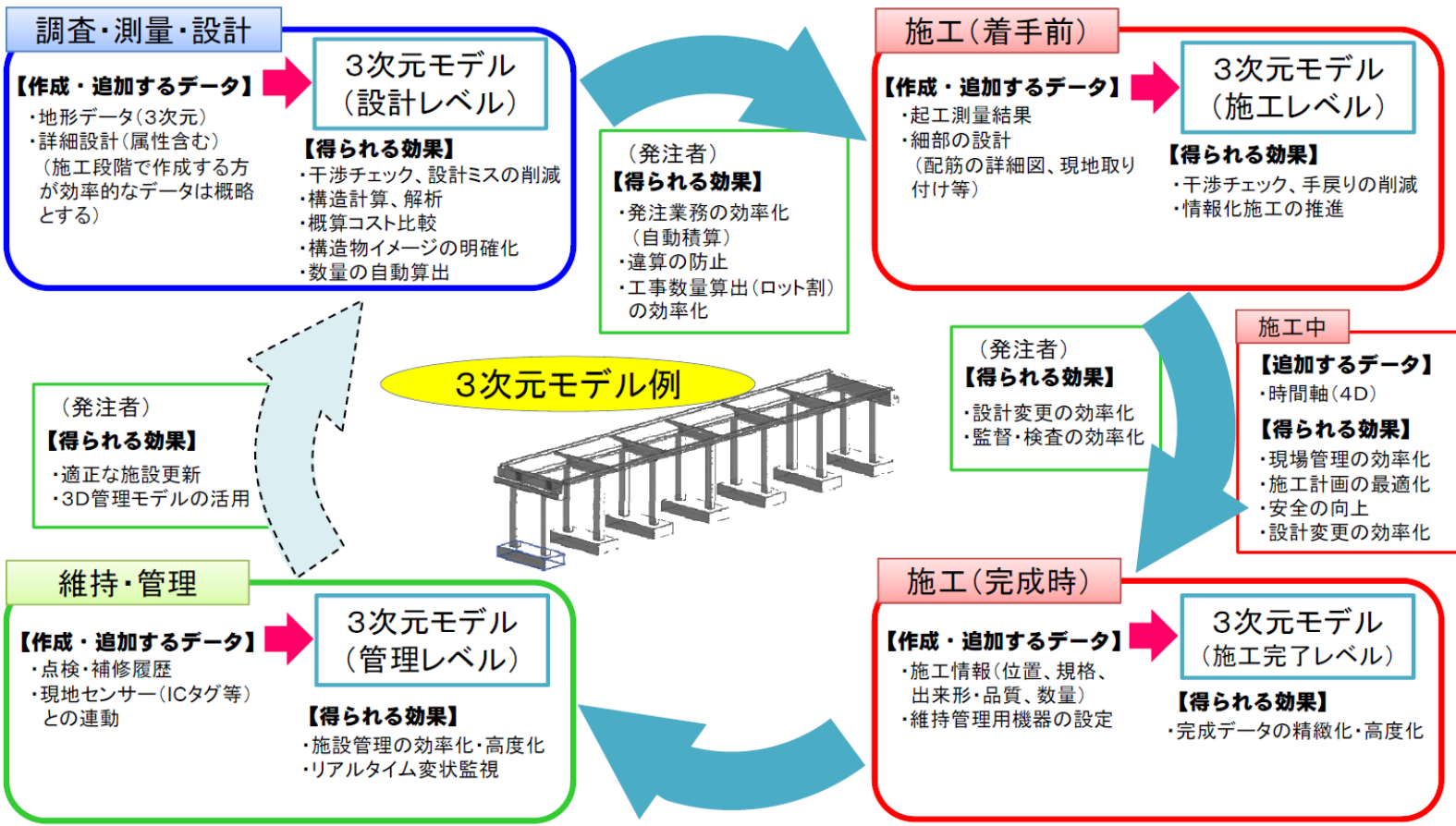
▶ CO₂削減のための基盤情報としての活用



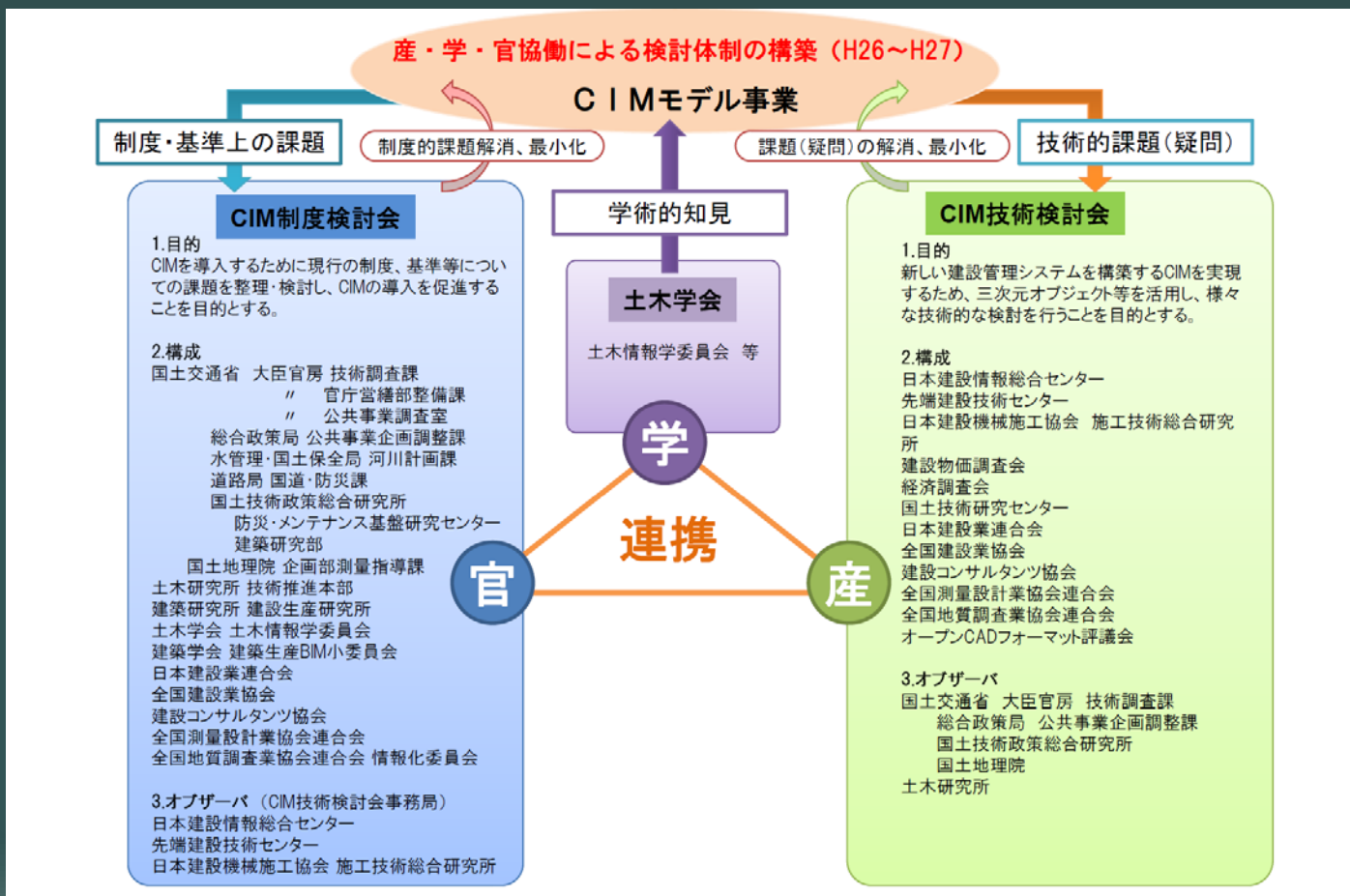
<http://www.semanto-project.eu/>

日本国内の取組み－国土交通省CIM

3次元モデルの連携・段階的構築



日本国内の取組み－国土交通省CIM



日本国内の取組み - 国土交通省CIM

産学官によるCIM構築の検討箇所及び体制(案)

産：CIM技術検討会 等
学：土木学会
官：大臣官房技術調査課、水管理・国土保全局、道路局、国総研
(事務局：(一財)日本建設情報総合センター)

河川CIM

◆箇所：萩原築堤運河他工事等
◆体制：
・産 (一社)日本建設業連合会
 (一社)全国建設業協会
 (一社)建設コンサルタツ協会
・学 熊本大学 小林 一郎 教授
・官 大臣官房技術調査課、水管理・国土保全局、国総研、
 北陸地方整備局企画部技術管理課、千曲川河川事務所


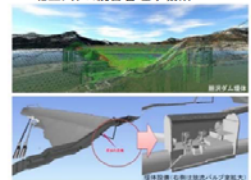


図-1 萩原地区の3次元築堤モデル

ダムCIM

◆箇所：胆沢ダム
