

## 第1章 研究の概要

### 1. 研究の背景・目的

現在、わが国は、急速な少子高齢化による本格的な人口減少社会を迎えようとしており、建設事業への予算・人材の確保が難しくなっている。また、高度経済成長時代に建設されたインフラの老朽化が進んでいる。

図 1-1 は、建設投資額及び建設業就業者の推移を示したものである。建設業就業者数は、1997 年（685 万人）をピークとしてその後は減少が続いている。また、建設投資額も 1992 年（84.0 兆円）をピークに減少が続いており、2011 年にはピーク時の 50% まで減少している。

図 1-2 は、土木技術者の年齢別割合を示したものである。2012 年は、2004 年に比べて若年層が減少する一方で、50 代以上の高齢層の割合が増加し、高齢層が全体の半数以上を占めている。今後も、この傾向が続くのであれば、建設業就業者数の減少とあわせて、今後建設事業を担う若手、中堅の人材の不足は、より深刻になる。

図 1-3 は、建設業の労働生産性を、全産業及び製造業とで比較したものである。1990 年代前半は、建設業と製造業の労働生産性は同じ水準であったが、製造業の労働生産性は年々増加する一方で、建設業の労働生産性は減少している。これは、建設生産の特殊性（単品受注生産等）、および事業費の減少時期と比べて就業者の減少時期が遅いことに起因するが、製造業では生産システムに CAD、CAM などによって設計、製造の自動化が図られている一方、建設業では生産システムへの ICT 導入が遅れていることも、要因の 1 つとして考えられる。

図 1-4 は、建設後 50 年を経過するインフラの割合の年度毎の推移を示したものである。20 年後の平成 43 年度には、50 年を経過するインフラの割合が半数を超えると予想されており、適切なインフラ管理が最重要の課題となる。

上記のように、予算、人材の縮減のなかで、建設生産の品質を確保するとともに、高齢化するインフラを適切に管理するには、ICT を活用した建設生産システムの高度化が早急に求められている。

