

**JACICセミナー東京2014
～インフラ輸出に関する情勢～**

**インフラ輸出に必要な
プロジェクトマネジメント技術について**

2014.09.25.

草 柳 俊 二

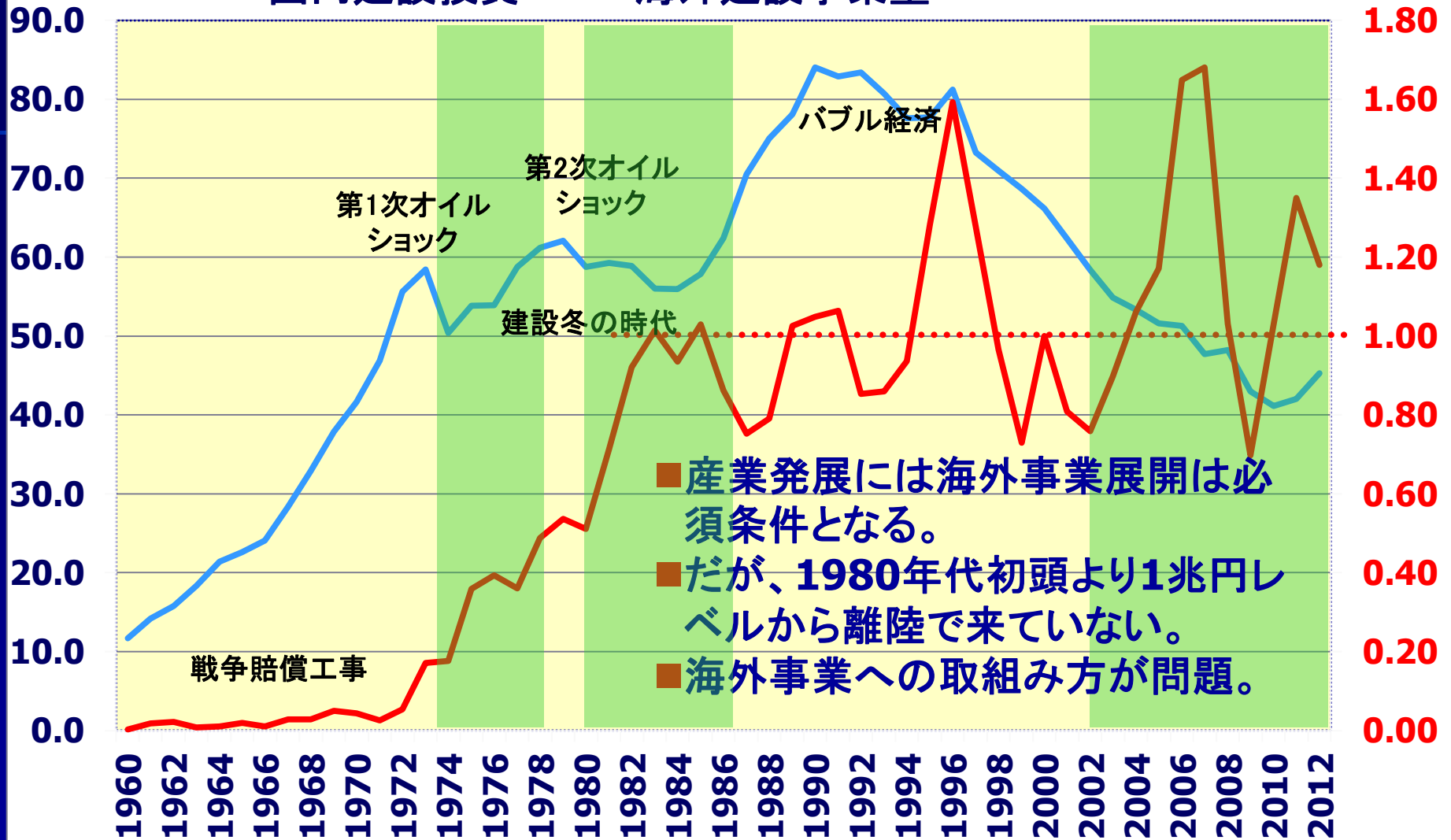
高知工科大学

社会システム研究センター長

大学院 社会システムマネジメントコース特任教授

日本の建設産業の国際競争力の実態

—国内建設投資— —海外建設事業量—



国内建設投資低下の補填策というシナリオは最早ない²

日本の建設産業の能力分析

■ 企画・計画力

- 早期戦後復興、迅速な産業発展のための社会資本整備

■ 設計能力

- 完成したビル、堰、ダム、橋梁等が崩壊した例はなし。

■ 施工能力

- 品質管理、工期管理、安全管理、世界の最高レベル。

■ 労働・資材・機材調達力

- 円高状況に突入後、世界市場からの調達へ切り替え。

各能力が世界最高レベルにあるのに、
国際競争力が向上しないのは何故か。

日本の建設産業の 国際競争力は何故向上しないのか

各能力が世界最高レベルにあるのに、
国際競争力が向上しないのは何故か

市場性の相違
要求される能力範囲の相違

国内建設市場

要素技術が高度であれば充足する市場

この相違認識
が不可欠

国際建設市場

要素技術＋総合技術力が必要な市場

要素技術＋総合技術力を如何にして備えるかが課題

日本の建設産業構造の実像



公的機関が担っている機能範囲



企業が担っている機能範囲

- 明治以来、官が企画・計画から維持管理・運営まで行ってきた。
 - 現在もこの基盤は同じ。民間企業は官機能を代行している構造
- 日本の建設産業の実体は、「官民一体構造」ではなく、
官が堅持する機能に、民間機能を乗せた構造
官民が“連結しなければプロジェクトの遂行が出来ない”構造。
この構造のままでは国際市場展開は不可能となる。

何故、総合技術力が向上しないのか

1. 基本とする建設契約形態の問題



発注者やコンサルタント・設計者が実施する業務範囲

総価一式請負契約
(Lump-Sum Contract)

- 日本の建設プロジェクトの基本的契約形態
 - 公共工事標準請負契約約款
 - 民間建設工事標準請負契約約款
- 共に施工を総価一式契約で行う契約形態。
- 世界最大級規模の産業が単一契約形態で動いている状態

2010年度建設投資額: 日本(約40兆円)、アメリカ(100兆円)、ドイツ(12兆円)、イギリス(12兆円)、フランス(11兆円)、オランダ(4兆円)、スペイン(6兆円)

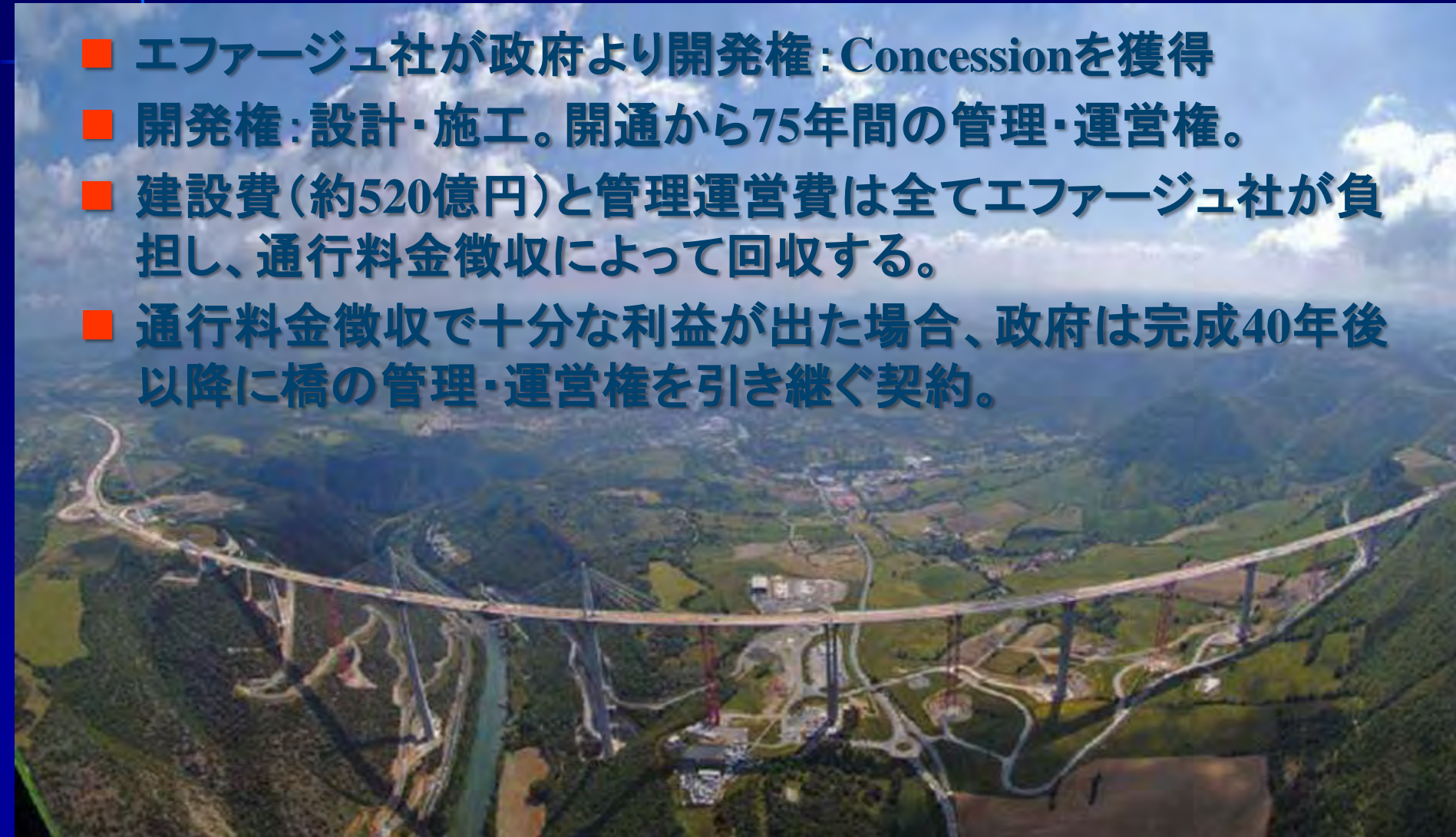
世界のコントラクターの国際競争力

契約形態の変化による
マネジメント技術と施工技術革新

欧州建設企業の開発権プロジェクト

フランス南部 ミヨー高架橋

- エファージュ社が政府より開発権：Concessionを獲得
- 開発権：設計・施工。開通から75年間の管理・運営権。
- 建設費（約520億円）と管理運営費は全てエファージュ社が負担し、通行料金徴収によって回収する。
- 通行料金徴収で十分な利益が出た場合、政府は完成40年後以降に橋の管理・運営権を引き継ぐ契約。