◆体制：
・産 (一社)日本建設業連合会
 (一社)建設コンサルタツ協会
・学 宮城大学 蒔苗(マキノ) 耕司 教授
・官 大臣官房技術調査課、水管理・国土保全局、国総研、
 北陸地方整備局企画部技術管理課、河川部河川管理課
 北上川ダム統合管理事務所




橋梁CIM

◆箇所：国道4号東埼玉道路 大落古利根川側道橋
◆体制：
・産 (一社)日本建設業連合会
 (一社)建設コンサルタツ協会
 (一社)日本橋梁建設協会
・学 東京都大学 皆川 勝 教授
・官 大臣官房技術調査課、道路局、国総研、
 関東地方整備局企画部技術管理課、
 北首都国道事務所



トンネルCIM

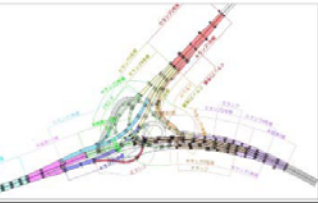
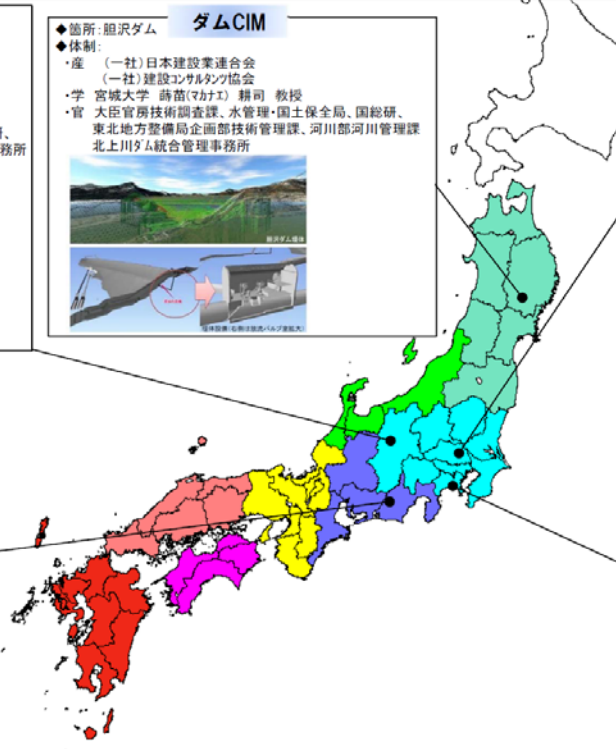
◆箇所：佐久間道路 浦川地区第一トンネル
◆体制：
・産 (一社)日本建設業連合会
 (一社)建設コンサルタツ協会
 (一社)全国地質調査業協会連合会
 (一社)オープンCAD7フォーマット評議会
・学 熊本大学 小林 一郎 教授
・官 大臣官房技術調査課、道路局、国総研、
 中部地方整備局企画部技術管理課、
 浜松河川国道事務所