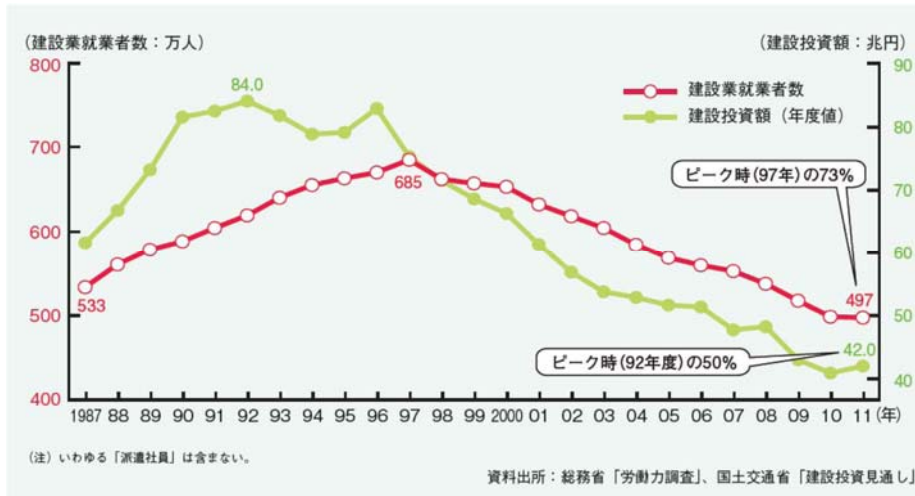


図 1-1 建設投資額及び建設業就業者数の推移（日本建設業連合会より）

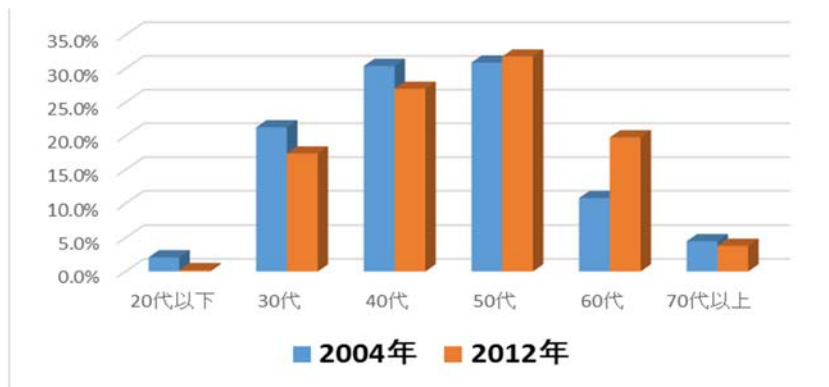


図 1-2 土木技術者の年齢別割合

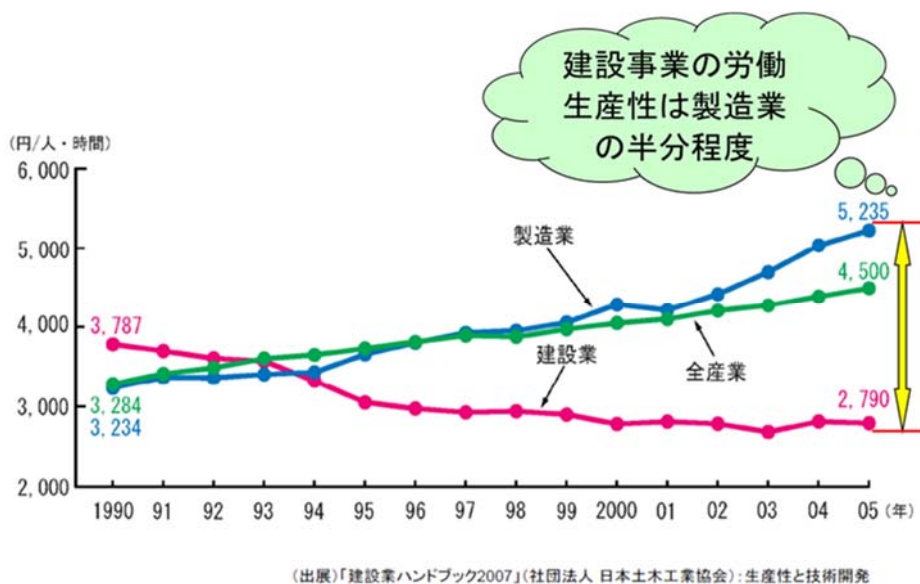


図 1-3 建設業の労働生産性の推移（日本建設業連合会より）

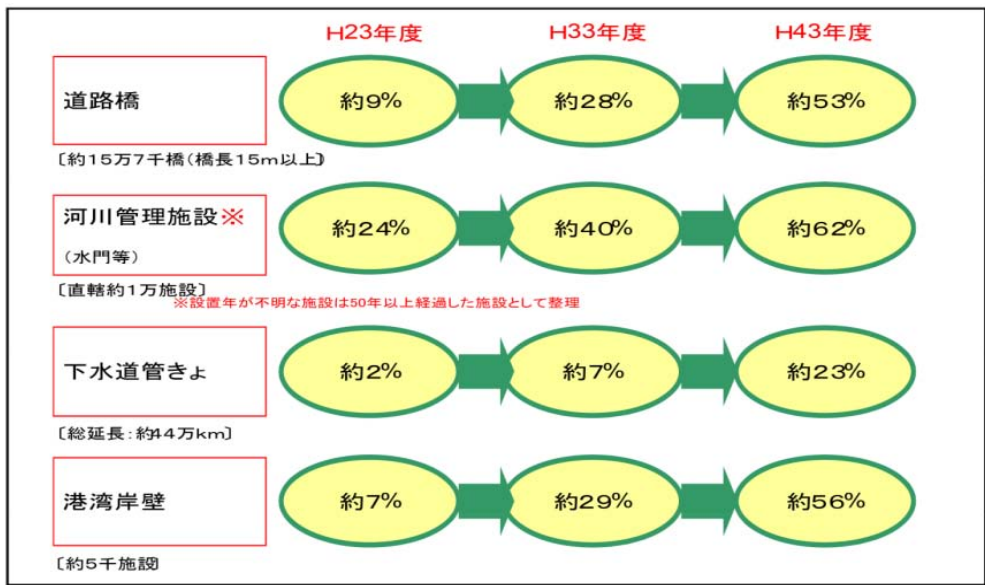


図 1-4 建設後 50 年を経過するインフラの割合

このような状況のもと、建設事業では CALS/EC の推進によって、調査設計業務や工事の成果品の電子化や 2 次元図面の CAD 化など、紙を電子化したレベルの情報交換、共有、保管、データの再利用が行われてきている (図 1-5)。このうち、図面に関しては、「2 次元 CAD データフォーマット (SXF)」や「CAD 製図基準」を策定して、CAD データが再利用しやすい環境が構築されている。また、情報化施工では、情報化施工に対応する技術基準として「TS (トータルステーション) を用いた出来形管理要領」を策定した。しかし、現状の課題としては、効率的な情報の蓄積管理、CAD データによる図面の修正、再利用の効率化が実現されるものの、紙資料や図面を基にした業務をベースとしており、抜本的に業務を効率化するまでには至っていない。

