

国総研における 技術研究開発動向

国土交通省 国土技術政策総合研究所 企画部 企画課長

管理調整部 企画調整課長

ど ひ まなぶ
土肥 学
あか き なおひろ
赤城 尚宏

1. はじめに

国土交通省国土技術政策総合研究所（以下、国総研）は、社会資本分野で唯一の国の研究機関として安全・安心で活力ある社会をつくるため、防災・減災や、道路や橋、河川、砂防施設、下水道、建築物、住宅、港湾、空港などの活用、維持管理、整備など、現在そして将来にわたって、社会貢献できるようインフラの研究と成果の普及・展開を進めている。本稿では、国総研の役割と平成27年度に取り組む主な研究について紹介する。

2. 国総研の役割

国総研は、平成13年の省庁再編に際し、国土交通省と密接不可分の業務を担う部分をひとつに統合し設立した研究機関であり、国土交通省組織令第193条において、国土の利用、開発及び保全のための社会資本の整備に関連する技術であって国土交通省の所管事務に係る政策の企画及び立案に関するものの総合的な調査、試験、研究及び開発や、技術に関する指導及び成果の普及、技術に関する情報の収集、整理及び提供に関する事務をつかさどることが規定されている。

国総研の基本姿勢は、「1. 現場重視」、「2. イノベーション」、「3. 存在感～高い技術力で問題に立ち向かう～」である。この基本姿勢のもと、国土交通省本省と一体となって研究等を行い、政策の企画・立案、法令等に基づく技術基準を作成し、事業の執行等に反映する、という国総研の役割を果たすべく、日々技術研究開発等を進めている。

この役割を果たすため、国総研は、「①災害活動支援」、「②研究・技術基準等の作成」、「③技術相談・技術移転」、「④研究のコーディネーター」の4つの機能を発揮する。

①災害活動支援については、災害時など非常においては、各分野の高度な技術的知見を有する専門家を技術支援部隊として全国の被災地へ派遣し、二次災害の防止や被災地の復旧を強力にサポートしている。

②研究・技術基準等の作成については、防災・減災や社会資本の効率的な維持管理等の社会的ニーズや緊急性の高い研究を重点的に進めていくとともに、現場で役立つ技術に関する研究開発や技術政策の基盤となる技術基準の策定を進めている。

③技術相談・技術移転については、災害現場はもちろん、住宅・社会資本整備の現場で発生した問題に対し、専門家派遣をはじめとする技術相談をワンストップで常時受け付けている。また、専門家への研究成果や技術基準の普及のために講習

会や講演会等を積極的に開催するとともに、一般の方々への広報活動も積極的に行っている。

④研究のコーディネーターについては、研究・技術基準の策定の際に、国の唯一の研究機関として関係機関が重複なく効率的に研究を進め、成果を得られるよう、関係者との調整を進めている。

3. 重点的に取り組む研究分野と主な研究

国総研では、現在、重点的に取り組む研究分野として、「1. インフラの維持管理」、「2. 防災・減災・危機管理」、「3. 賢く使う」、「4. 仕事の進め方のイノベーション」、「5. 地方創生・暮らしやすさの向上」の5分野に大別し、様々な研究活動を進めている。本章では、その中でも平