トンネルモデル

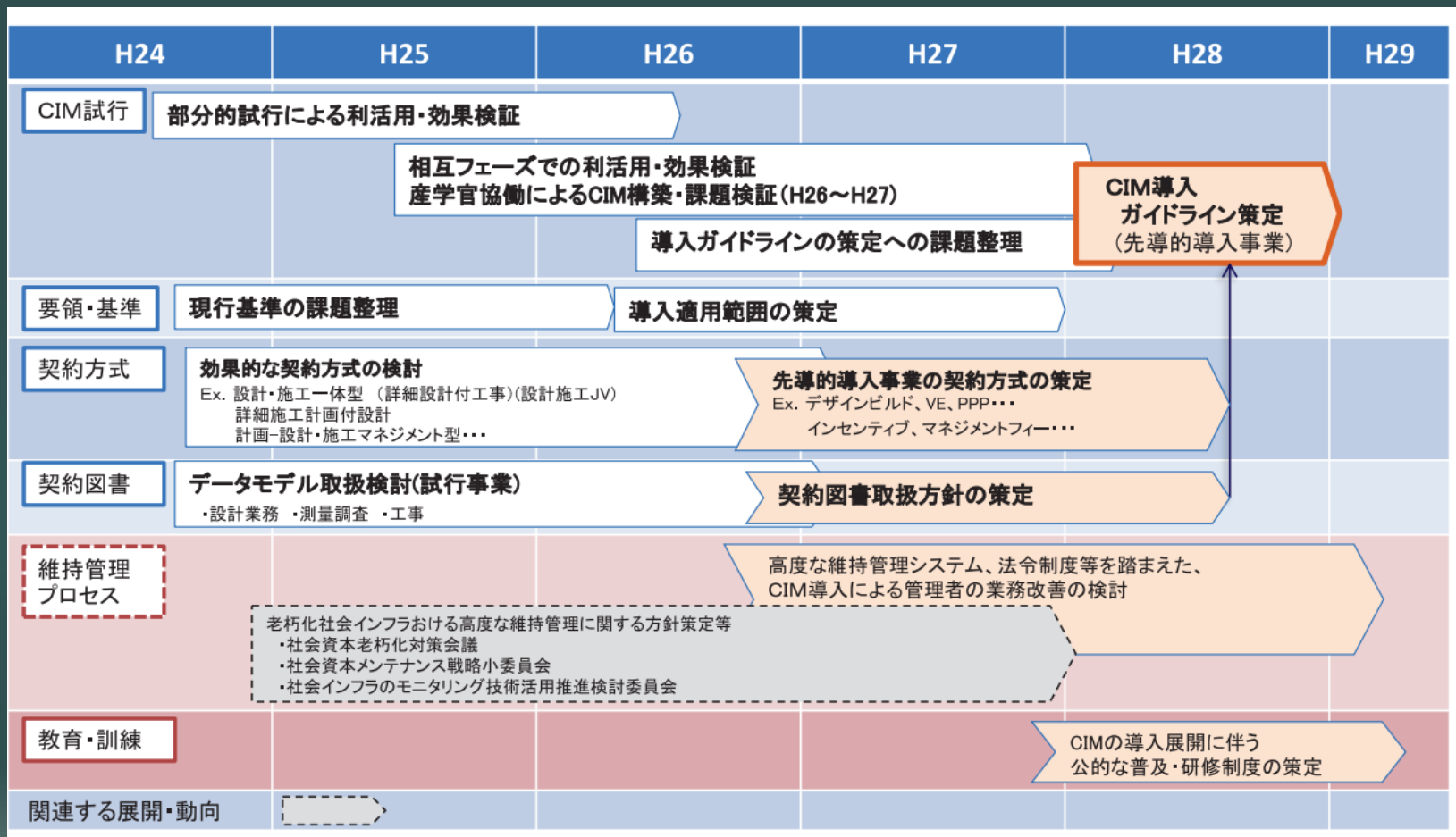
橋梁CIM

◆箇所：横浜環状南線 栄IC・JCT(仮称)
◆体制：
・産 (一社)日本建設業連合会
 (一社)建設コンサルタツ協会
 (一社)日本橋梁建設協会
・学 東京都大学 皆川 勝 教授
・官 大臣官房技術調査課、道路局、国総研、
 関東地方整備局企画部技術管理課、横浜国道事務所

国土交通省記者発表資料より

日本国内の取組み – 国土交通省CIM



CIM導入ロードマップ (国土交通省)

3. これからの30年 ～どうなるCIM, これからすべきこと



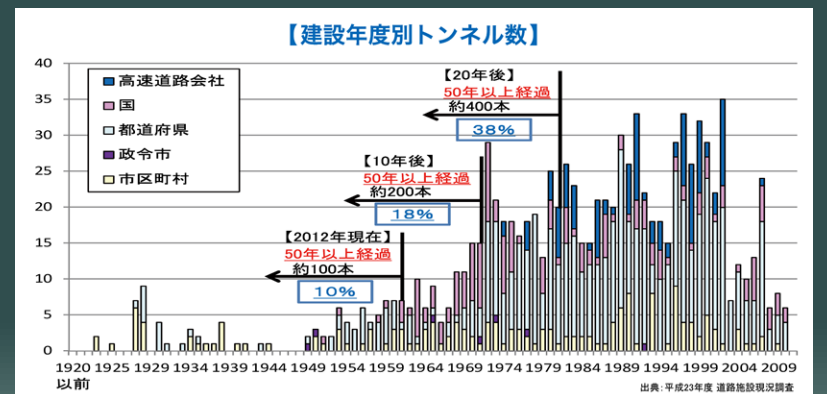
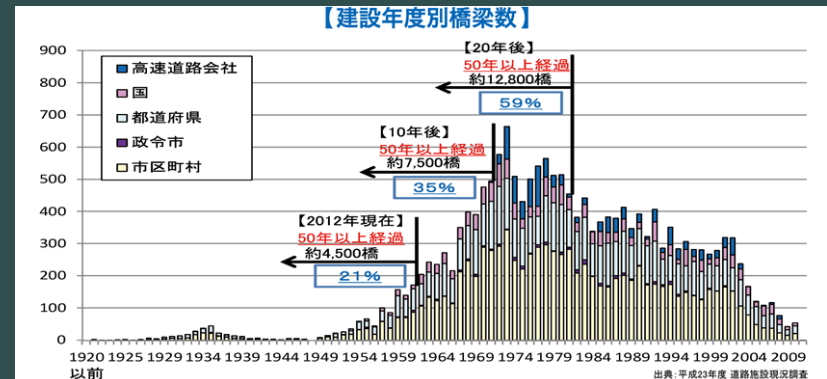
「たのしい四年生」1961年1月号口絵 伊藤展安/画 福島正実/案 (平成27年版情報通信白書より)