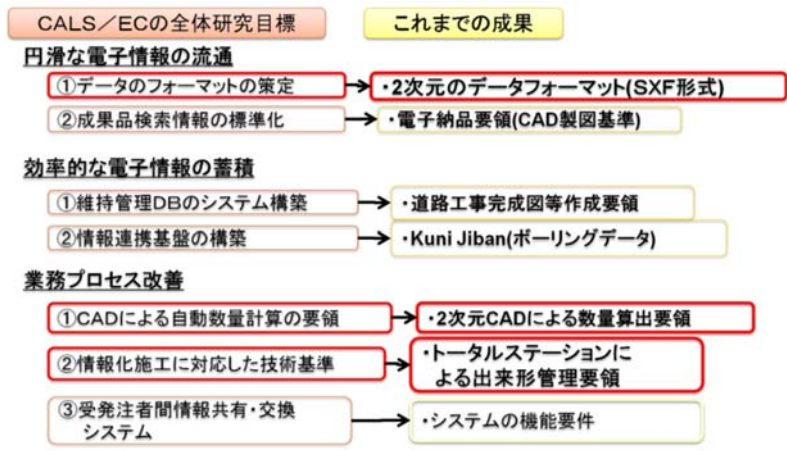


図 1-5 CALS/ECに関する研究成果

一方、製造業では、CAD、CAM といった 3 次元情報技術を導入し、設計、製造のシミュレーションや自動化によって生産性向上に寄与している。同様に建設事業においても 3 次元情報技術の導入が必要と考えられている。

しかし、建設事業での 3 次元 CAD の導入・普及には至っておらず、製造業のような 3 次元 CAD、CAM を利用した設計、施工の自動化の実現は、将来的な目標とならざるを得ない。このため、本プロジェクト研究では、現状の業務を大きく変えず、今あるソフトウェアを少し高度化することで 3 次元技術を活用できる技術開発を目指していく方針とした。

本研究では、現状の 2 次元設計を前提として、2 次元設計から円滑に 3 次元化技術へ移行するために、簡易な 3 次元モデルの設計、施工、維持管理での流通、利活用技術の開発を目的とする (図 1-6)。また、3 次元情報の利活用にあたっては、従来の 2 次元情報を利用した設計、施工、維持管理における仕事のやり方とは異なることから、それを規定する基準等の見直しも必要となる。そのため、3 次元情報を扱う情報化施工の監督検査基準等の見直しも行っていく。