表—1 平成27年度に国総研が取り組む主な研究一覧

対応テーマ	研究部	研究名	研究概要
1. インフラの維持管理	道路構造物研究部	①道路構造物の診断、補修・補強設計法の開発	社会インフラの高齢化により、重篤な損傷が生じる構造物が増加する恐れがある。道路資産を荒廃させずに活用するためには、状態を適切に把握し、コストを抑えつつ妥当な処置をする必要がある。このため、材料の実強度や交通実態等に応じた健全性診断手法や補修・補強設計法の開発を行う。
	下水道研究部	②下水道管のストックマネジメント支援に向けた研究	下水道に起因する道路陥没が年間4千件程度発生しているが、陥没を未然に防ぐための陥没兆候や管路内の微小異状を検知する技術が現在確立されていない。そこで、これらを迅速かつ効率的に検知できる技術を開発するため、現地フィールドを用いた実証を行う。
	空港研究部	③空港舗装の点検・補修技術の高度化（精度向上・時間短縮）に関する研究	限られた時間内で空港舗装を適切に点検・補修するため、新技術・新材料を導入した点検・補修手法を開発し、空港舗装の維持管理方法を提案する。
2. 防災・減災・危機管理	河川研究部	①地下空間利用者のための超短時間浸水警戒情報システムの開発	ゲリラ豪雨は予測が難しく、降り始めると急激な浸水が発生し、地下空間等利用者の脅威となる。降雨予測を入力し、浸水が発生するエリアを短時間で予測、情報伝達することにより、人命を守るシステムを開発する。
	土砂災害研究部	②リアルタイム観測・監視データを活用した高精度土砂災害発生予測手法の研究	土砂災害は局所的かつ突発的であるため、目に見える危険度の変化に関する情報に乏しく、切迫性が伝わりにくい。そこで、住民の避難行動に結びつきやすい予測精度が高く、切迫性の伝わりやすい土砂災害発生危険度に関する情報の開発を行う。
	建築研究部	③大地震の揺れと火災を同時に被った建築物の安全性評価手法と補修補強技術の開発	大地震に伴う揺れと火災のダブルの被害を受けた建築物の応急危険度判定手法を開発し、避難困難者数抑制や二次被害防止につなげる。また、早期復旧・復興に役立てるよう、被災建築物の再使用に向けた効率的な修復方法を提案する。
	沿岸・海洋防災研究部	④港湾地域における津波からの安全性向上に関する研究	港湾地域における効果的な津波避難計画の作成に資するため、短波海洋レーダーにより津波を観測する技術を開発するとともに、津波避難シミュレーションの高度化を行う。
3. 賢く使う	道路交通研究部	①道路を「賢く使う」ための道路情報イノベーションに関する研究	情報技術の進展により道路や自動車が様々な情報を持つようになっている。このような情報を活用して、災害時の移動支援、渋滞回避支援、物流の効率化、大型車両の通行適正化による道路構造物の長寿命化等の研究を行う。
	港湾研究部	②海上輸送の構造変化に対応したコンテナ航路網予測手法の開発	海上輸送構造の今後の大きな変化に対して的確に国際コンテナ戦略港湾施策の更なる展開が図られるよう、世界のコンテナ航路網の将来動向を定量的に予測する手法を開発する。
4. 仕事の進め方のイノベーション	防災・メンテナンス基盤研究センター	①官民連携による新たな事業執行方式に関する研究	建設生産システムのイノベーションによる公共事業の効率化を図るため、事業促進PPPや技術提案・交渉方式（ECI方式）など、官民連携による新たな事業執行方式の現場適用（試行）フォローアップ、効果検証、運用改善方策の検討を行う。
5. 地方創生・暮らしやすさの向上	住宅研究部	①地域に根ざした多様な住宅躯体の省エネ設計技術の定量的評価手法の開発	住宅の省エネ基準の義務化に向けて、地域の大手・工務店が担う、自然エネルギー利用などの気候風土に適した設計・計画上の工夫による省エネ技術の評価手法を開発・整備し、低評価コストで効果的な省エネ基準における簡易評価法を提案する。
	都市研究部	②みどりを利用した都市の熱的環境改善による低炭素都市づくりの評価手法の開発	みどりを都市内に適切に配置することにより、市街地の熱的環境の改善、建築物の冷暖房の利用の抑制、そして地球温暖化ガス（CO ₂ ）の排出量の削減に及ぼす効果を予測・評価する手法を開発し、地方公共団体の低炭素都市づくりを支援する。