社会基盤を取り巻く環境の変化 —メンテナンスとマネジメントの時代—

- ▶ 高度経済成長期時代に建設した社会資本の寿命が到来
- ▶ ますます進む都市の集積と過疎化
- ▶ 少子高齢化社会の到来



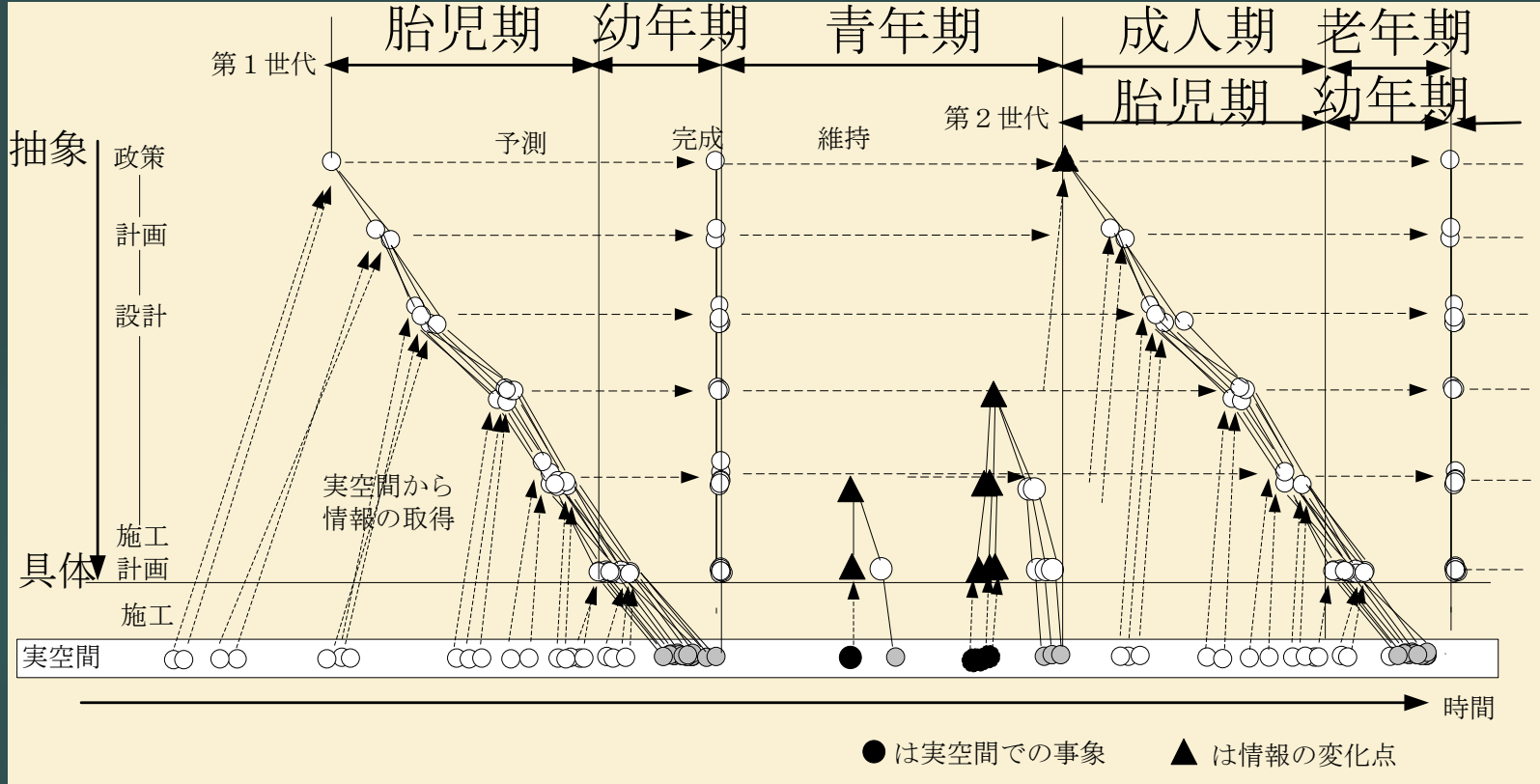
米国ミネアポリスI-35W落橋事故
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:I-35W_bridge_collapse_TLR1.jpg



