

日本の技術の国際展開（道路分野の例）

企画部国際研究推進室長

曾根 真理

日本の技術の国際展開（道路分野の例）

企画部国際研究推進室長 曾根 真理

国総研においては、その使命である「住宅・社会資本整備に関する技術指導」に基づき、国際研究活動においても「技術支援・展開」を行っている。現在、インド・インドネシア・ベトナム・ミャンマーにおいて重点的に研究連携を進めている。これらの国々に効率的・効果的に日本の経験を活かして技術支援を行うため、「各国が必要とする技術、日本が技術協力すべき分野は何か」について、日本の道路技術の流れの中で各国がどの段階にいるのかを分析し、述べることとする。

日本の技術が国際展開をするためには、どういう観点で相手国が必要としているものを見定めれば、相手が日本の技術や基準を受け入れることが出来るのか、を正しく把握する必要がある。今般、日本の道路分野技術の発展や流れを例にして、現在国総研が研究連携を行っている東南アジアの国々の状況を分析する。

1. 国総研の使命

1.1 国際的な研究活動における使命

国総研は、住宅・社会資本分野で唯一の国の研究機関である。国土交通省の組織として、国土交通省の政策をよりの確かつ迅速に企画・立案・遂行するために、必要な技術的支援を実施することを使命としている。これに基づき、以下の使命を念頭に国総研は国際的な研究活動を進めている。

- ① 政策の質の向上
- ② 技術基準等の国際的整合
- ③ 技術支援・展開

以下、取組の具体事例を述べる。

① 政策の質の向上：米国ハリケーンサンディに関する現地調査

2013年2月、国総研所長が団長となって学会も含めた調査団を編成の上、米国でハリケーンサンディの被害や対応について調査し、国土交通大臣に報告を行った。更に、国内において複数回にわたり調査結果に係る講演会を実施した。

② 技術基準等の国際的整合：国際基準に係る国際会議への参加等

日本の技術基準等の考え方を国外に普及すべく努めると共に我が国の技術基準の国際的な整合を図っている。例えば、ISOなどの国際会議に多数参加するなどし、日本の立場からの提案や、国際情勢に係る情報収集を行い国内関係者との調整を行うなどしている。

③ 技術支援・展開：JICA 専門家派遣・研修及び二国間研究連携

国内における専門家派遣及び研修等を通して蓄積した国総研の技術指導にかかる多くの経験とノウハウを国外においても活用している。海外等からの要請に応じ、JICAによる専門家派遣や研修を通じた技術支援を行っている。

加えて、アジアの国に重点を置き、中長期の視点を持った二国間の研究連携を進めている。現在、インド、インドネシア、ベトナムとインフラ整備に係る研究連携の覚書を締結し、技術的な支援を行っている。なお、ミャンマーとも今後研

究連携を行う可能性を見据え準備を行っている。

1.2 研究連携に伴う技術の輸出

上記3つの国総研における取組のうち、③技術支援・展開に係る取組は、二国間研究連携を重点的に実施する以前、他2つと比較して手薄感があった。このことから、技術支援・展開を効果的・効率的に進めるため、図1のスキームに沿って前述のアジア4カ国において、中長期的な視点を持った研究連携を進めることとした。二国間で中長期的に研究連携を進め技術支援をするに伴い、日本のインフラ整備に係る技術的な理論やそれに基づく技術基準類を海外に提供する必要性が日々大きくなってきている。技術支援、つまり技術を輸出するということは、その技術の考え方、理論を輸出するということである。技術的な理論を体系化した技術基準類の提供は、技術支援の一部であるといえる。そしてこれらを海外に提供する必要性が増しているのは、海外から日本の技術が求められていると同時に、日本国内においても海外へのインフラ輸出を推し進めようといった国内外両面からの推進力があるためである。技術的な理論や技術基準類を海外に提供することは、インフラ技術の普及や防災等の国際貢献になることは勿論、日本の企業にとって馴染みのある技術的な理論や技術基準類が海外において通用するということになり進出しやすい基盤ができる、即ち海外市場の確保にも繋がるのである。