成27年度に取り組む主な研究12テーマ（表—1参照）について、その背景・目的・課題と研究内容について解説する。

(1) インフラの維持管理

① 道路構造物の診断、補修・補強設計法の開発

高齢化する道路構造物に対し、法に基づき5年ごとに近接点検を実施することになっているが、重篤な損傷構造物に対する健全性診断手法や補修・補強設計についての基準は未策定であり、管理者が判断に苦慮する場合がある。そのため、健全性診断手法や補修・補強設計法の確立により、地方自治体も含む道路管理者において、健全性の診断や補修・補強工法の適否について適切に判断できるようにし、また、材料の実強度や交通実態、損傷状況に応じた適切な工法の選定により、コストの縮減を図ることが必要である。

現状の課題としては、部材内部の損傷状況は外観目視では困難なこと、既設構造物では実強度や交通実態等を確認できるが、健全性診断や補修・補強設計にこれらを反映する方法が未確立なことがある。そこで、材料の実強度や交通実態、損傷状況に応じた健全性診断手法や補修・補強設計法を開発し、的確な補修・補強工事の実施により道路資産を荒廃させずに活用できるようにする。

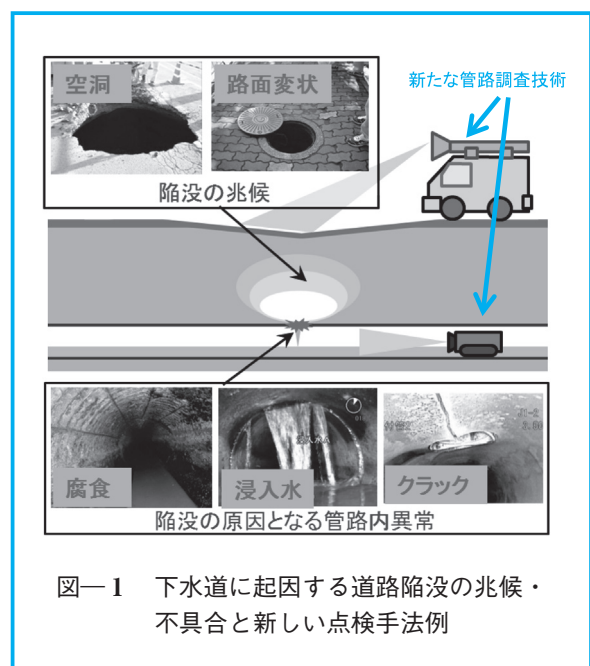
平成27年度は、重篤な損傷が生じた構造物に対する非破壊検査技術の適用性やその結果を用いた耐荷力評価法、載荷試験による補強メカニズムの解明、実強度等の橋梁の実状を考慮した補修・補強設計法を検討することとしている。

② 下水道管のストックマネジメント支援に向けた研究

敷設後50年が経過した下水道管が約1万kmに達し、今後老朽化した下水道管がますます増加する見込みである。また、下水道に起因する道路陥没が年間4,000件程度発生し、人身・物損事故も発生している。そのため、道路陥没を未然に防ぐため、陥没原因である管周辺の陥没兆候を発見し、陥没を引き起こす下水道管内の微小異状を検知することが必要である。

現状の課題としては、陥没と下水道管不具合の因果関係が未解明であること、下水道管周辺の深い場所にある空洞や管に生じた腐食・クラック等を検知する技術が現在確立されていないことがある。そこで、空洞・ゆるみ、腐食、浸入水、クラック等の不具合について、種々の調査点検技術に関する管路施設への適用可能性、普及可能性を検討し、下水道管路施設の点検・調査を大幅に低コスト化するとともに、道路陥没の発生を減らせるようにする。

平成27年度は、陥没兆候やその原因となる異状を迅速かつ効率的に検知できる技術を広く公募し、管路管理への適用可能性等について現地フィールドを用いて検討を行うこととしている（図—1参照）。



図—1 下水道に起因する道路陥没の兆候・不具合と新しい点検手法例

③ 空港舗装の点検・補修技術の高度化（精度向上・時間短縮）に関する研究

航空機の総重量及び車輪の接地圧が増加傾向にあり、空港舗装の損傷が生じやすい状況にある。また、主要空港における24時間運用と着陸回数の増加により、空港施設の維持管理等作業時間が減少傾向にある。そのため、限られた時間内で空港舗装を適切に点検・補修することが可能となる維持管理方法によって、航空機運航の安全性・定時性を確保することが必要である。