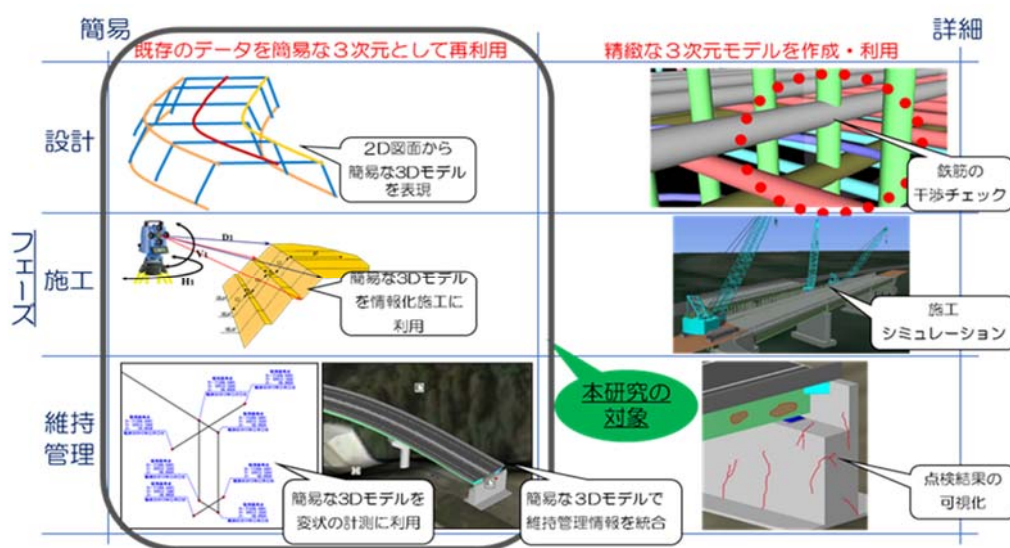


図 1-6 本研究の対象（簡易な 3 次元モデルの流通、利用技術）

## 2. 研究の内容

本プロジェクトでは、「設計～施工～維持管理（災害対応を含む）」のうち、「設計～施工」については情報化施工技術が導入され始めた「土工、舗装工」を対象とし、「設計～維持管理」については今後の維持管理が問題となり注目されている構造物の中から「橋梁」を対象として検討を進めることとした。

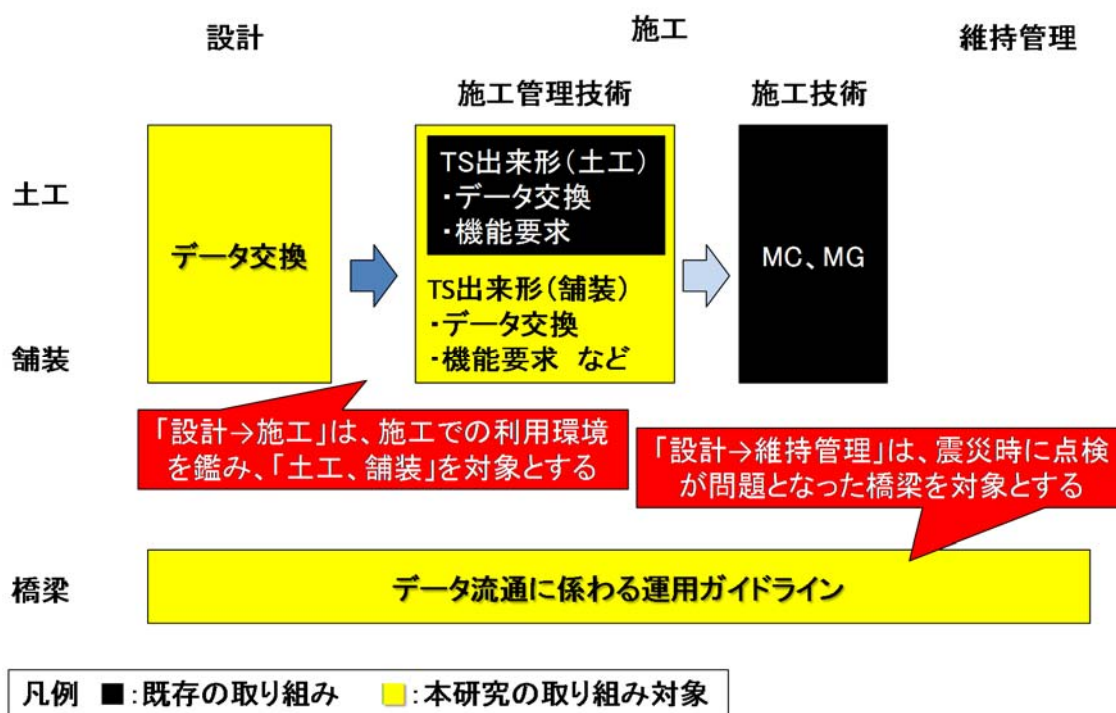


図 1-7 本研究の取り組み対象

本プロジェクトは、3次元データを利用したICTを積極的に活用して、設計・施工・維持管理の効率化を図るため、具体的なテーマとして①～③を設定し、実施した。

- ① 2次元で設計したデータを3次元化するデータ交換の標準の策定
- ② 設計～維持管理に渡り3次元データが流通・利用できる環境の構築
- ③ 情報化施工技術を普及・定着させるための基準類の策定