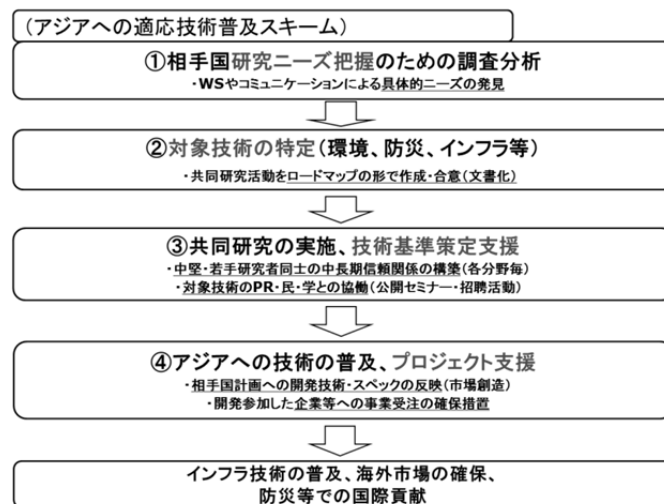


図1 中長期的な視点をもった研究連携スキーム

1.3 技術基準類の特性について

そもそもインフラ整備の分野、例えば道路分野における技術基準類は何であるのか。何のために作られたものであるのか、何の役割を果たすものなのか。国内で使うにせよ、海外に提供するにせよ、明確に認識しておく必要がある。

現在日本で使用されている技術基準類の多くは、道路整備が政府直営から民間業者による整備へ請負体制になったことによるものである。政府直営で整備していた時には政府自身が自ら技術を持っていたため技術基準類を持つ必要はなかった。こ

れが請負体制になったことにより、発注者と受注者の間で合意事項が必要となり生まれたものである。これらの主要な技術基準及び参考図書は、現場で使用されている「測量・調査・設計業務必携」（社団法人 関東建設弘済会）及び「土木工事必携」（前者と同じ）に記載されているものでも数百冊にも上る。

これらを輸出するにあたり、国総研の予算と人員の範囲では全ての技術基準類を英訳等行い指導することはもはや物理的に不可能である。このため、どれを相手国に輸出するかはスクリーニングにける必要がある。

2. 相手国の研究ニーズ把握

海外に提供すべき技術を選定するにあたって、その判別する観点は、

- ①相手国にとって必要な技術
- ②日本として輸出したい技術

の国外国内それぞれからの観点 2 点があり、各観点から検討する必要がある。

技術を提供する相手国にとって必要な技術は何か、どういうものか、を見極めるためには、インフラ整備はその国の社会情勢、経済力と大きく関わることから、まず相手国の経済発展の段階を分析することが必要となる。

以下、道路分野で研究連携を行っているインドネシア、ベトナム、今後連携が予想されるミャンマー、それに ODA を卒業したタイを参考に加え、これら計 4 カ国について経済発展の段階に着目して分析を進める。

2.1 各国の一人あたり GDP

経済発展は、掛かる時間の長短の違いはあれ、概ね同じような段階を経ると考えている。そのため、まず、日本がどういう経済発展の段階を得てきたかを見るため、日本の一人あたり GDP の推移を見返してみる。

続いて、各国の現在の一人あたり GDP が日本のどの時代のものと同等かを見る。各国のインフラ整備に係る環境が、その時代の日本の状況とほぼ同じであると仮定する。実際、研究連携を通じて現地を観察したところ、概ねこの推測は外れていないことが感覚的にではあるが確認されているのである。

具体的には、以下の様な推測ができる。

- ・ミャンマーは日本の 1960 年代前半に相当
- ・ベトナムは日本の 1960 年代後半に相当
- ・インドネシアは日本の高度経済成長期（1970 年代）に相当
- ・タイは日本の高度経済成長期後の安定期（1980 年前後）に相当