現状の課題としては、空港内の広大な舗装面の点検には多大な時間を要するほか、補修要否の判断に個人差が出る可能性があること、補修はアスファルト舗装で行うのが基本だが、施工後は材料を冷却しないと供用できないため供用までに時間を要することがある。そこで、非破壊検査技術などを活用した面的・効率的な点検手法の開発や常温合材など新材料の空港舗装への適用性を確認し、空港舗装の維持管理方法を提案することにより、航空機運航の安全性・定時性が確保され、我が国の産業・経済の国際競争力の強化を図る。

平成27年度は、舗装の損傷状態が航空機の運航に与える影響を考慮して、点検・評価手法について検討するとともに、新技術の空港舗装への適用性評価のため各種試験を実施することとしている。

(2) 防災・減災・危機管理

① 地下空間利用者のための超短時間浸水警戒情報システムの開発

我が国で高度に開発／利用されている地下空間では、水害時に人命が失われる危険性が高い。また、突発的、局地的なゲリラ豪雨による浸水については、予測や時間的余裕をもった予測情報の情報提供は困難である。そのため、豪雨の予測とともに浸水の短時間予測計算を可能とすることにより、十分なリードタイムをもって防災情報を発信することが必要であり、これにより、住民や企業等による自主的な避難や資産保全、企業活動、都市機能の維持等のための行動が可能となる。

現状の課題としては、都市浸水の予測技術の高速化・高精度化、各主体への浸水・予測情報の提供方法のリアルタイム化、自助の実践を通じた豪雨災害の理解、情報リテラシーの深化、防災能力の強化がある。そこで、河川、下水道、都市氾濫の水理解析モデルを統合した都市浸水予測プログラムの作成と、予測等危険情報を地下街等周辺エリア等に発信するシステムを構築し、都市浸水に対する速やかな危険情報の提供により、人命を守ることを目指す。

平成27年度は、昨年度試作した予測プログラム

について、リアルタイム化、観測データのフィードバック等の改良を行うこととしている。なお、本研究は、総合科学技術・イノベーション会議のSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「レジリエントな防災・減災機能の強化」によって実施している。

② リアルタイム観測・監視データを活用した高精度土砂災害発生予測手法の研究

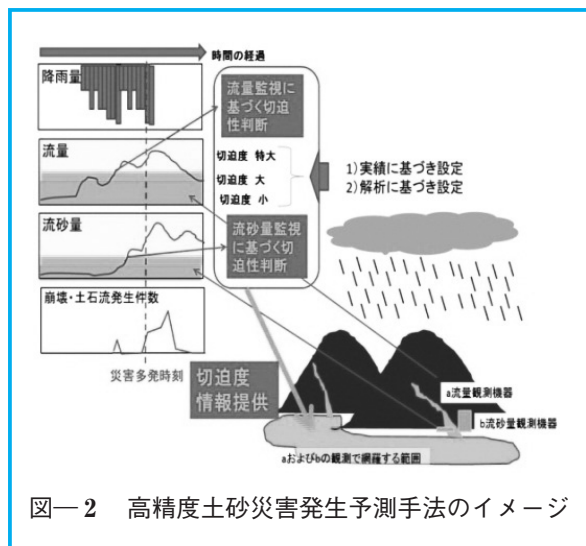
平成26年8月の広島土砂災害で見られたように、土砂災害は局所的かつ突発的である。減災のためには住民が逃げ遅れて被害に遭わないよう、住民が的確な避難行動を取ることが重要になる。土砂災害から命を守るためには、土砂災害の予測が可能とするとともに、十分なリードタイムを持って防災情報や、災害の予兆や危険事象の進行過程に関する情報を発信できるようにし、切迫度・信頼性の高いリアルタイム情報により命を守る「最後のチャンス」を生み出すことが必要である。