フランス ミヨール橋 雲の上を走る高速道路



- 建設費：約520億円
 - 建設期間：2001年10月～2005年1月 工期3.3年(計画3年)
 - 全長：2,460m 最大支間：342m
 - 主塔数：7 地面からの高さ：第2主塔 343m～第7主塔が 77m
 - 主塔高(道路上)：97m 地面(水面)から最高道路面高 270m⁹
- 建設：エファージュ (フランス)
■ 設計：ノーマン・フォスター

斜張橋の桁を陸上で組み立て タワーごと押し出し架設する工法

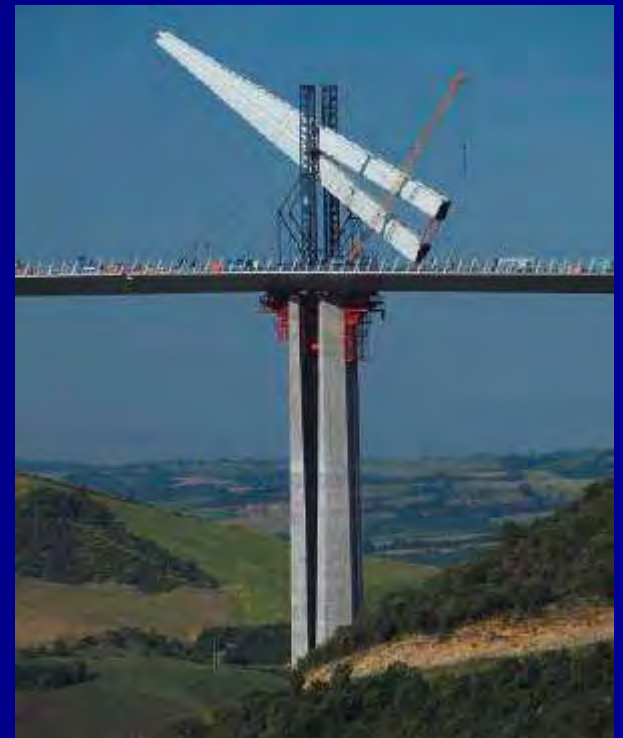


斜張橋タワーの施工

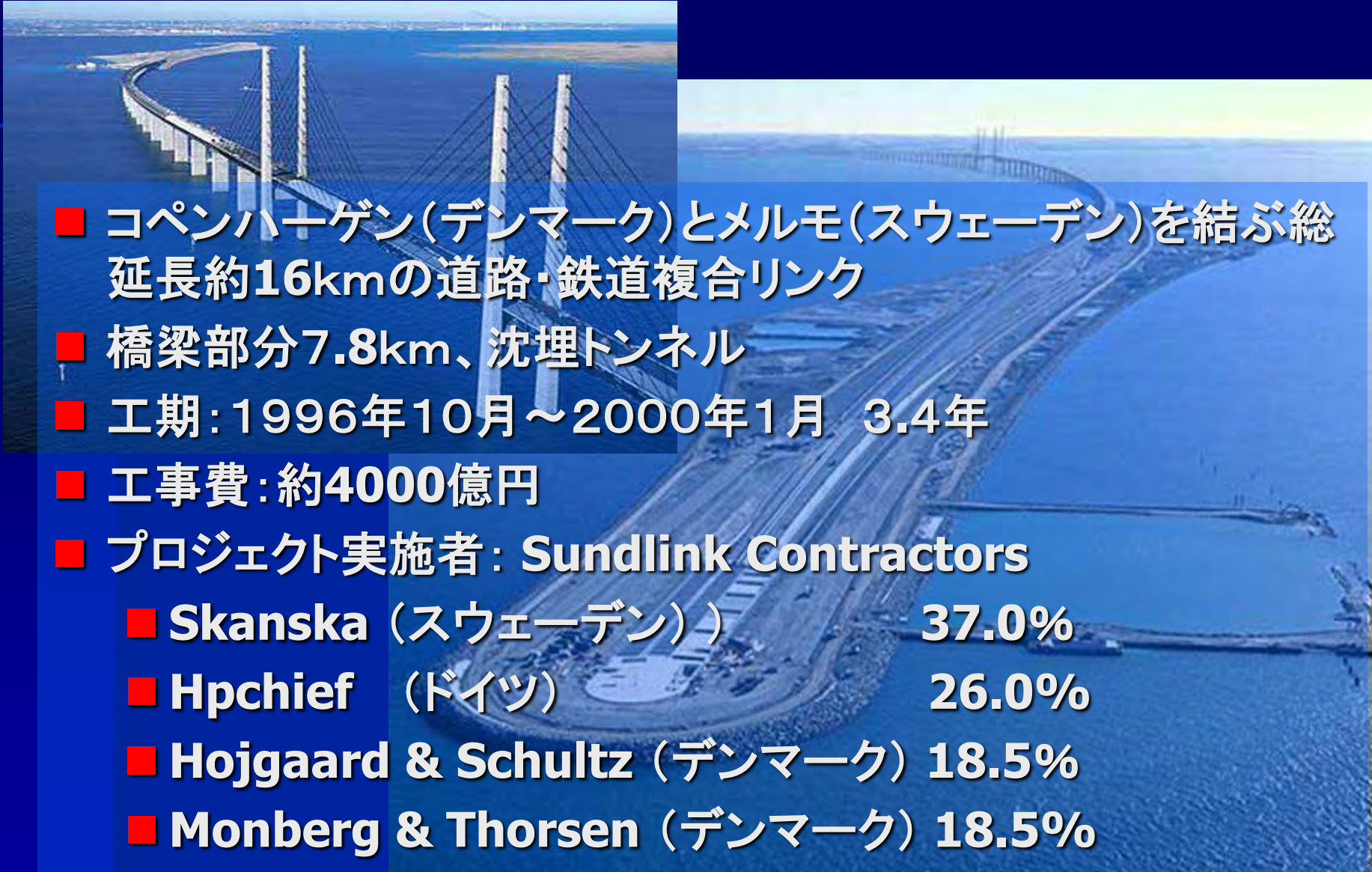


タワーごと押し出し桁を架ける工法

鋼製タワー現場で
組み立てる工法



Øresund Link Project

- 
- コペンハーゲン(デンマーク)とメルモ(スウェーデン)を結ぶ総延長約16kmの道路・鉄道複合リンク
 - 橋梁部分7.8km、沈埋トンネル
 - 工期: 1996年10月～2000年1月 3.4年
 - 工事費: 約4000億円
 - プロジェクト実施者: Sundlink Contractors
 - Skanska (スウェーデン) 37.0%
 - Hpchief (ドイツ) 26.0%
 - Hojgaard & Schultz (デンマーク) 18.5%
 - Monberg & Thorsen (デンマーク) 18.5%

国際プロジェクト Oresund Link Project



SUND LINK Project



- 年間利用者数
 - (車両＋鉄道)
- 2007: 2,500万人
 - 車両利用: 1,520 万人.
 - 鉄道利用: 960 万人.
- 2009: 3,560 万人
- 東京湾横断道路.
 - 推測1,500万人

コペンハーゲン(デンマーク)とメルモ(スウェーデン)
結ぶ道路・鉄道複合リンク

橋梁基礎アバットとピアーの建設



ピアーの海上
引出し作業



- 橋梁基礎アバット
陸上施工ケーソン
- 最大4700トン
- 最小2500トン
- 橋梁ピアー
陸上施工
- 最大51m 3500トン
- 最小10m 800トン