これを念頭に置き、これから当時の日本がどうであったか、そして各国がどのような状況であるかを推測する。



図2 一人あたりGDPの推移

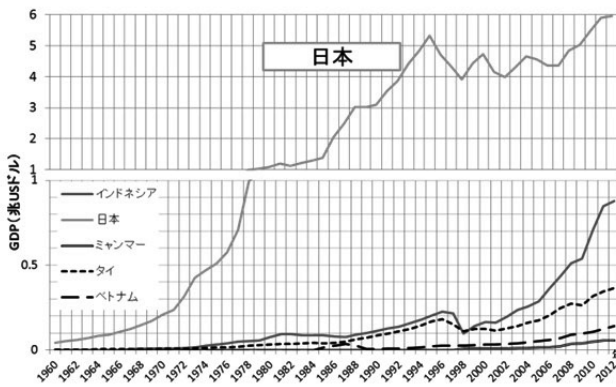


図3 GDPの推移

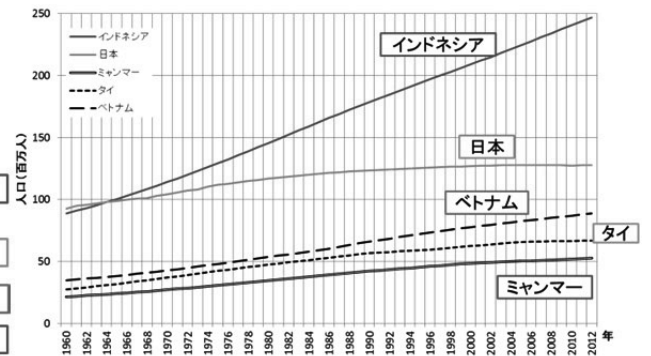


図4 人口の推移

2.2 自動車保有台数と交通量の推移

道路の需要は交通量に当然ながら比例する。そして自動車保有台数の増加と共に、当然ながら交通量も増加してきた。交通量の増加に伴い、道路整備の優先度も上がってきたのである。

各国の一人あたりGDPから日本がそれに相当する時期がいつであるかを分析してみる（図5）。

各国ともこれからまだまだ自動車も交通量も増加する途中であると推測される。

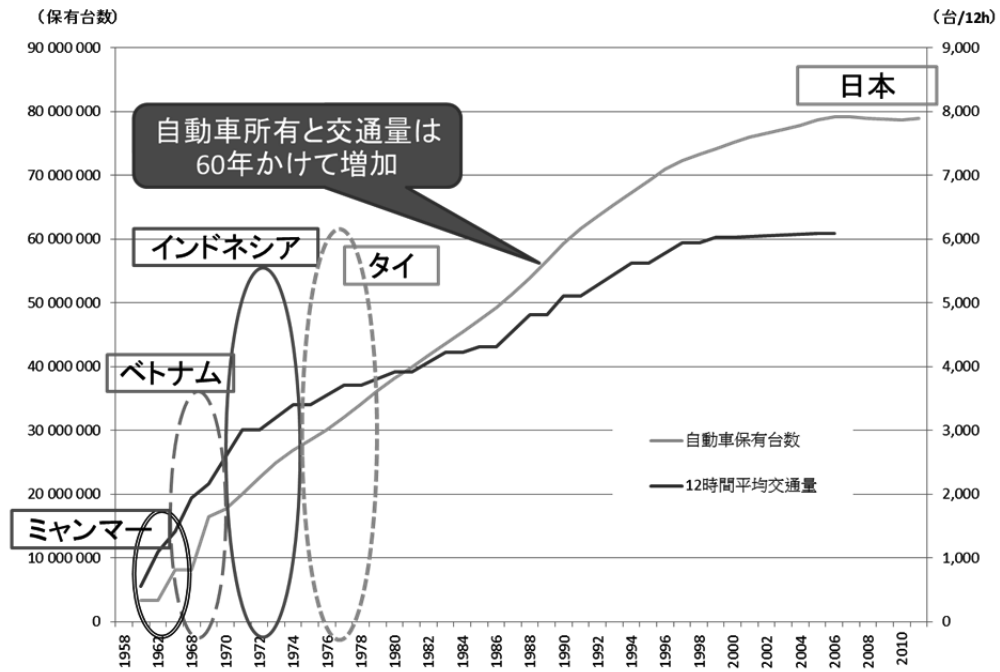


図5 自動車所有台数と交通量の推移

2.3 舗装率の推移

日本の道路は高度経済成長期を中心に約30年間で国道、都道府県道、市町村道の順に舗装率が大幅に向上した。そして戦後約50年ではほぼ完成している。

研究連携や視察等を通して現地を見た技術者の感覚的な所感ではあるが、ミャンマーは日本の1950年代、ベトナムは1960年代、インドネシアは1970年代、タイはほぼ現在の日本に等しい。これは一人あたりGDPから見て相当する日本の時代とは若干ずれがあるものの、概ね合っており、4カ国の発展の順も合っている。