上記①～③について、本プロジェクトで実施した研究を表1-1に示す。以下に、①～③の研究の概要を述べる。

表 1-1 本プロジェクトで実施した研究

研究	
1	3次元設計データ交換標準（道路、河川堤防）の策定
2	TS を用いた出来形管理の施工管理データ交換標準の策定
3	橋梁 3次元データ流通に係わる運用ガイドラインの策定
4	3次元モデルを用いた情報統合システムのプロトタイプの策定
5	TS を用いた出来形管理要領及び監督検査要領の策定
6	TS を用いた出来形管理の機能確認ガイドラインの策定

**【2次元を3次元化するデータ交換標準の策定】**

本研究テーマは、情報化施工や施工段階での設計変更等に 3次元設計データを利用するために、道路の 3次元形状をモデル化した「3次元設計データ交換標準の策定」、及び TS を用いた出来形管理において、設計データ作成、出来形計測、工事帳票作成、維持管理への引き継ぎなどの場面での円滑なデータ流通のために、「TS を用いた出来形管理の施工管理データ交換標準の策定」を実施した。

図 1-8 は、3次元設計データ交換標準の策定の概要を示す。道路設計では、道路設計専用 CAD を利用した設計が実施されるが、システムでは設計自動化のために、2次元データである平面線形、縦断線形、横断形状をパラメトリックなモデルとして扱って設計を行う。平面線形、縦断線形、横断形状を組み合わせることで 3次元モデルが構築できることから、図 1-8 に示すような 3次元形状のデータ交換を策定した。2次元の設計パラメータをモデル化しているので 2次元 CAD でも作成可能であり、設計変更に対して柔軟に対応でき、情報化施工（TS 出来形管理）で利用可能なモデルとなっている。