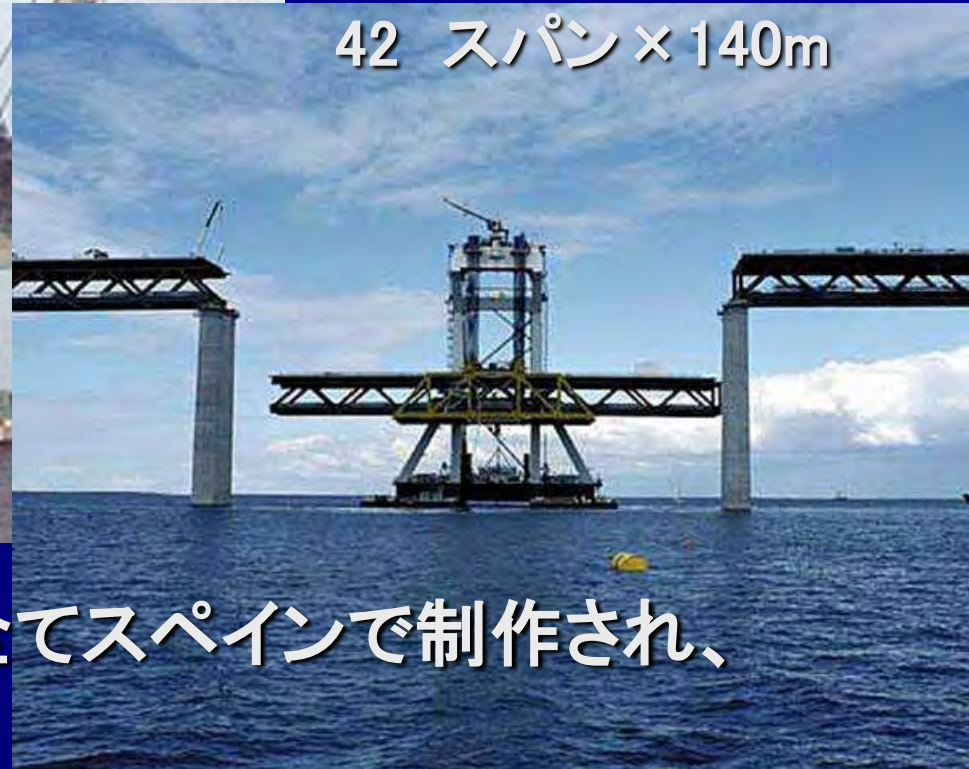
海上に建設するアバットとピアーは全て陸上で作成する

大型クレーン船を活用した施工法

8700tクレーン船をフル活用して桁架設

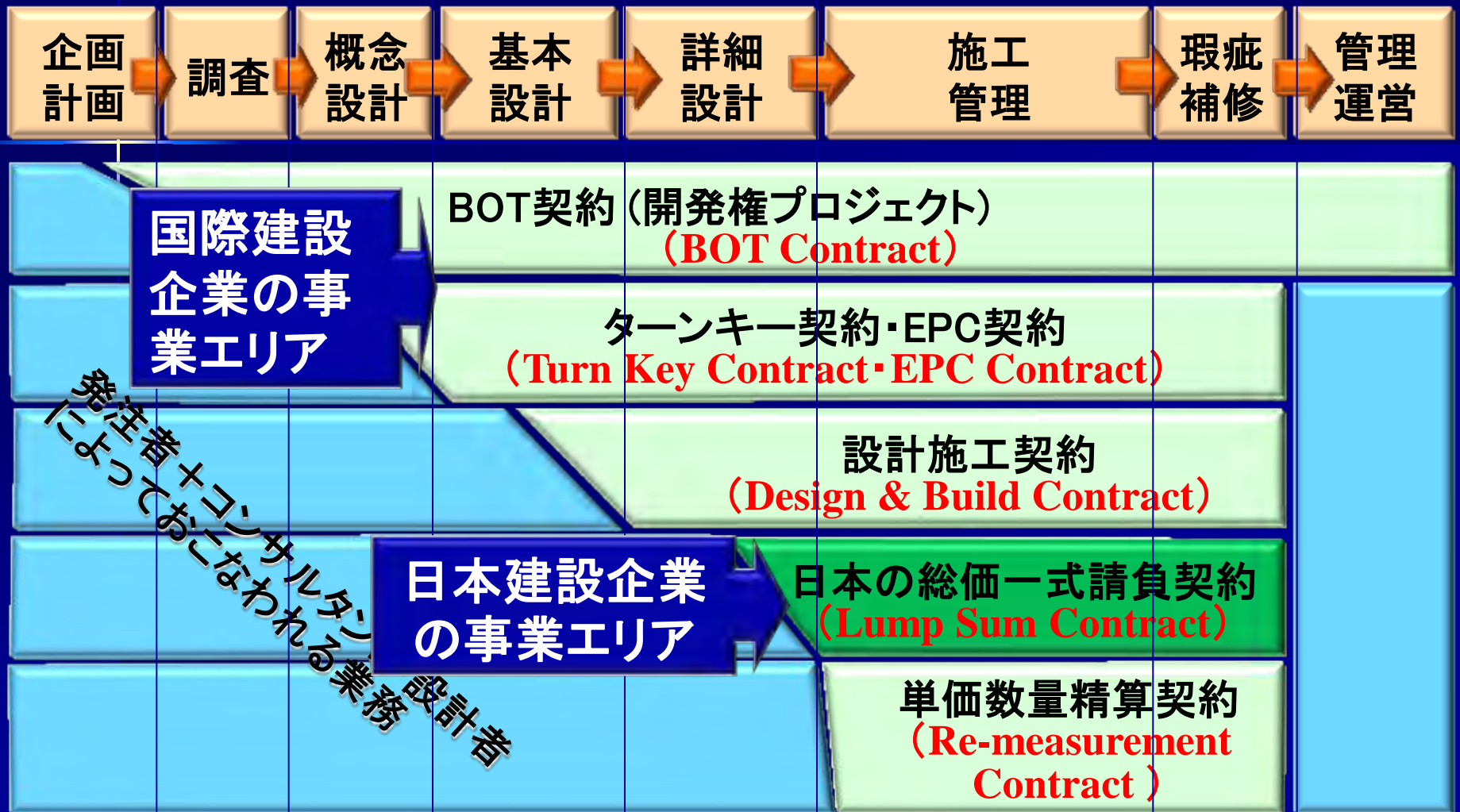


プレキャストラス桁
高さ11m 幅 25m
7 スパン×120m
42 スパン×140m



ダブルデッキラス桁は全てスペインで制作され、
バージでサイトに運搬

建設プロジェクトの執行形態と契約形態



業務範囲の拡大に伴いリスクの範囲と大きさが拡大

インフラ輸出における建設産業の実態

ミャンマー ティラワ経済特別区(SEZ)開発プロジェクト

- 2012年12月 政府間協力覚書締結
- 2013年 3月 経協インフラ戦略会議
- 2013年10月 特別目的会社設立

日本の建設企業
の参画なし

Myanmar Japan Thilawa Development Ltd

住友・丸紅・三菱39%+JICA10%+現地企業41%+ミャンマー政府10%

- 総開発面積:2400hr
- JICAが周辺インフラ整備の資金提供(約200億円)

第1ファイズ開発事業

- 面積:400hr
- 工期:2014年2月から
2015年8月(18ヶ月)
- 施工者:五洋建設
+現地企業JV



完成予想図(出所:JICA)

EPC契約(ターンキー契約)



EPC契約・ターンキー契約
(EPC Contract ・ Turn Key Contract)

発注者又はコンサルタント・設計者によって行われる業務

コントラクターによって行われる業務

EPC; Engineering Procurement and Construction

- EPC契約は通常、化学プラントや火力電カプラント等のプロジェクトに用いられる。適用FIDIC約款：Silver Book
- FIDIC のEPC契約約款 (Silver Book) では**全ての条件変更に伴うリスクをコントラクターが負うもの**となっている。
- 一般の建設プロジェクトをEPC契約で行う場合は高度なリスクマネジメント技術が必要となる。

トルコ ボスポラス海峡鉄道トンネル Bosphorus Crossing Railroad Tunnel

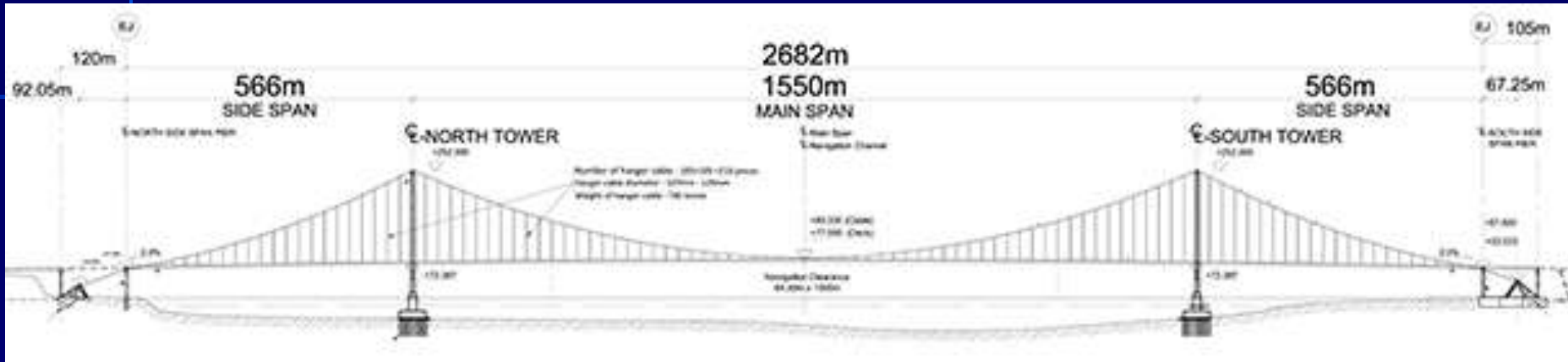
From JSCE News
Letter No.29



- 発注者：トルコ共和国 運輸通信省・鉄道・港湾・空港建設総局
- コントラクター：大成・Gama・Nurol 共同企業体
- 着工日：2004年 8月27日
- 契約金額：約 1,023 億円(資金: 国際協力機構(JICA))
- 原契約工期：56 ヶ月(工期延伸110ヵ月)