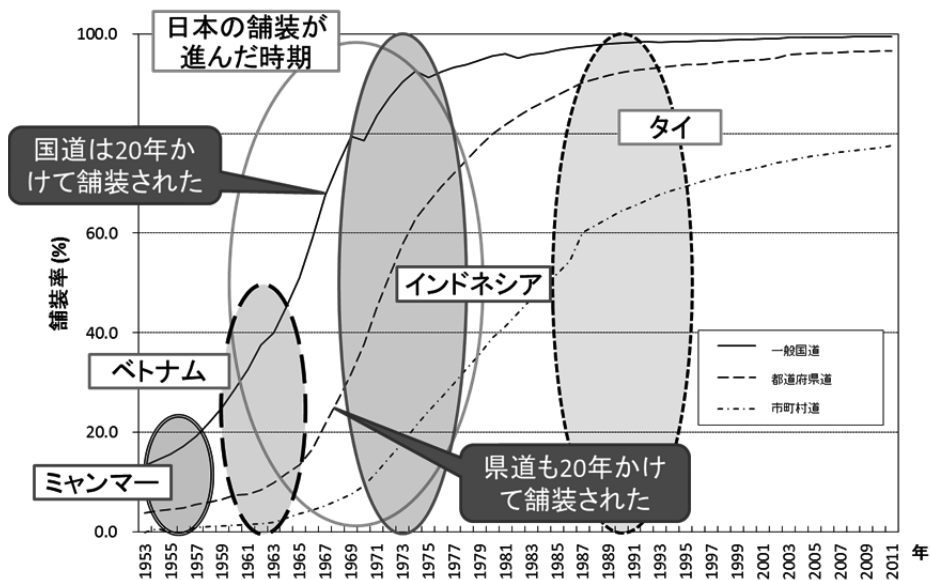


図6 舗装率の推移

2.4 全国高速道路網の整備

高速道路網は淡々と着実に戦後50年をかけて整備を進めてきた。現在は最終局面である。

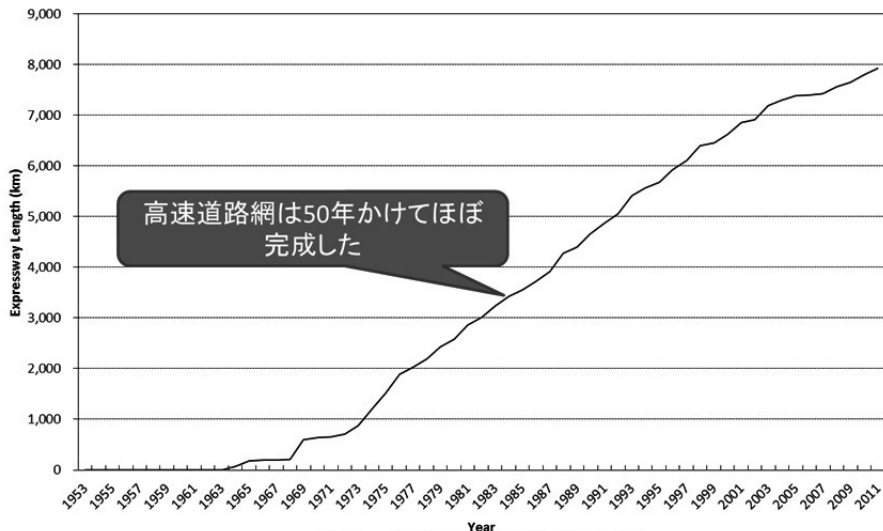


図7 高速道路網の延長の推移

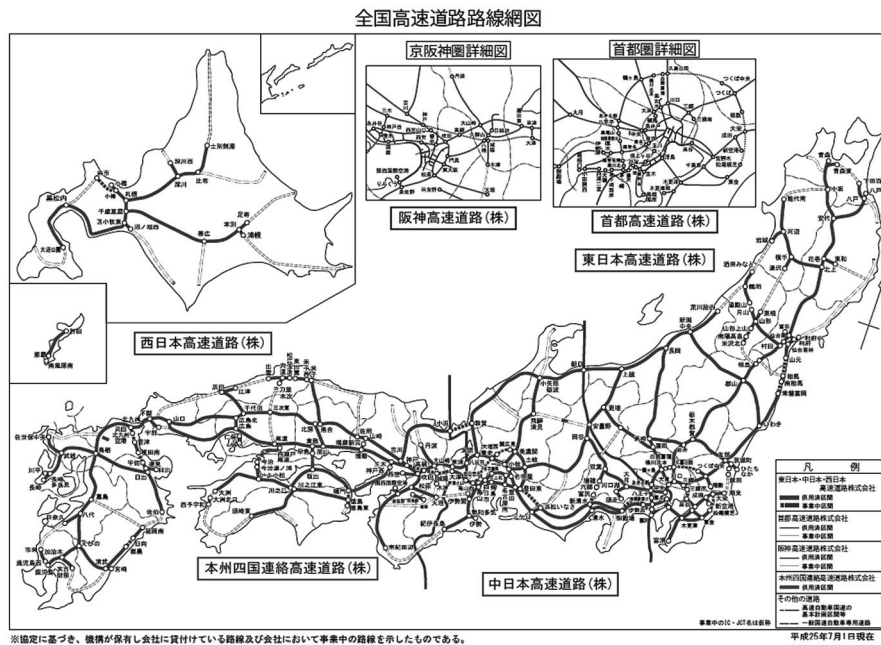


図8 全国高速道路路線網

2.5 交通事故件数推移

日本の交通事故件数の推移をみると、経済の発展、交通量の増加に伴い昭和30年代（1955年以降）、交通事故数（死者数）が急激に増加し「交通戦争」と呼ばれるほどの状況となっていた。しかし、高度経済成長期の後、急激に減少し、その後も多少の増減はあるものの減少傾向にある。交通事故対策をとり続けたことによるものである。

日本においては、まず、歩行者の死亡事故が多く、課題であった。この対策として、ガードレールや歩道橋等の整備、交通安全教育等を行った。これにより歩行者の死者数が減少し、自動車運転者の死者数よりも下回った。次に、自動車運転者自身の死亡事故が課題となった。この対策として、長期間をかけて安全な道づくりを実施した。バイパスや高速道路の整備、道路設計における道路の水平方向及び垂直方向の線形設計の取り入れ、交通安全施設の設置等である。これらの対策により、日本の死亡事故は減少した。