国土交通省東北地方整備局「道路施設の老朽化対策」より

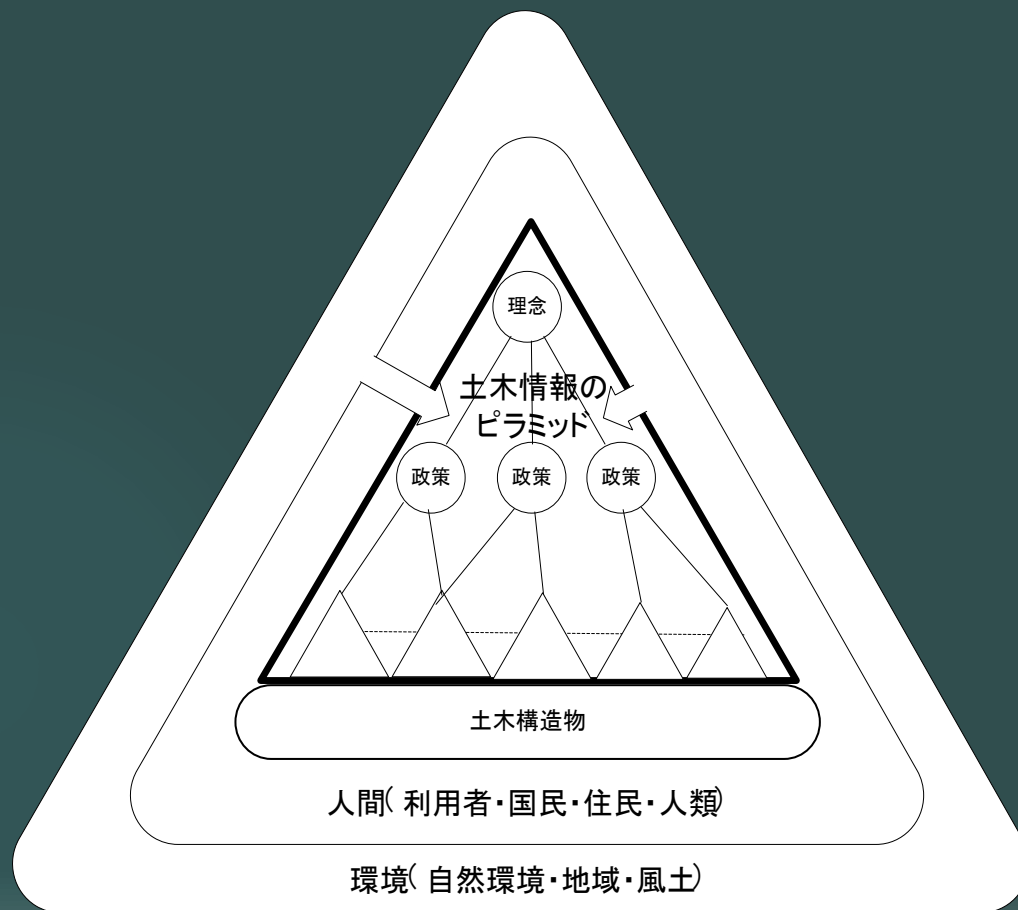
土木情報ピラミッドとライフサイクル

-情報至上主義の視点-



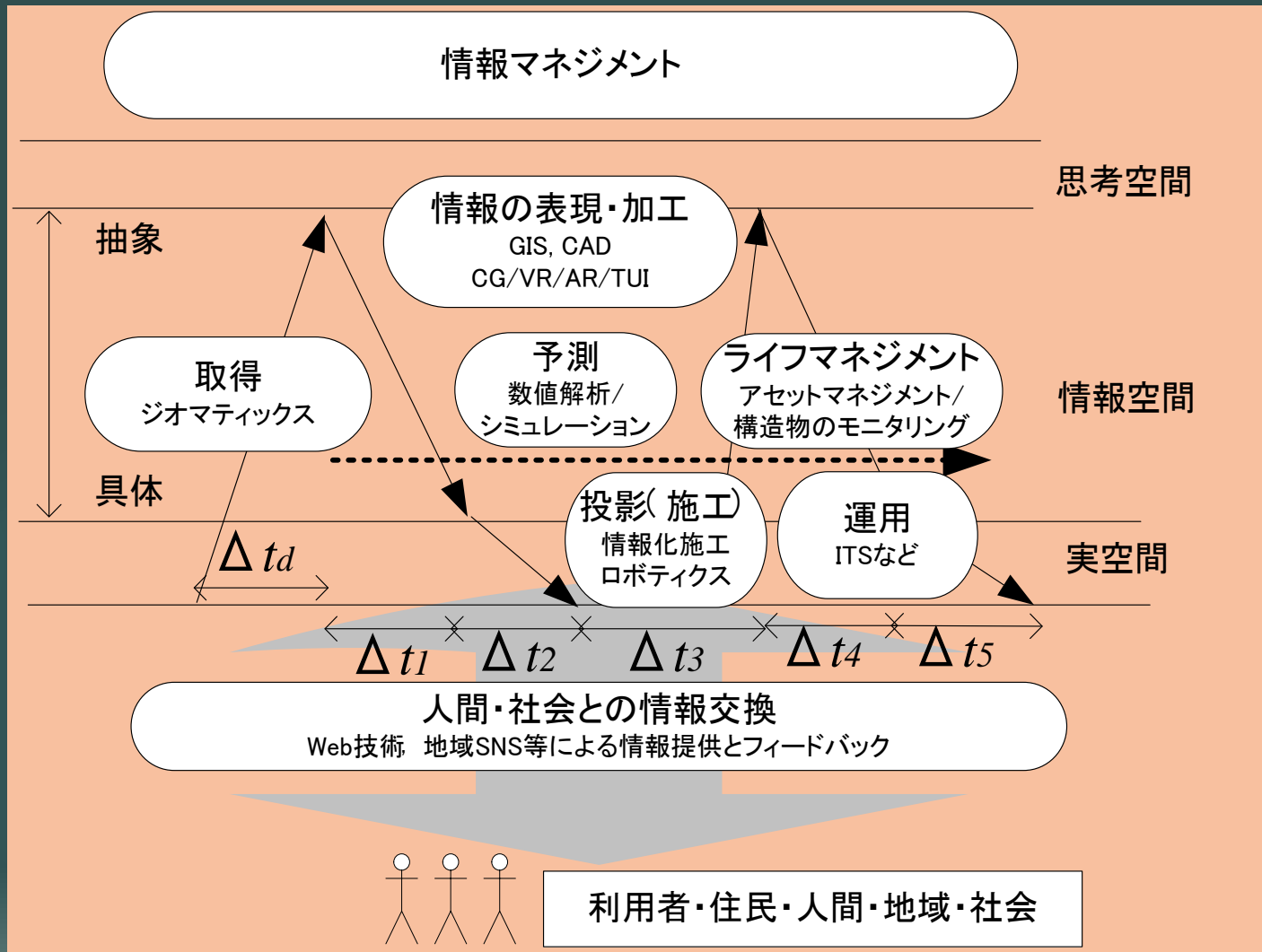
▶ 蒔苗(2008)

建設情報ピラミッド



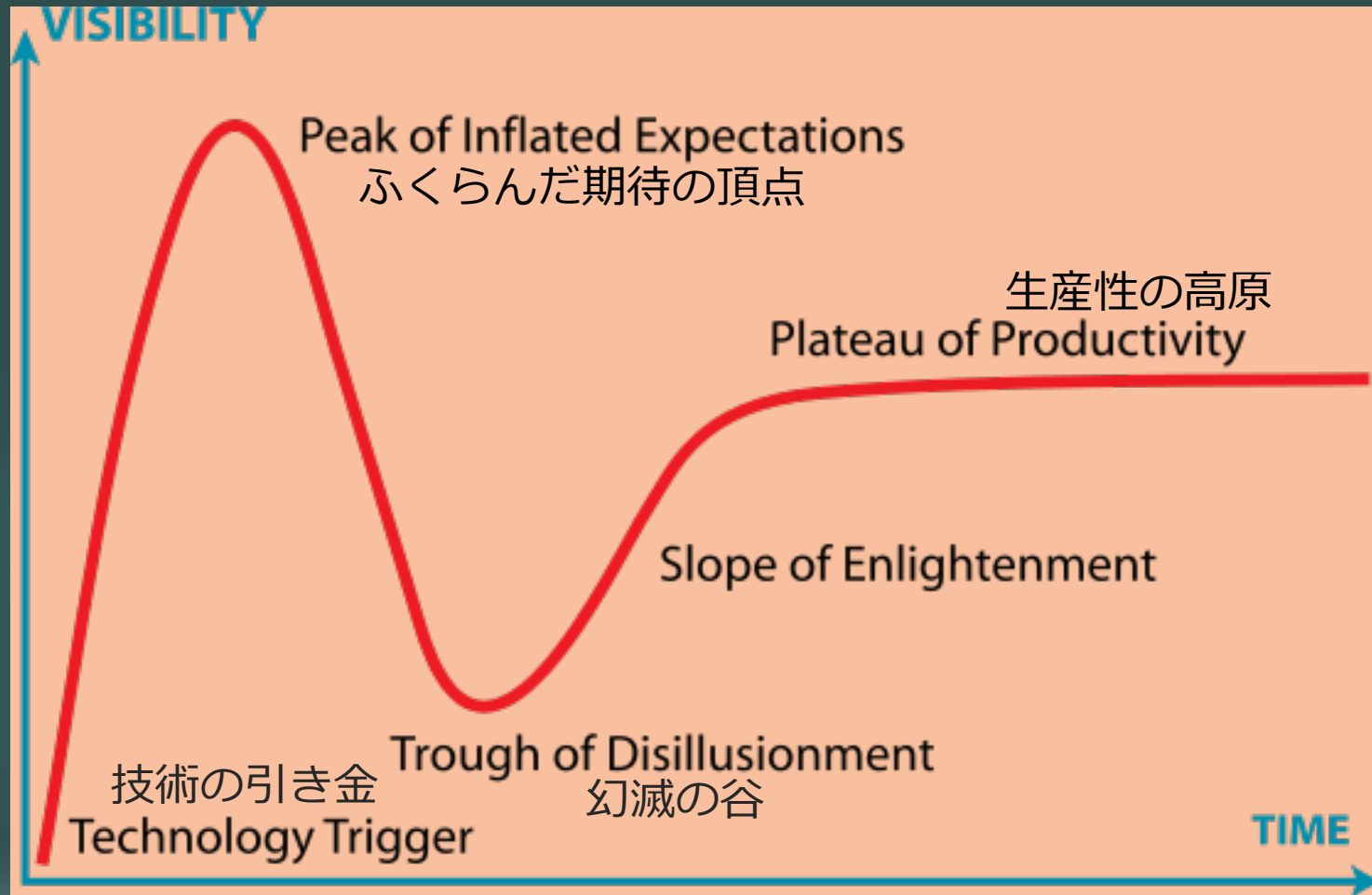
蒔苗(2008)