現状の課題としては、土砂災害発生予測精度向上のため、溪流のどのような現象に着目するか、どの程度になったら土砂災害に至るのか、これらの情報をどのように収集・予測を行い切迫性のある情報として提供するか、がある。そこで、リアルタイム観測・監視データを活用し、高精度に土砂災害発生を予測する手法を開発することにより、切迫性のある情報提供が可能になり、土砂災害による人的被害を減らすことを目指す。

平成27年度は、土砂災害発生と関連のある観測・監視項目、監視手法を検討することとしている。その上で、今後、土砂災害発生の危険性が高まったと判断する基準値の設定手法の検討や、リアルタイム観測・監視データを活用した高精度土砂災害発生予測手法（図－2参照）の提案を進める予定である。

③ 大地震の揺れと火災を同時に被った建築物の安全性評価手法と補修補強技術の開発

首都直下地震、南海トラフ巨大地震等において多数の中高層耐火建築物の地震火災被害（写真－1参照）が想定される。地震火災被害を受けた建築物の震災直後の安全性確保や有効活用による早



期復旧・復興が重要である。震災直後に、地震火災被害を受けた建築物の倒壊等の危険度が迅速に調査・判定できるようになれば、二次災害が防止されるとともに軽微な損傷の建築物の利用が促進される。また、被災地の早期かつ効率的な復旧・復興のためには、地震火災被害を受けた耐火建築物が補修・補強され安全に再使用されることが必要である。現状、地震火災被害を受けた耐火建築物に対する応急的な危険性の判断方法や再使用の可能性についての技術的課題として、地震と火災の被害により安全性の判定が困難なこと、効率的な復旧方法選定のための火害度の想定が困難なことがある。そこで、地震火災被害を受けた耐火建築物の応急危険度判定技術、再使用性評価技術の構築・体系化を行い、二次災害の防止・震災直後の避難場所の確保・早期かつ効率的な復旧復興を図れるようにする。



写真一 地震火災被害建物の一例と、火災後の構造体の被害例

平成27年度は、主要構造部等の被害と対策技術の類型化、建築構造材料の被害の定量化技術を検討することとしている。

④ 港湾地域における津波からの安全性向上に関する研究

東日本大震災の教訓から、港湾地域における津波被害の軽減に向けて、津波を早期に検知するとともに、迅速で効果的な避難計画を作成する手法の確立が求められている。また、国連防災世界会議で採択された今後15年間の減災目標である、災害による死亡率や被災者数の大幅削減や早期啓開システムの構築等の実現に寄与する技術開発が求められている。そのため、東北地方太平洋沖地震津波を海洋レーダーで捉えた実績を活かし、海洋レーダーによる津波観測技術を開発するとともに、港湾地域の特性を考慮した津波避難シミュレーション技術を開発し、港湾地域における効果的な津波避難計画の作成を実現することが必要である。

現状の課題としては、海洋レーダーによりリアルタイムに津波を観測するための技術開発や、港湾堤外地の特性を反映させた津波避難シミュレーション技術の開発が必要なことがある。そこで、海洋レーダーで津波を観測する技術及び港湾地域の特性を表現できる津波避難シミュレーション技術を開発し、効果的な津波避難計画の策定を可能にし、港湾地域の津波被害を軽減することを目指す。

平成27年度は、開発した海洋レーダーによる津波観測技術及び津波避難シミュレーションについて実用性を評価することとしている。

(3) 賢く使う

① 道路を「賢く使う」ための道路情報イノベーションに関する研究

高速道路の通行止めの原因は、悪天候・災害と工事によるもので全体の約9割を占め、日本における総渋滞損失は年間約50億人・時間、約280万人分の労働力に匹敵する。また、貨物輸送（重量ベース）の9割以上を担う貨物車による輸送の効率化が求められるとともに、全交通の0.3%の過積載の大型車両が、道路橋の劣化に与える影響の約9割を引き起こしている。そのため、的確な巡回・啓開計画の立案を支援することで災害時の円滑な移動を実現すること、渋滞の回避を支援することで円滑な移動を実現すること、物流業者の運行・配送管理を支援することで物流の効率化を図ること、大型車両の通行適正化により道路構造物の長寿命化を図ることが必要である。