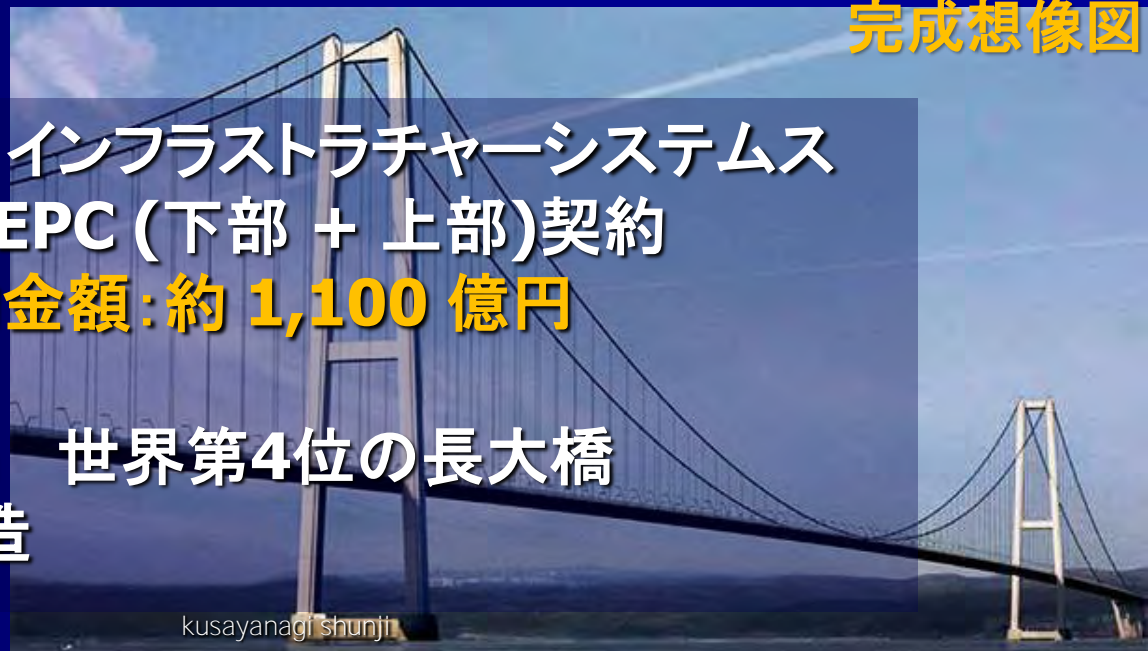
トルコ イズミット湾連絡橋

Izmit Bay Bridge Crossing, Turkish



完成想像図

- コントラクター：IHI インフラストラチャースYSTEMS
- 契約形態：SPCとのEPC (下部 + 上部)契約
- 工期：38カ月、契約金額：約 1,100 億円
- 全長：2907m
中央支間：1550m 世界第4位の長大橋
- 橋梁基礎は免震構造



kusayanagi shunji

設計施工契約 (Design & Build Contract)



発注者やコンサルタント
・設計者が実施する業務範囲

設計施工契約
(Design & Build Contract)

- 民間建築プロジェクトで多く用いられている。
- 最近、途上国の公共プロジェクトでも多く用いられるようになった。
- 基本形は、基本設計までを発注者側が行い、詳細設計以降をコントラクターが行う形態。
- しかし、設計業務の範囲は発注者の意図で大きく異なってくる。
- 適用FIDIC約款：Yellow Book

■ 契約は一般的に総価一式請負契約となる

設計施工契約 (Design & Build Contract) の基礎力

基準(規格)書: Standards

示方書とは標準値・適性値を示すもの



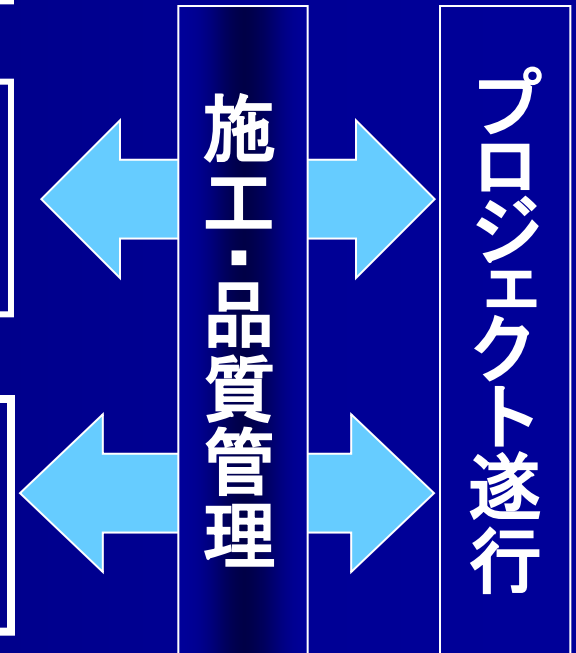
仕様書: Specifications

標準値・適性値を基に、最良・最適な目的物を作り出すための**基準値**を特定したもの



施工計画書: Method Statement

生産性を考慮し、最良・最適な目的物を作る出すための**方法論**を“宣言”したもの



■設計・施工契約は Standardsを決め、Specificationsを書き、Method Statement を固めた上で成り立つもの

設計・施工契約の必要な設計者の能力

発注者側から求められる質問

- どの様にして設計方針 (Design concept) を決めたのか
- なぜこの基準・規格書 (Standards) を選んだのか
- どの様にして仕様書 (Specifications) を作成したか
- どの様にして施工計画 (Method Statement) を立てたか
生産性・経済性・安全性・信頼性を説明



- 基準・規格書 (Standards) に関する知識と説明能力
- 仕様書 (Specifications) を作成するための知識・能力
- 施工計画書 (Method Statement) を理解する知識・能力
- 契約管理 (Contract Administration) に関する知識・能力

これ等の能力がなければ設計・施工契約には対応できない

設計・施工契約に関する留意点

国際建設プロジェクトでも、設計施工契約に於ける設計の範囲に関する明確な定義がない。だが、設計; Design は以下の4段階を踏んで成されるという共通認識は出来上がっている。

第1段階 概念設計 (Conceptual Design)

施工目的物の概念と範囲を決める設計

第2段階 基本設計 (Basic Design)

概念設計に基づき、基本形状を決める設計

第3段階 詳細設計 (Detail Design)

基本設計に基づき、詳細形状を決める設計

第4段階 制作設計 (Manufacturing Design)

詳細設計に基づいた製品制作のための設計

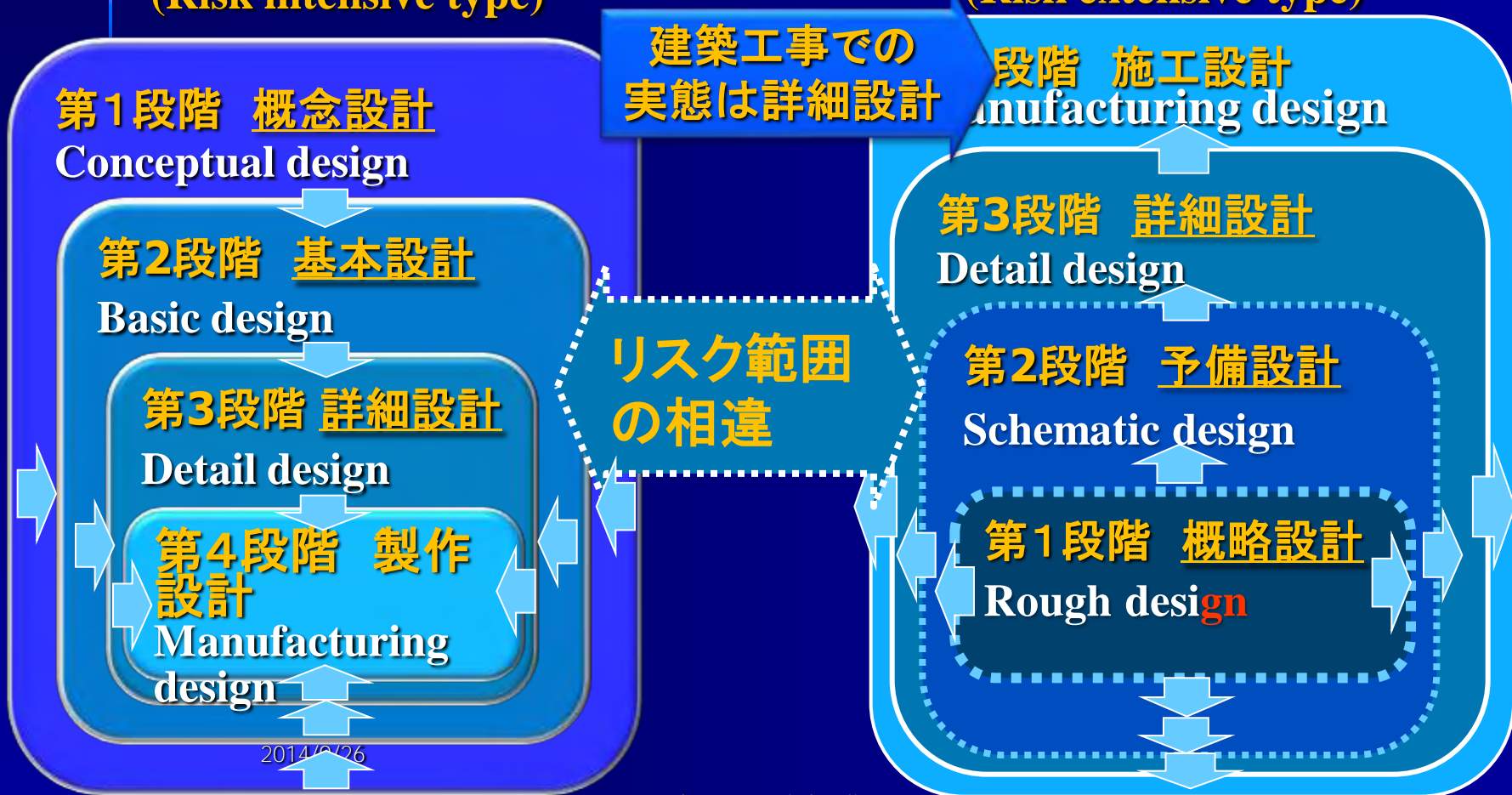
設計・施工契約に関する留意点

国際建設プロジェクト

設計範囲は「**概念設計段階**」で
決まる（リスク集約型）
(Risk intensive type)