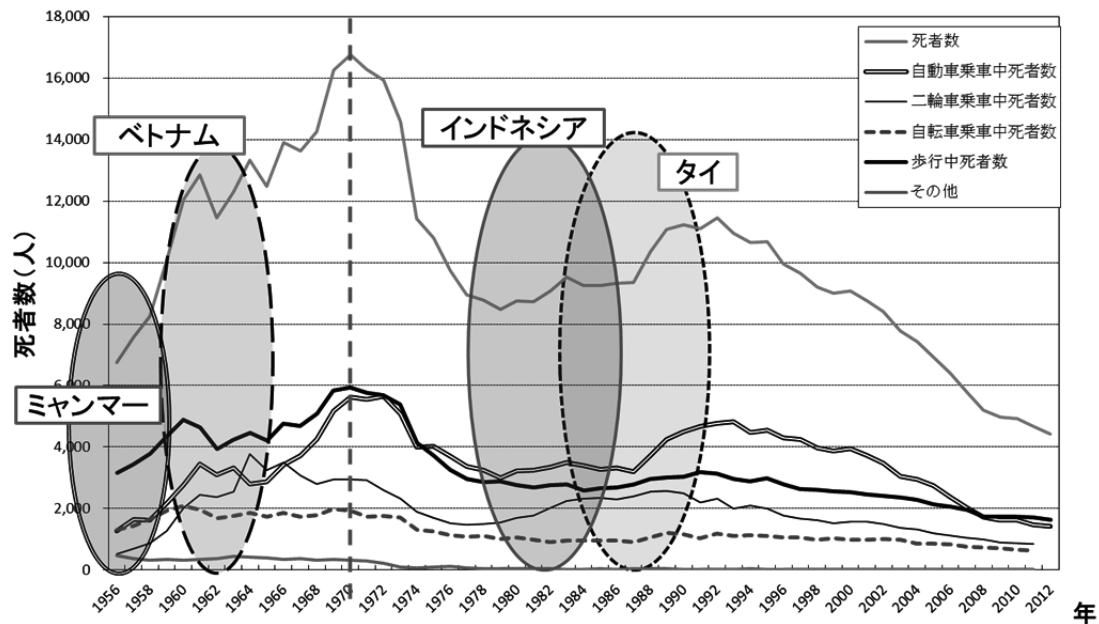


図9 日本の状態別交通事故死者数の推移

現在、感覚的なところでいうと、ミャンマーはこれから歩行者の事故が増えていくであろうと予想される段階、ベトナムは二輪車の事故が増加しつつある段階、インドネシアは二輪車の事故が深刻な段階、タイは二輪車事故の増加から、四輪車の事故に移行している段階である。これらの国は日本と二輪車の占める割合が異なるため、四輪車などとの相対的な件数の多寡は日本とは異なる場合があるが、事故増減の傾向としては同じ流れで推移すると考えている。

3. 対象技術の特定～相手国の発展段階に応じた技術とは

以上述べたように、経済発展に応じてインフラ整備に係るニーズも同じような形態をとって動くと考えられる。このことから、相手国の発展状況とそれに相応した技術とは何かを分析するため、日本の技術力発展がどのような経緯を辿り、それに伴って技術基準類がどのような事情で作成されていったのかをまず述べる。これに付して、インドネシア、ベトナム、ミャンマー、タイの4カ国がどのような状況かを分析する。

3.1 外国人技術者の時代：19世紀末（明治時代）

外国人技術者を事業の技術監督や大学等の教授として雇い入れ、日本人がその下で仕事をする事や教育を受けることにより、技術を学んでいった。

この頃の道路に係る技術基準（道路築造標準）は路面構造、横断形状、排水、縦断勾配、曲線半径等々について規定が設けられているが、まだ日本に自動車が輸入される前であり牛馬車を主な対象として考えられたものであった。

現在、インドネシア、ベトナム、ミャンマー、タイのいずれの国もこの状況は脱していると考えられる。

3.2 技術者の第1世代の時代：20世紀初期（大正～昭和初期）

日本では有望な学生を官費留学制度（1870年～1940年）により外国に留学させ

た。留学からの帰国者や国内の大学出身者はまだ人数が少なく、技術者として政府に雇い入れられた。

道路に係る技術基準も自動車所有台数の増加と性能向上に伴い、これを盛り込んだ見直しが求められた。国内技術者達の研究・提案が集積され、馬車と自動車の混合交通を想定したものであるものの道路構造令等が決定され、現代の基が築かれた。

現在発展途上国において、折角海外に留学生を派遣しても、その留学生が母国に戻らず外国に人材が流出してしまっていることが課題となっている。母国内で彼らを雇用する仕組みが必要である。例えば大学等はこうした人材を雇用する場としても機能すると考えられる。

3.3 直営技術者の時代：20世紀半ば（戦後～1960年代）

この頃、政府は直営方式で全国の道路を整備していった。戦後復興に引続き、朝鮮戦争を契機とした景気回復があり、国民が豊かさを感じるようになっていった。そのような背景からモータリゼーションの波が押し寄せつつあり、道路整備の必要性が増してきた時代でもあった。公共工事の実施にあたっては、各地で地元の人材・材料を活用することとし、全国的な財の分配が行われていった。これにより全国的に経済が廻り、都市部だけでなく地方部も発展していった。そのため更に道路整備の需要が増大していくこととなったのである。

しかしこの時代の技術者で大学等の卒業者は少なく、少数の技術者だけが理論に基づく設計を行うことが出来るという状況であった。そのため、そうした一部の技術者達が道路構造令に則り計算し、標準設計書を作成し、これを全国の現場技術者がコピーし設計書を作成していった。