インフラのライフサイクルと情報技術

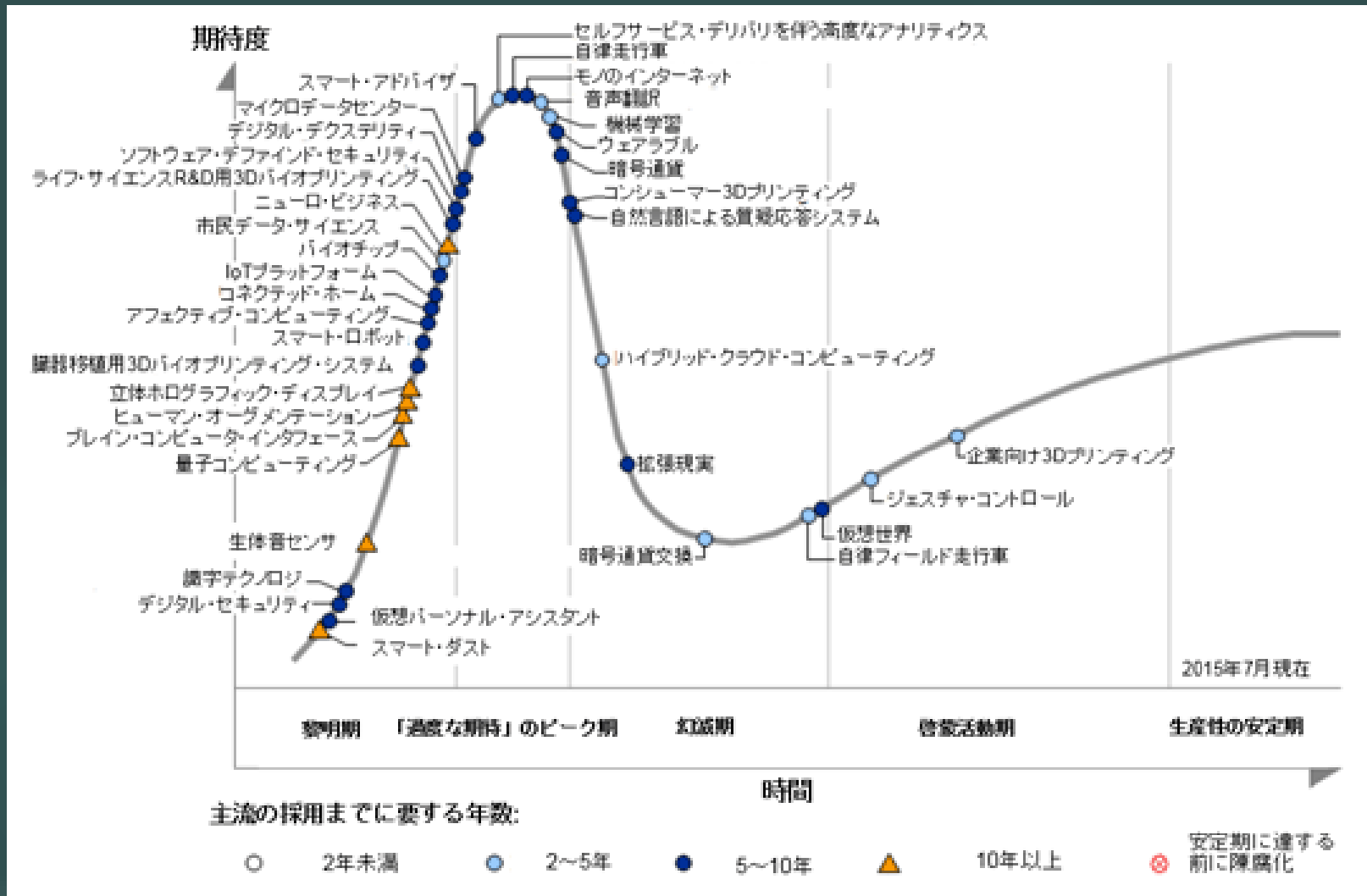


時苗(2008)