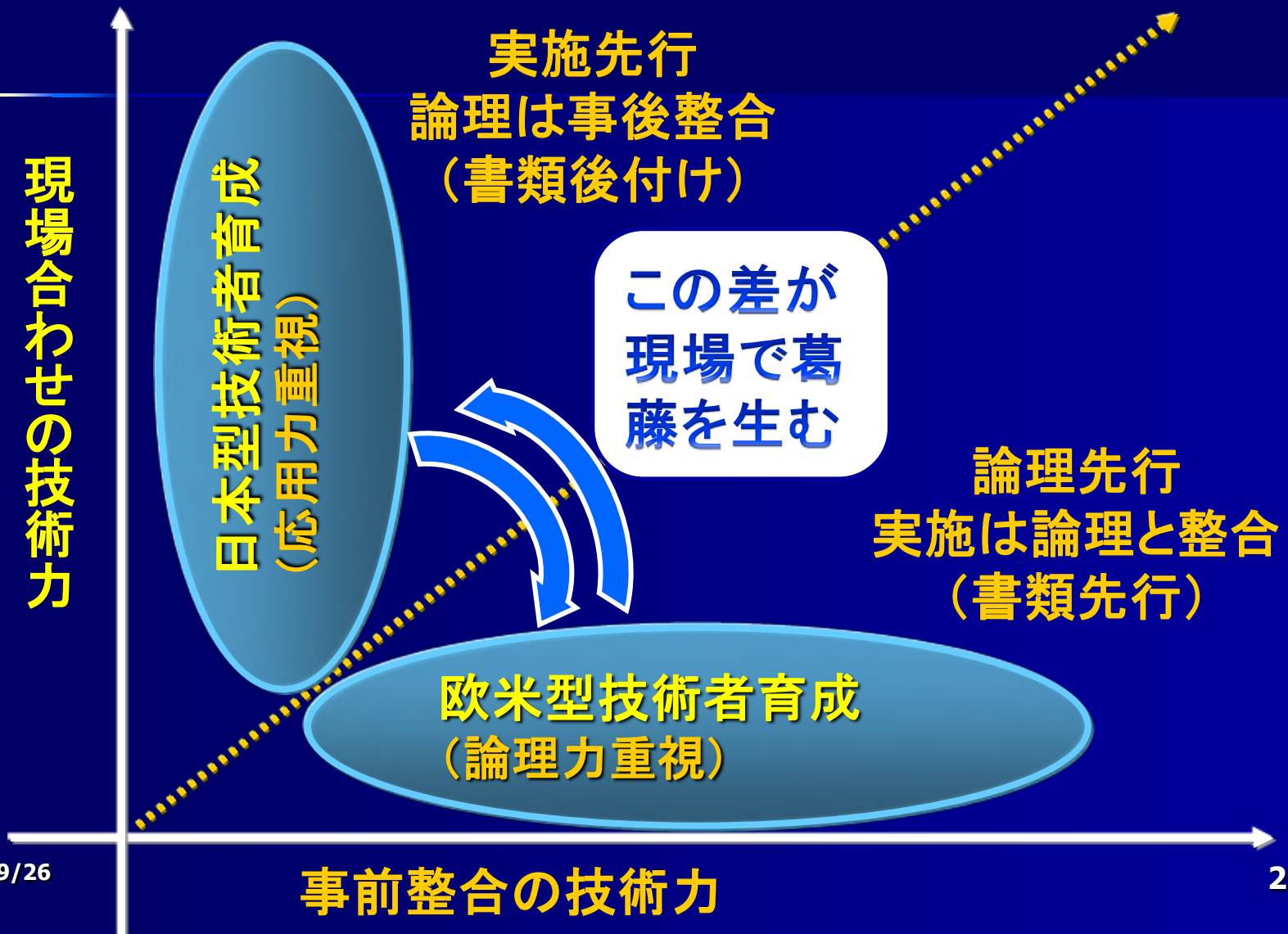
国内建設プロジェクト

設計範囲は「**詳細設計段階**」で
決まる（リスク拡大型）
(Risk extensive type)



認識しておかなければならないこと

1. 日本の技術者と欧米の技術者の能力



国内市場での「技術仕様書」の実態

- 国内プロジェクトでは、プロジェクトごとに「**技術仕様書：Technical Specifications**」を用意せず、「**工事共通仕様書**」に基づきプロジェクトを遂行する。「**特記仕様書**」は作成されるが、当該工事の特性や諸条件を明確に反映したものではない。
- 発注者と受注者がプロジェクトの遂行に合わせて適正値を見出してゆく方法が取られる。 ← “**現場合わせの論理**”
- 国際市場では、事前にプロジェクトの特性や諸条件を精査し、適合管理基準を技術仕様書としてまとめ、プロジェクトを推進する方法が取られる。 ← “**事前合わせの論理**”
- 日本の技術者が国外でプロジェクトを遂行する場合、このシステム差が大きな葛藤となって表れてくることになる。
- 論理性の希薄な“**現場合わせの論理**”は“**事前合わせの論理**”に打ち勝つことができず、多大な損失を出す原因となる。

設計方針に関する国際動向

WTO政府調達協定では、TBT協定(Agreement on Technical Barriers to Trade)で**国内規格設定に国際規格の遵守を義務づけ**

国際規格 ISO; International Organization for Standardization

→ **構造物の設計は性能規定化を原則**

- ISO2394(構造物の信頼性に関する一般原則)
→ 信頼性設計の適用を推奨(確率論ベースの設計法)
- ISO3010(構造物への地震作用)

欧州諸国はCEN ; European Committee for Standardization : 欧州規格 (Eurocode) 発効し、**ISO規格化(信頼性設計法)を目指す**

北米(アメリカ・カナダ)は欧州のEurocodesに対抗する独自案を検討しているが、基本は**ISO規格化(信頼性設計法)を目指す**。

日本の現況:仕様(基盤)設計方針は国際的動向から外れる

欧米建設産業の新たなマネジメント技術

BIM; Building Information Modelingの活用

Huey P. Bridge Widening Project



New Orleans Louisiana USA

Huey P. Bridge Widening Project



- 3次元CADを徹底活用した施工計画シュミレーションで、コスト削減と工期短縮を達成。
- 3次元CAD＋時間軸＝4時限CAD活用の施工計画は、国際建設市場で急速に拡大している。
- これを専門とするコンサルタントも出現

BIM; Building Information Modeling

- 企画・計画、設計、施工、維持・運営の統合技術は、多数の人間の参画、様々な情報、多数のシミュレーションが必要となる。
- このため、国際建設企業は、3D-CAD技術を最大限に活用するBIMを新たなツールを使い始めている。
- 従来のCAD等は“考えたことを表現; visualize”するために用いた。現在は“考えを統合整理; totalize”するために用いる形に変化している。
- BIM活用の重心を施工計画に置き、最適な生産効率、低コスト、時間短縮を可能にする施工方法を見出す。
- 更に、維持・運営上の問題点を洗い出し、効率の良い施工、維持・運営が可能な設計方法を見出し、これらを基に企画・計画でプロジェクトの実現性を検証するといった使い方である。
- その作業結果をプロジェクト入手のプレゼンテーションに使う。

2025年に向けての 英国政府の建設産業政策



Our vision for 2025

Working together, industry and Government have developed a clear and defined set of aspirations for UK construction.