現状の課題としては、日本の道路ネットワークは貧弱であるが、新たなネットワークの整備には財政的、空間的な制約があることから、情報通信技術等の活用により、今ある道路をもっと賢く使って、課題を効率的に克服することが必要である。そこで、プローブ情報により災害発生直後の道路の通行実績を把握する手法の検討、経路をドライバーニーズに応じて賢く選択するための正確な所要時間や時間信頼性を算出する方法並びにピンポイントの渋滞対策を行うための渋滞発生原因の分析方法を検討、ETC2.0により走行履歴や急ブレーキなどの情報を物流業者へ還元し運行・配送管理を支援する物流支援サービスに関する検討、ETC2.0を活用して大型車両の走行経路を把握（図一3参照）し大型車両の通行適正化を促進するための技術開発を実施し、賢い道路の利用を通じて、円滑・効率的な社会の実現を目指す。

平成27年度は、地震発生時の通行状況把握技術を地震以外の災害に適用するための検討、ETC2.0プローブを道路交通センサに活用するための検討、ETC2.0プローブを物流事業者等に提供するためのプローブ情報中継システムプロトタイプ構築、一般道データを含めた大型車両走

行経路把握精度の検証を行うこととしている。

② 海上輸送の構造変化に対応したコンテナ航路網予測手法の開発

パナマ運河の拡張や超大型船の就航増、さらには北極海航路の商業利用などの海上輸送構造の変化で、世界のコンテナ航路網が大きく変わる可能性がある（図一4参照）。しかし、これらの海上輸送の構造変化に対応した将来のコンテナ航路網の定量的な予測ツールの開発がされていない。

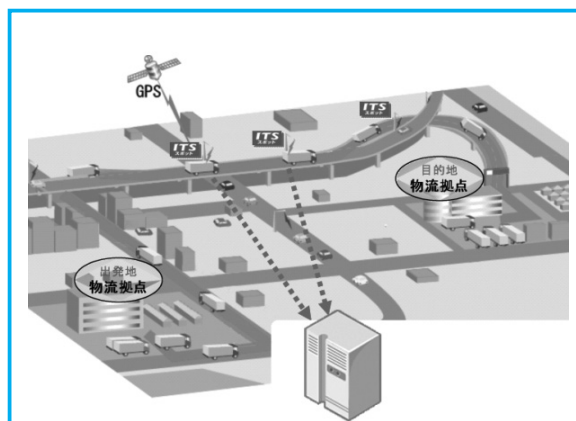
そこで、将来の世界のコンテナ航路ネットワーク変化や我が国へのコンテナ船の寄港変化を定量的に予測できるコンテナ航路網予測手法を開発することにより、将来の我が国へのコンテナ船の寄港頻度や船型などの推計が可能となり、港湾貨物流動予測モデルの精度向上や、港湾での対応方策の検討などに活かす。

それにより、アジア諸国の後手を踏むことなく、海上輸送構造の今後の大きな変化に対して、的確に国際コンテナ戦略港湾施策の更なる展開が図られれば、我が国の港湾・産業の国際競争力が強化されることとなる。