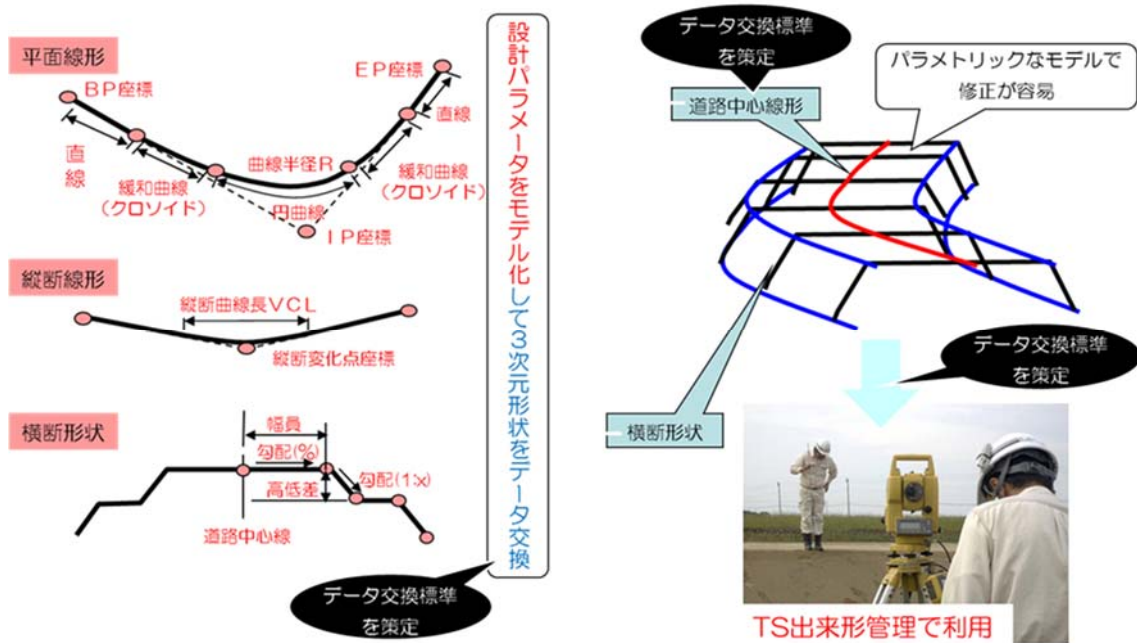


図 1-8 2次元を3次元化するデータ交換標準

【設計～維持管理に渡り3次元データが流通・利用できる環境の構築】

3次元データの高度利用方法として、3次元設計、部材の干渉チェック、3次元システムを用いた各種シミュレーション、2次元図面では容易に把握が難しい複雑な構造や不可視部分の可視化などが考えられる。しかし、これを実現するためには、詳細な3次元モデルを作成しなければならず、3次元CAD利用が一般化していない状況では、この実現は将来目標となる。このような将来目標を見据えて、現時点で実現可能な3次元データの流通、利用技術を提案し、現場に普及する研究を実施する。データ作成が容易な簡易3次元データを利用して3次元化のメリットを享受することで、現場導入の利用環境が徐々に整備されていくことを期待する。

図 1-9 に、橋梁の3次元データの流通に係わる運用ガイドライン作成に関する研究の概要を示す。維持管理に必要な3次元情報として、災害時の橋台、橋脚の変位を監視するために3次元座標を提案し、3次元座標を流通、管理するための研究を実施した。3次元データの利用として、詳細なモデルを作成しなくとも、維持管理に必要な3次元座標を簡易なモデルに取り込んで利用することにより、無理なく3次元技術が現場事務所に普及することを期待したものである。現場試行で効果を確認し、運用ガイドラインを作成した。

図 1-10 に、3次元モデルを用いた統合情報システムのプロトタイプ作成に関する研究概要を示す。維持管理における簡易な3次元モデル利用方法の提案であるが、3次元モデルに紐付けることで3次元位置空間に関連して情報の管理ができる。維持管理に必要な情報は、取り扱いに情報リテラシーが必要な3次元モデルに持たせるのではなく、外部にある情報共有サーバで管理させるシステムを構築し、現場事務所への導入しやすいものとした。

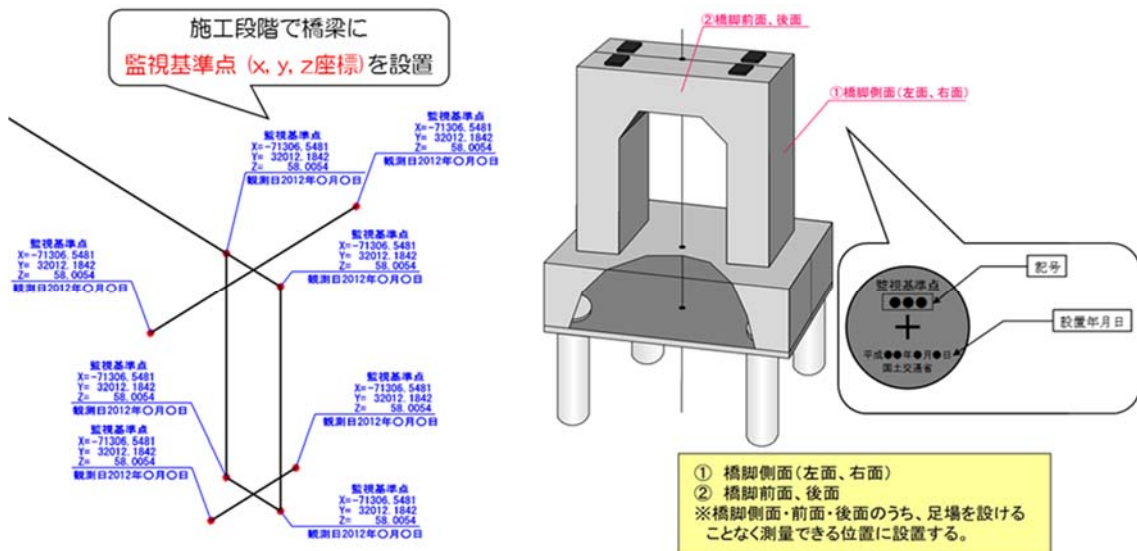


図 1-9 橋梁の変位を計測する監視基準点 (3次元座標データ) の流通、利用



図 1-10 3次元モデルを用いた統合情報システムのプロトタイプ作成



【情報化施工技術を普及・定着させるための基準類の策定】

情報化施工技術の普及、定着させるために、情報化施工に長けていない施工者、監督職員でも、情報化施工の効果を十分に発揮できるように、情報化施工に適した業務のやり方を示す必要がある。このため、「TS を用いた出来形管理要領」、および「TS を用いた出来形管理監督検査要領」を策定し、これらに基づく現場試行を実施した。