Gartner Hype Cycle

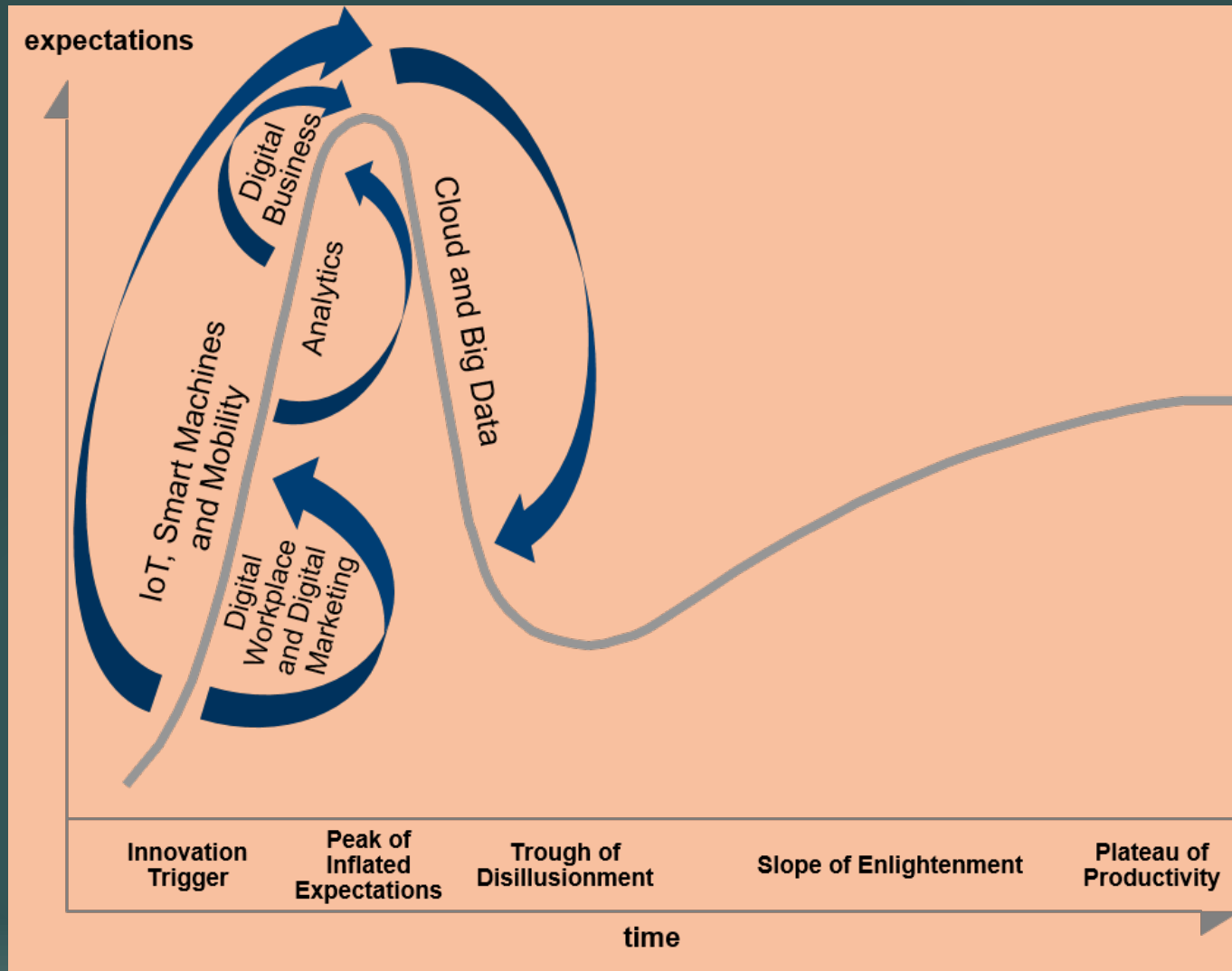


GartnerのHype Cycle(2015)からみるITの予測



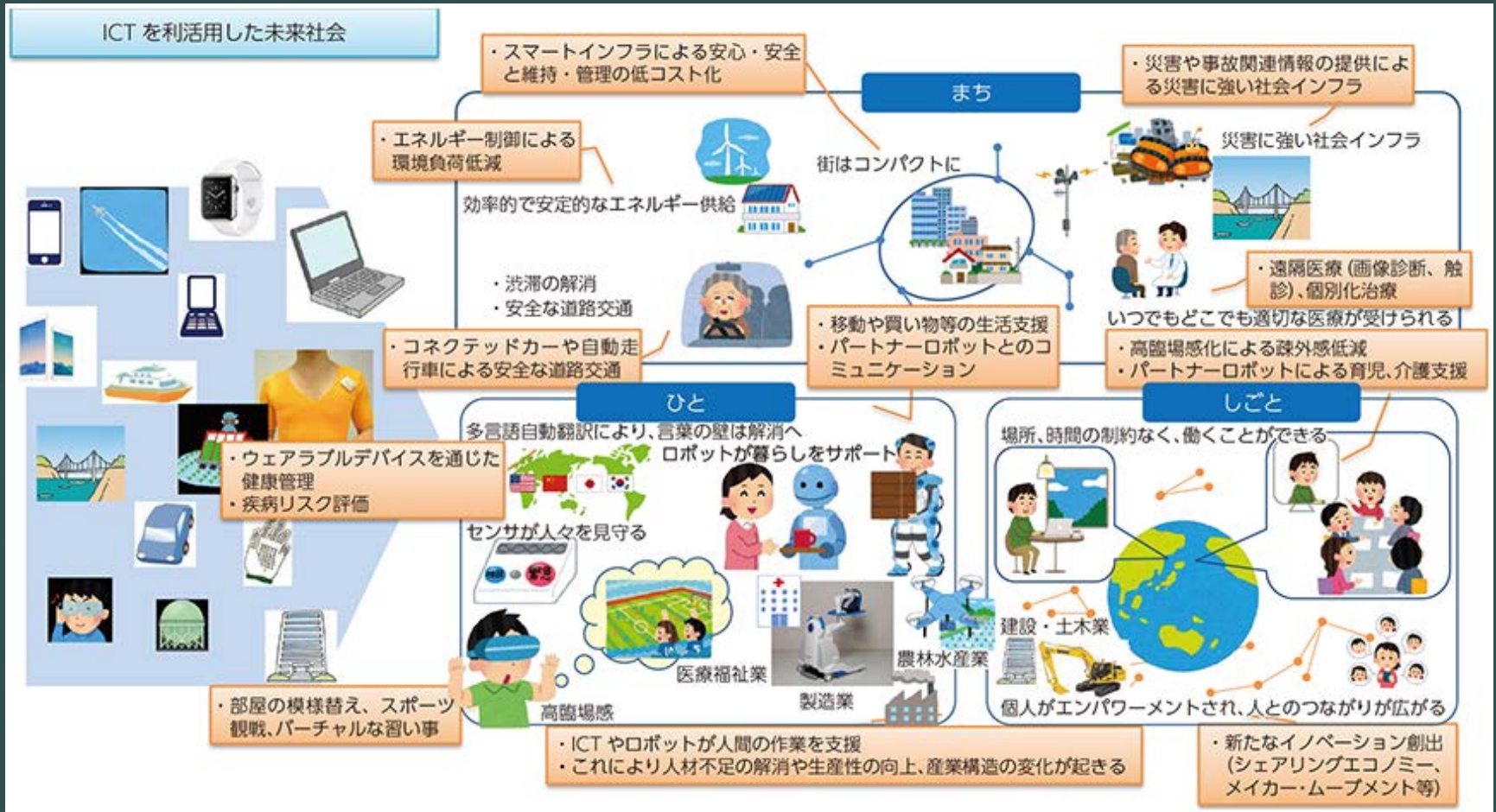
<https://www.gartner.co.jp/press/html/pr20150827-01.html>