産業と政府は共に働き、英国の建設のための明確なそして確かな達成目標を築き上げる。

英国政府の2013年建設産業発展戦略

産業戦略：政府と産業の相互協力

Industry strategy: Government and Industry in Partnership

■ 2025年までの達成目標

Lower cost
コスト低減 33%

Faster delivery
時間短縮 50%

Lower emission
エネルギー低減 50%

Improvement in export
海外事業拡大 50%

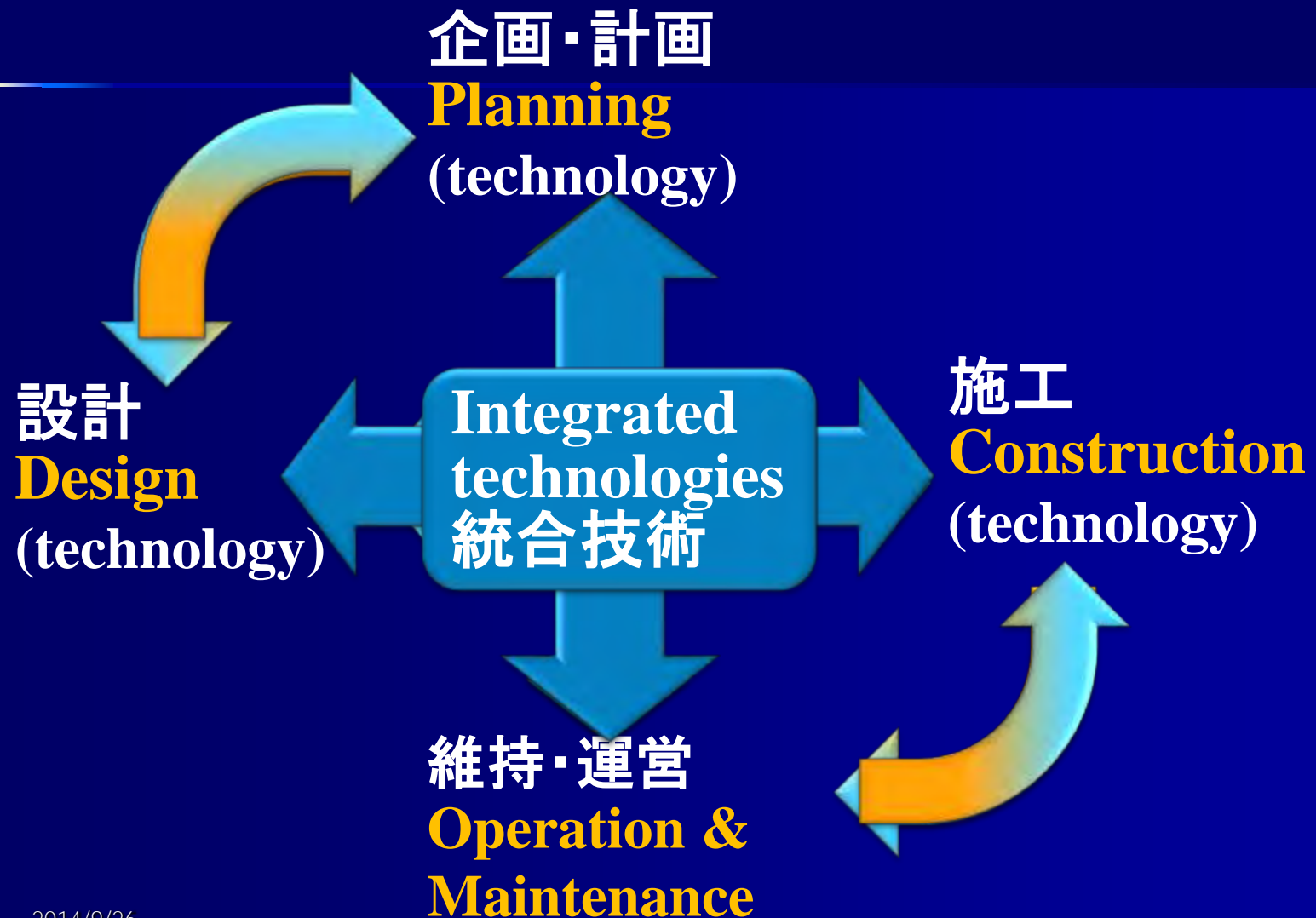
方策

政府発注プロジェクトは2016年から
BIM使用を義務付けを決定

背景

- 2025年までに国際建設市場は70%増加すると予測
- BIM活用の産業戦略は国際市場展開への布石

欧州大手建設企業の技術力向上メカニズム

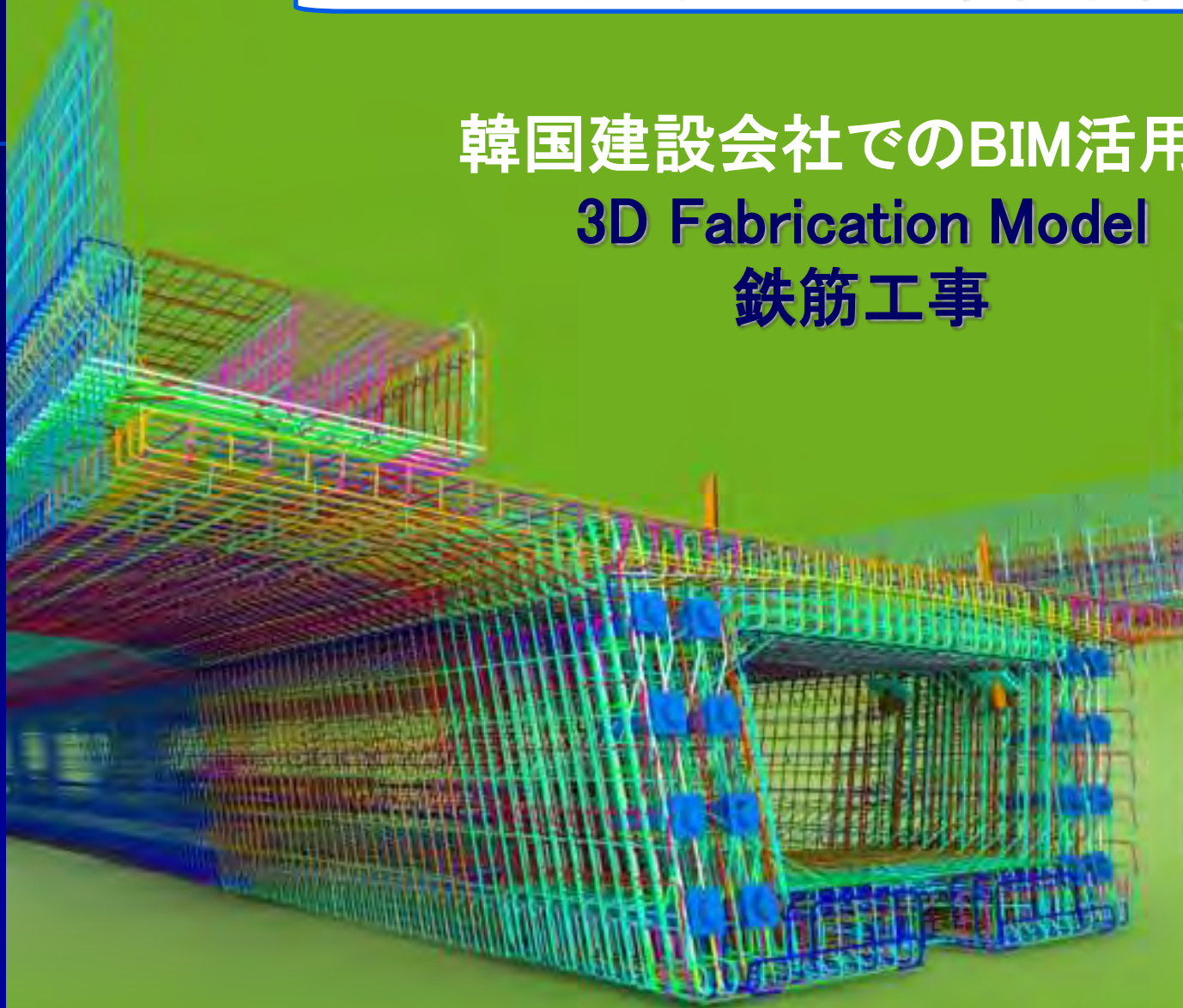


韓国TAESUNG社の
プレゼンテーションスライドより。

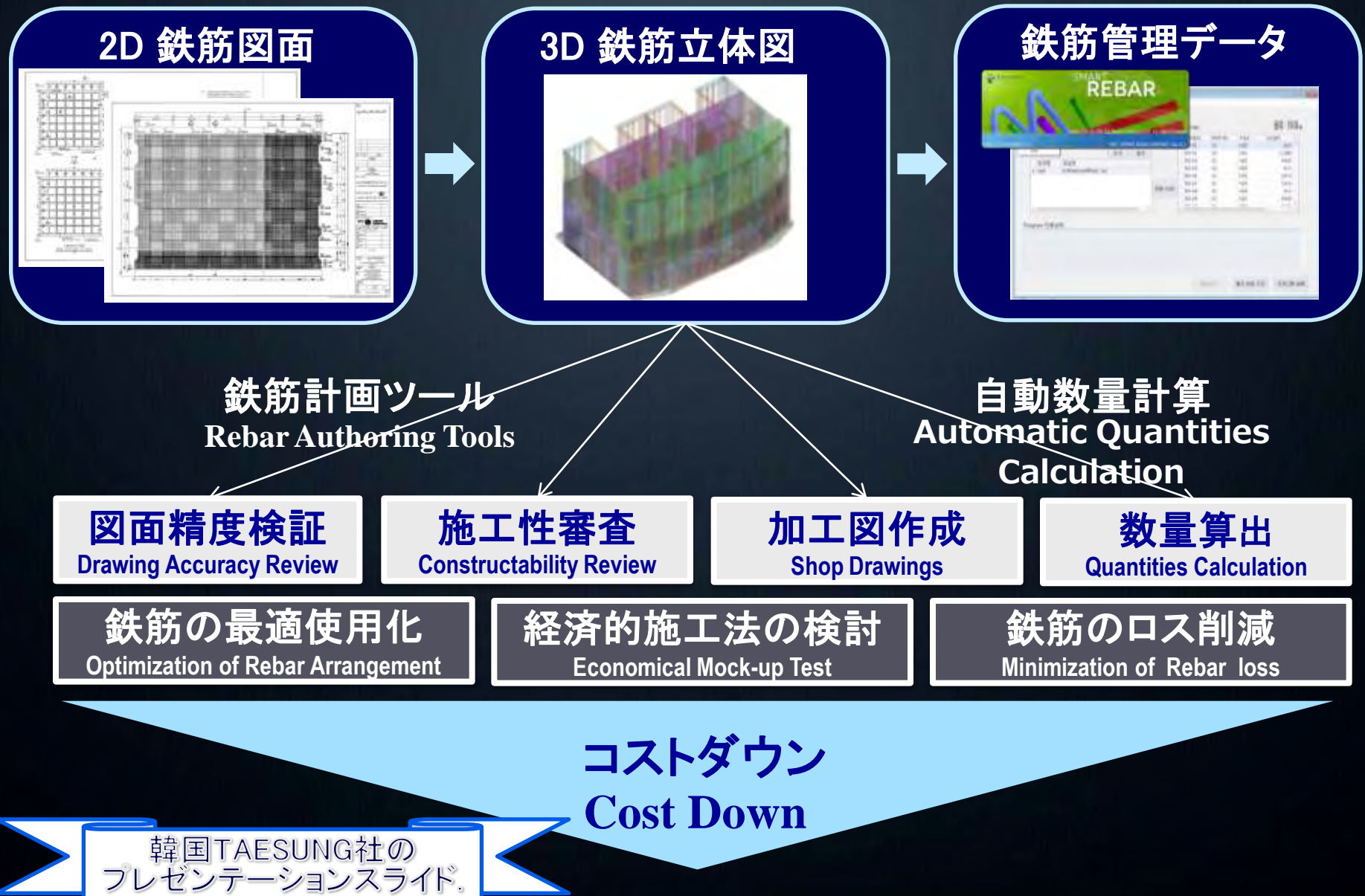
韓国建設会社でのBIM活用例

3D Fabrication Model

鉄筋工事



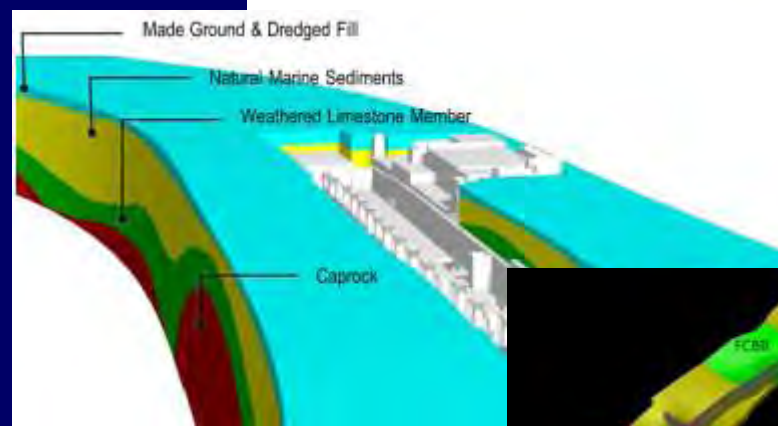
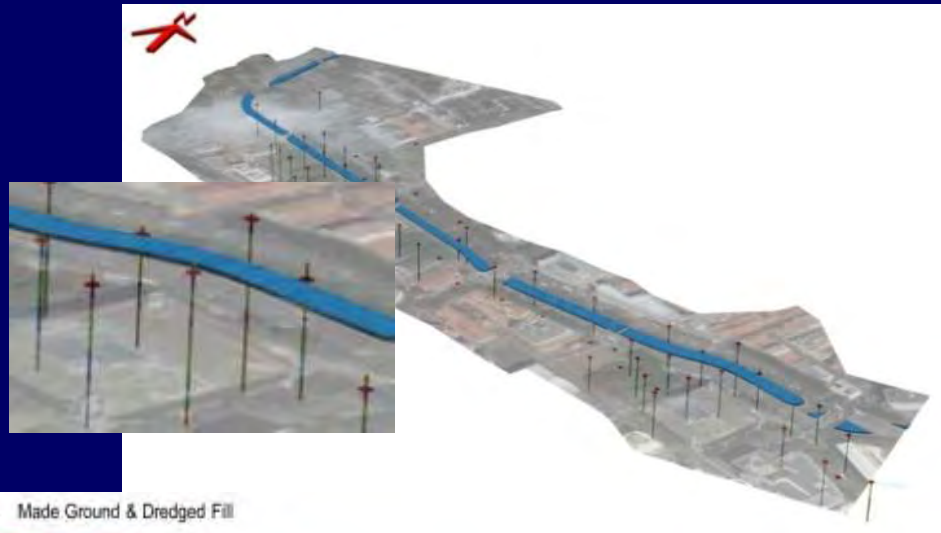
Process of 3D Fabrication Model & Shop Drawings



地質柱状図の3次元化 Terrain and Stratum Model

APPENDIX B
Borehole Logs and Borehole
Coordinate List

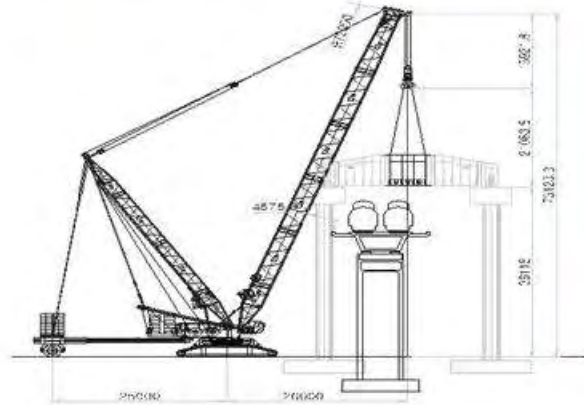
C&M		D&F LABORATORIES Co.		PROJECT		DATE	
Client Name		Borehole Location		Borehole Number		Revision	
NO.	DATE	NO.	DATE	NO.	DATE	NO.	DATE
01	2011.01.01	01	2011.01.01	01	2011.01.01	01	2011.01.01
02	2011.01.01	02	2011.01.01	02	2011.01.01	02	2011.01.01
03	2011.01.01	03	2011.01.01	03	2011.01.01	03	2011.01.01
04	2011.01.01	04	2011.01.01	04	2011.01.01	04	2011.01.01
05	2011.01.01	05	2011.01.01	05	2011.01.01	05	2011.01.01
06	2011.01.01	06	2011.01.01	06	2011.01.01	06	2011.01.01
07	2011.01.01	07	2011.01.01	07	2011.01.01	07	2011.01.01
08	2011.01.01	08	2011.01.01	08	2011.01.01	08	2011.01.01
09	2011.01.01	09	2011.01.01	09	2011.01.01	09	2011.01.01
10	2011.01.01	10	2011.01.01	10	2011.01.01	10	2011.01.01
11	2011.01.01	11	2011.01.01	11	2011.01.01	11	2011.01.01
12	2011.01.01	12	2011.01.01	12	2011.01.01	12	2011.01.01
13	2011.01.01	13	2011.01.01	13	2011.01.01	13	2011.01.01
14	2011.01.01	14	2011.01.01	14	2011.01.01	14	2011.01.01
15	2011.01.01	15	2011.01.01	15	2011.01.01	15	2011.01.01
16	2011.01.01	16	2011.01.01	16	2011.01.01	16	2011.01.01
17	2011.01.01	17	2011.01.01	17	2011.01.01	17	2011.01.01