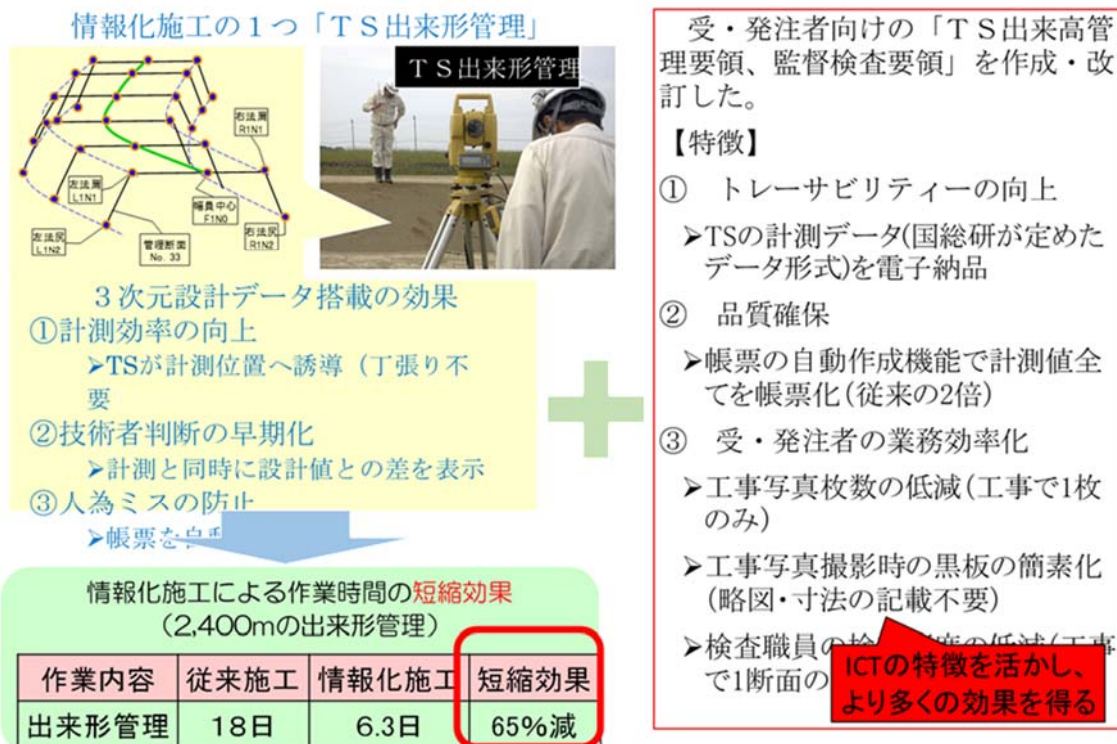


図 1-11 情報化施工の効果を発揮するための基準類の策定

### 3. 研究体制、スケジュール

本プロジェクト研究の研究体制を図 1-12 に示す。

道路局、水管理国土保全局から道路、河川事業に 3 次元データを利用するためのリクワイアメントを受けるとともに、大臣官房技術調査課及び公共事業企画調整課で策定した CALS/EC、CIM、情報化施工の施策および全体計画と連携を図りつつ研究を行った。また、各地方整備局の協力の下で現場試行を実施して、本プロジェクト研究で得た研究成果の効果や課題を確認した。さらに、実務を行う建設業及びソフトウェア開発の関係団体と連携した研究体制を構築した。