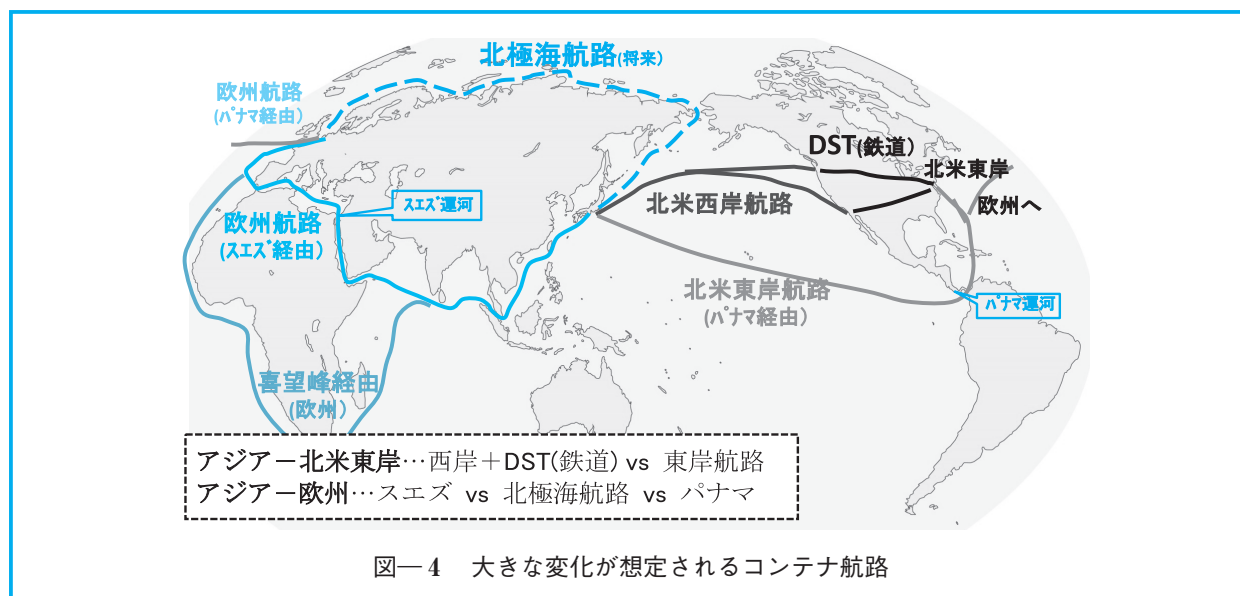
平成27年度は、コンテナ輸送を取り巻く諸情勢と航路形成に関する分析、世界の主要地域間のコンテナ貨物の純流動ODを推計するサブモデルのプロトタイプモデル構築を行うこととしている。

(4) 仕事の進め方のイノベーション

① 官民連携による新たな事業執行方式に関する研究



図一3 大型車両走行経路把握のイメージ



平成26年6月の公共工事の品質確保の促進に関する法改正により、技術提案・交渉方式など多様な入札・契約制度の導入・活用が新たに位置付けられ、国総研ではその運用ガイドライン原案を作成している。また、東北地方整備局では復興道路、復興支援道路の早期整備を図るため、事業促進PPP（事業促進を図るため、官民双方の技術者が有する多様な知識・豊富な経験の融合により、調査及び設計段階から効率的なマネジメントを行う手法）を導入し、民間による川上からのマネジメント、多様な専門知識・経験の融合、官民一体による専任チームという新たな事業執行方式により、工期短縮、コスト縮減等の取り組みを進めている。これらの官民連携型事業執行方式の現場適用を拡大することで、建設生産システムのイノベーションによる公共事業の効率化を目指すことが必要である。

現状の課題としては、従前の事業執行方式と比較して効率的な手法であるという理解が不十分なこと、施工者・設計者・発注者それぞれにとって更に魅力ある仕組みとすることが必要である。そこで、事業促進PPPや技術提案・交渉方式（ECI方式）など、官民連携による新たな事業執行方式の現場適用（試行）フォローアップ、効果検証、運用改善方策の検討・提案を行い、公共事業の効率化（工期短縮、コスト縮減、品質確保・

向上）を図る。

平成27年度は、幅広く国内外の適用事例（実施手法と導入効果）をレビューし、そのノウハウを技術資料としてとりまとめ、全地方整備局に共有化する予定としている。

(5) 地方創生・暮らしやすさの向上

① 地域に根ざした多様な住宅躯体の省エネ設計技術の定量的評価手法の開発

住宅の省エネは社会的に喫緊の課題であり、努力義務であった省エネ基準の義務化が2020年度までに、大規模な集合住宅等から小規模な戸建て住宅等へ段階的に進められる。しかし、主に中小の大工・工務店が得意とする地域の気候特性を活かした設計技術は省エネ基準で十分に評価されているとは言い難い。