18	2011.01.01	18	2011.01.01	18	2011.01.01	18	2011.01.01
19	2011.01.01	19	2011.01.01	19	2011.01.01	19	2011.01.01
20	2011.01.01	20	2011.01.01	20	2011.01.01	20	2011.01.01
21	2011.01.01	21	2011.01.01	21	2011.01.01	21	2011.01.01
22	2011.01.01	22	2011.01.01	22	2011.01.01	22	2011.01.01
23	2011.01.01	23	2011.01.01	23	2011.01.01	23	2011.01.01
24	2011.01.01	24	2011.01.01	24	2011.01.01	24	2011.01.01
25	2011.01.01	25	2011.01.01	25	2011.01.01	25	2011.01.01
26	2011.01.01	26	2011.01.01	26	2011.01.01	26	2011.01.01
27	2011.01.01	27	2011.01.01	27	2011.01.01	27	2011.01.01
28	2011.01.01	28	2011.01.01	28	2011.01.01	28	2011.01.01
29	2011.01.01	29	2011.01.01	29	2011.01.01	29	2011.01.01
30	2011.01.01	30	2011.01.01	30	2011.01.01	30	2011.01.01
31	2011.01.01	31	2011.01.01	31	2011.01.01	31	2011.01.01
32	2011.01.01	32	2011.01.01	32	2011.01.01	32	2011.01.01
33	2011.01.01	33	2011.01.01	33	2011.01.01	33	2011.01.01
34	2011.01.01	34	2011.01.01	34	2011.01.01	34	2011.01.01
35	2011.01.01	35	2011.01.01	35	2011.01.01	35	2011.01.01
36	2011.01.01	36	2011.01.01	36	2011.01.01	36	2011.01.01
37	2011.01.01	37	2011.01.01	37	2011.01.01	37	2011.01.01
38	2011.01.01	38	2011.01.01	38	2011.01.01	38	2011.01.01
39	2011.01.01	39	2011.01.01	39	2011.01.01	39	2011.01.01
40	2011.01.01	40	2011.01.01	40	2011.01.01	40	2011.01.01
41	2011.01.01	41	2011.01.01	41	2011.01.01	41	2011.01.01
42	2011.01.01	42	2011.01.01	42	2011.01.01	42	2011.01.01
43	2011.01.01	43	2011.01.01	43	2011.01.01	43	2011.01.01
44	2011.01.01	44	2011.01.01	44	2011.01.01	44	2011.01.01
45	2011.01.01	45	2011.01.01	45	2011.01.01	45	2011.01.01
46	2011.01.01	46	2011.01.01	46	2011.01.01	46	2011.01.01
47	2011.01.01	47	2011.01.01	47	2011.01.01	47	2011.01.01
48	2011.01.01	48	2011.01.01	48	2011.01.01	48	2011.01.01
49	2011.01.01	49	2011.01.01	49	2011.01.01	49	2011.01.01
50	2011.01.01	50	2011.01.01	50	2011.01.01	50	2011.01.01



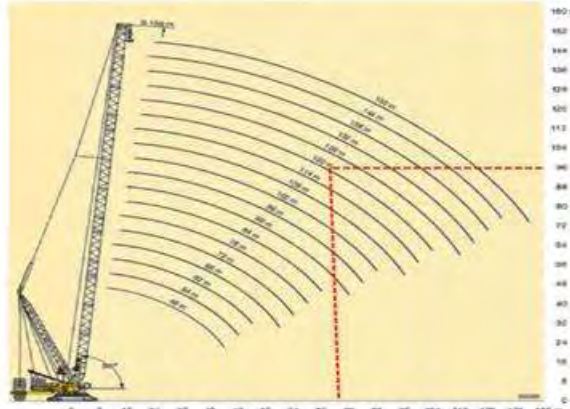
韓国TAESUNG社の
プレゼンテーションスライド。

施工計画の作成 Why do we need virtual construction technology ?