この結果、実務に基づく有効性や実現性の高い研究成果が得られ、円滑に施策へ反映できる等、成果利用の観点から効率的に研究を実施できた。

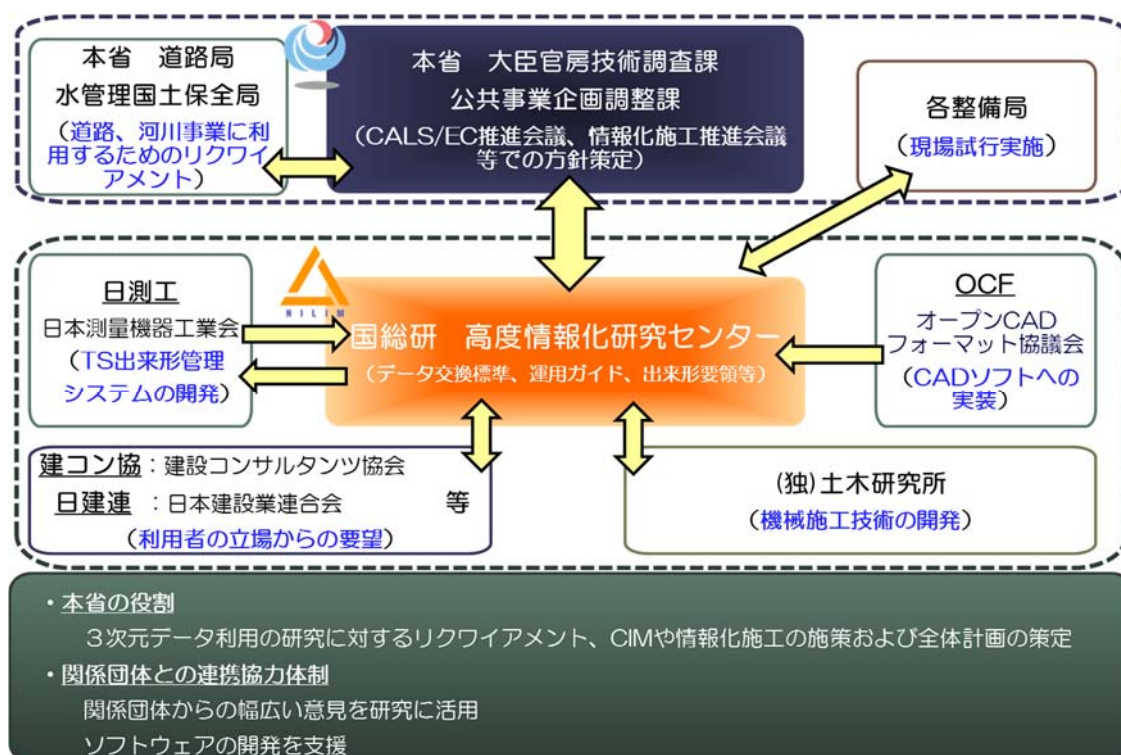


図 1-12 研究実施体制

また、本プロジェクト研究のスケジュールを表 1-2 に示す。

本プロジェクト研究では、平成 22～24 年度の 3 カ年の研究期間で実施した。情報基盤研究室で実施してきた過年度研究の成果を受けて、データ交換標準、要領・基準類、運用ガイドライン等を策定した上で適用性を検討してブラッシュアップしていくといった計画で実施した。また、研究が進んでいるテーマについては現場運用が行われているので、最終年度は現場へのフォローを実施した。

表 1-2 研究スケジュール

研究		実施年度		
		H22 H23		H24
1	3次元設計データ交換標準 (道路、河川堤防)の策定	標準案策定	標準案検証	運用検討
2	TSを用いた出来形管理の施 工管理データ交換標準の策 定	舗装工への導入検討	舗装工対応版の策定	現場運用・フォロー
3	橋梁3次元データ流通に係 わる運用ガイドラインの策 定	橋梁3次元データ運用 ガイドライン策定	現場試行	現場試行 ガイドライン修正
4	3次元モデルを用いた情報統 合システムのプロトタイプ の策定		維持管理での利用方法 検討	プロトシステム開発、 検証
5	TSを用いた出来形管理要領 及び監督検査要領の策定	舗装工への導入検討 土工編の改訂	舗装工事編の策定	現場運用・フォロー H25からの計画策定
6	TSを用いた出来形管理の機 能確認ガイドラインの作成	舗装工への導入検討 土工編の改訂	舗装工事編の策定	現場運用・フォロー