GartnerのHype Cycle(2015)からみるITの予測



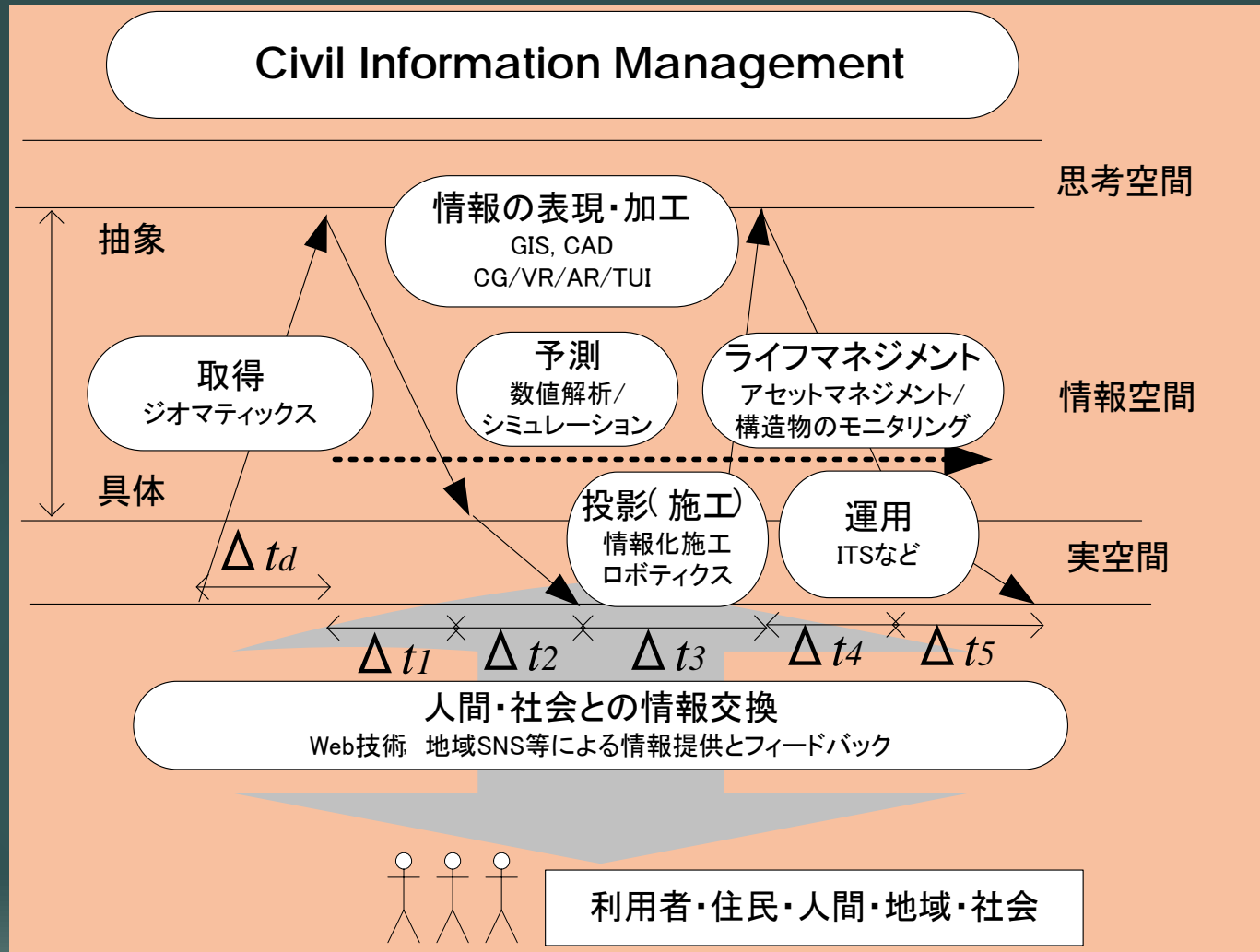
<https://www.gartner.co.jp/press/html/pr20150827-01.html>

総務省の描く2030年の未来予想図



平成27年版情報通信白書（総務省）より

CIM : Construction から Civil へ (Civil Information Management)



CIMによるライフサイクルの循環

効率化による
工期短縮・品質向上

適切なインフラ管理による長寿命化

アセットマネジメントによる
ライフサイクル（スパイラル）の循環



これからすべきいくつかの課題

- ▶ 空間情報を基盤とした汎用的なインフラ情報管理の仕組みづくり
 - 欲しい情報を容易に導くための汎用的な仕組みをつくる
 - 空間情報は良いインデックスでありインターフェースになる
 - 3次元情報に限らず既存の図面・報告書等の情報を含める
 - 蓄積した情報を処理し、知恵・知識を導く仕組みも必要である。
- 自動{計測 | 設計 | 施工 | 維持管理}の実現
 - 自動化の夢はあきらめない
 - ソフトウェアや設計技術の発展を阻害しない標準化の道を模索する
 - IoT, ロボット技術のさらなる活用を考える（特に維持管理では有用）
 - コンピュータ利用を前提とした最適な設計・施工プロセスを導き、それに基づいた手法を確立する必要がある（基準等の見直しも必要）
- 建設情報を支える人材の育成
 - 進む情報に詳しい人材の高齢化
 - 情報を基盤として考えてCIM教育を考えいく必要がある。



CIM (Construction ⇒ Civil Information Management)による
より良い社会基盤の創出と適切な維持の実現

Happy 30th Anniversary JACIC!

makanae@myu.ac.jp

<http://www.myu.ac.jp/~makanae/>

関連文献

蒔苗耕司：土木における情報の意義と役割，
土木学会論文集F, Vol, 64 No.2, 148-162, 2008.5.

http://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejf/64/2/64_148/_article/-char/ja/