さらには、全体着工数の4割を占める中小の大工・工務店の適合率は4割程度と未だに低く、適合率の向上は急務である。そのため、断熱の強化以外の省エネルギー技術が地域の気候特性を反映した自然エネルギー利用系の多様な設計・生産技術を中心として適正に評価されるようになることが必要である。

現状の課題としては、これらの設計手法が工場製品で規格化された設備の省エネ性評価と異なり、その省エネ効果は立地やプラン等が複雑に影

響すること、省エネ基準等で活用することを考慮した際に要所を抑え、きちんとその設計上の努力が評価されることと、評価に係るコストを極力抑えることとのバランスが非常に難しいことがある。そこで、シミュレーション等を活用した設計手法の精緻な評価と、数表等の早見表の作成や設計ツールを充実させるなどの評価の簡易化と基準原案の作成を行うことにより、地域性を反映した省エネルギー住宅の普及を図る。

平成27年度は、個々の設計手法の省エネ評価結果を簡略化し、簡易に評価するための数表の整備及び設計ツールを開発することとしている。

② みどりを利用した都市の熱的環境改善による低炭素都市づくりの評価手法の開発

地球温暖化、都市のヒートアイランド化が進行しており、低炭素都市づくりの促進に向けて、効果的な市街地の緑化の促進による熱的環境改善が急務である。そのため、みどりの蒸発散、緑陰等からもたらされる熱的環境改善を通じた建築物の冷暖房負荷低減によるCO₂排出削減効果を予測・評価する手法を確立し、これにより市街地の条件等を踏まえた効果的な都市の緑化がなされ、ヒートアイランドが緩和される低炭素都市づくりを目指す必要がある。

現状の課題としては、市街地におけるみどりの効果的・効率的な計測手法が確立されていないこと、みどりの熱的環境改善効果によるCO₂排出削減量について換算手法が確立されていないことがある。そこで、市街地のみどりの量と熱的環境に及ぼす効果の実態調査分析、みどりが熱的環境に及ぼす影響等を予測・評価する街区モデルの構築、各種市街地条件におけるみどりの配置計画のケーススタディ、みどりの多面的効果を踏まえた計画・評価マニュアル案の作成を行い、みどりによる多面的な低炭素効果を適切に評価した合理的な緑地計画の実現を図る。

平成27年度は、航空レーザー計測によるみどりの調査手法、みどりが周辺市街地の熱的環境に及ぼす影響の分析等を行うこととしている。

4. おわりに

このように、国総研では、社会資本分野の唯一の研究機関として、本格的なインフラ更新時代の到来への備え、世界有数の災害大国として様々な自然現象への対応力強化、限りある国土における既存のインフラストックの有効活用などを図るため、政策の企画・立案や法令等に基づく技術基準の作成に資する技術開発研究を進めているところである。今後ますますその役割は重要になっていくことから、その研究体制をしっかりと確保していくことが必要だと考えている。

最後に、紙面の都合上紹介できなかったが、国総研では、前述の12テーマ以外にも様々な研究活動を進めている。また、研究活動のみならず、災害活動支援、各現場からの技術相談、国内外への技術移転、国際連携活動等も数多く行っている。これらの詳細については、参考文献に記す各ホームページより是非ご覧頂きたい。

【参考文献等】

- 1) 国総研ホームページ：<http://www.nilim.go.jp/>
- 2) 国総研パンフレット2015：<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/youran.htm>
- 3) 国総研レポート2015：<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/2015report/index.htm>
- 4) H27.4.27付国総研記者発表資料「先端的な土木・建築技術を駆使した社会の「これから」をつくる12テーマを実施（平成27年度 国総研が進める主な研究）」：<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/kisya/journal/kisya20150427b.pdf>
- 5) 国総研技術相談窓口：<http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/tec-soudan/index.htm>