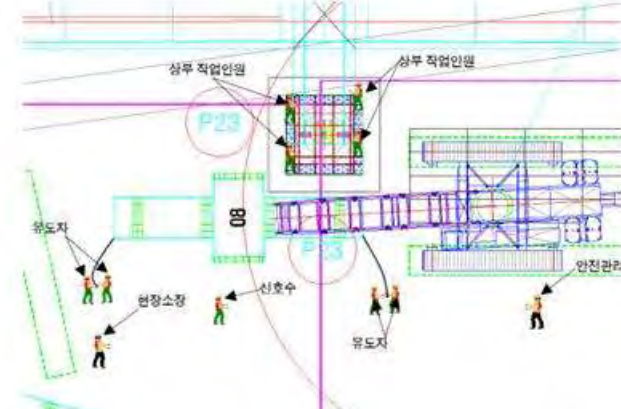
Construction Plan



Equipment Capacity Review



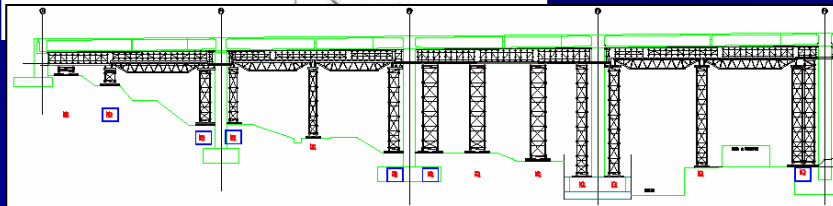
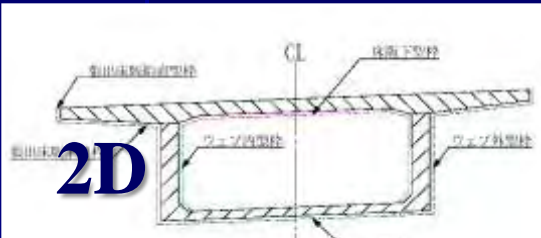
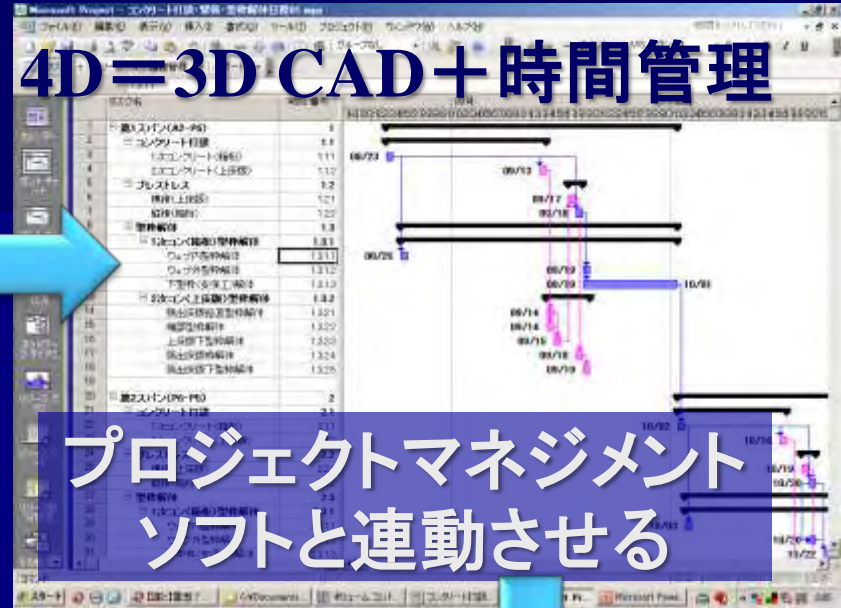
Worker Position Review



BIMを活用したプロジェクトマネジメント



4D=3D CAD+時間管理



試算調書
5D=3D CAD+時間管理+コスト管理

BLANCE SHEET TARGET BUDGET / FORECASTED CONSTRUCTION COST
(1995.07.31)

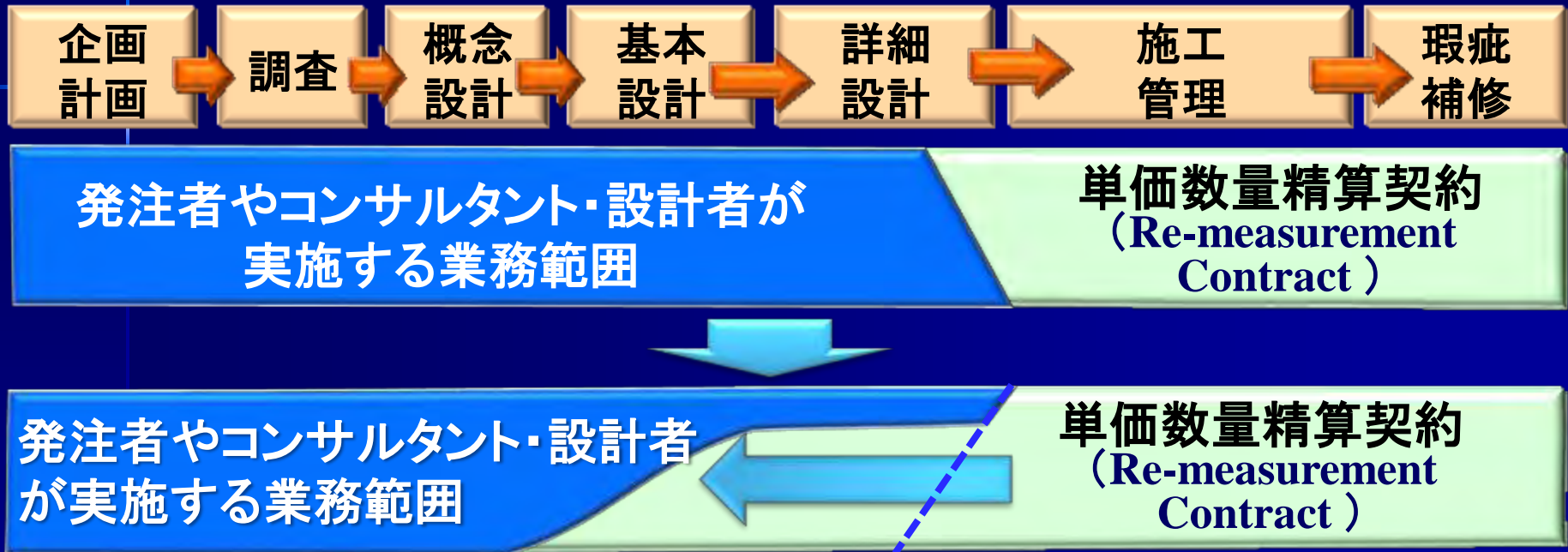
実施予算 出来高 残工事 実施
(BQ対応) 対応原価 対応原価 予定原価 差額

CODE	DESCRIPTION	UNT	Target Budget			Cost To Date			Cost To Completion			Forecasted Const. Cost			Balance		
			Q TTY	RQ	U/P	Q TTY	RQ	U/P	Q TTY	RQ	U/P	Q TTY	RQ	U/P	Q TTY	RQ	U/P
			AMOUNT	(A)	(B)=C/A	(C)	(D)	(E)=D/D	(F)	(G)	(H)=E/G	(I)	(J)	(K)=L/I	(L)=F+I	A-J	(M)=B-K
11110	Direct Work Barth Work Demolish Seawall on Shore	m ³	4,650	600	2,937	5,671	724	4,106	1,915	660	1,264	7,589	700	5,370	-3,159	-40	-2,453
11120	Direct Work Barth Work Demolish Seawall off Shore	m ³	3,338	2,373	7,684	203	2,842	577	0	0	0	203	2,842	577	3,035	-469	7,197
11210	Direct Work Barth Work Reconstruction on Shore	m ³	2,381	860	2,840	854	696	594	1,625	860	1,390	2,479	804	1,392	-98	97	56

AMOUNT =*1000

Virtual Construction
仮想施工(施工性・安全性検証)

最近、国際プロジェクトで発生している問題 契約形態を無視した業務範囲の拡大



- Red Book (単価数量精算契約: 設計施工分離)のまま設計業務に入り込む。Yellow Book(設計・施工契約: 詳細設計)の形態で、基本設計まで入り込む。
- コントラクター側にとって**権利拡大が特定しないまま、義務のみが拡大することになる。**

まとめ 日本インフラ輸出促進に必要なこと

制度的施策

- 現状の総価一式請負契約のパラダイムでは他の先進国と競争して行く建設技術力確保は不可能。
- 根本的改革は契約形態の多様化。

技術的施策

- 設計施工契約を遂行できる技術の向上。
- 仕様設計から性能設計への発想展開。
- BIMに対する本格的取り組み。
- 純技術と契約管理の相対認識

プロジェクトマネジメント技術の向上は必須条件