なお、ミャンマーが現在この段階にあり、技術者はアメリカやイギリスの設計図をコピーして設計している状況である。日本としてはどれほどの設計書のバリエーションを提供できるかが課題となっている。現在、国総研と土木研究所が協力して、軟弱地盤対策の考え方等についてミャンマーに情報提供を行っているところである。



写真1 ミャンマーの道路状況
降雨時、道路に水が溜まるため、政府の委託を受けた近隣の農民が道路脇に溝を掘り、水を流し出す様子。

さらにこの頃、日本では道路構造令も見直され、舗装に関する規定の新設を主とした改正が行われた。これらは国道を想定したものであり、時代は高速道路を求めつつあったにも関わらず高速道路に対応したものではなかった。

それでも、将来予想される交通量、地形や地域に応じて道路を区分し、設計速度の設定や平面線形・縦断線形に新しい考え方をを用いる飛躍的な発展を遂げたものであり、将来の高速道路建設や本格的な全国道路網整備の準備に入りつつあるものであった。

さらに、道路構造令がまだ高速道路に対応していない状況である一方で、社会的には全国的に高速道路網を整備するためのシステムが構築されていった。それは高速道路整備資金を調達するための、①道路特定財源制度、②道路整備五箇年計画、③有料道路制度、以上3つの金融システムである。

まず①道路特定財源制度とは、1949年の揮発油税制度創設（一般財源だが、実質道路特定財源として使用）、1953年の道路特別会計設置（2008年度限りで廃止）である。これに伴い②道路整備五箇年計画を制定した。道路整備五箇年計画を策定することにより、道路網の将来像を広く周知し揮発油税に係る国民の理解を得ることとしたのである。また、建設業者や建設コンサルタントに計画を知らせることにより、業者は道路工事の見込みを建てることが可能となり、建機や建材の準備を可能としたのである。更に、③有料道路制度による有料道路使用料により、国費だけでは余りある全国の高速道路網の整備を可能としたのである。もし、国費のみの投入であったなら、東名高速及び名神高速（700km）のみの整備となっていたと考えられる。

こうして、高速道路網を整備する社会的な基盤が整っていたのである。

3.4 請負(外注)施工の時代：20世紀後期(1970年代-1990年代)

高度経済成長に伴い、全国の大量かつ迅速なインフラ整備が求められるようになった。これまでの政府直営方式では限界を来したため、このころ、道路整備は請負方式に移行することとなった。

そのため、これまでは行政が国民に対して了解を得るための、謂わば行政と国民との共通認識として、政令である道路構造令が制定されていたのだが、これ以外に受注者と請負者との間の共通認識も必要となったのである。それが行政による道路構造令（政令）等とは別に策定された指針や参考図書である。これらは、発注者側と請負者側両者の視点を入れることが可能な第三者の立場である公益法人等が作成した。またさらに、請負う技術者の質を確保するため、資格制度が整備された。

この頃には大学工学部等を卒業した技術者が増え、技術者の仕事は前時代のような標準設計書を単純にコピーする方式から、各人がそれぞれ理論に基づいて設計を行う方式に変化していた。

なお、現在ベトナムが請負体制に移行しようとしているところであり、これに伴い、我が国の技術に係る考え方の教示や技術基準類の翻訳が求められているところ

である。

またこの頃も、高速道路の建設、自動車交通量増大による「交通戦争」とも呼ばれるほどの交通死亡事故の多発、交通容量についての十分な研究蓄積など、時代の流れを受けて政府は道路構造令を改正している。改正点は主に、上記の時代の流れに合わせた以下の点であった。

- ①高速道路（設計速度の拡大）
- ②交通安全(道路の水平方向及び垂直方向の線形設計を設計速度に対応など)
- ③交通量(車線数の決定に用いるなど)

これらの改正は、建設省、関係公団、大学、東京都などから専門家を集め、5年間にわたり討論・検討を重ね、これを元に作成された原案は20章約60万字に達する膨大なものであった。この中から政令で定めるに適切な項目を整理し、政令に入らない細部に渡る部分については参考図書「道路構造令の解説と運用」として日本道路協会から発行された。

3.5 民間企業の技術者の発展：20世紀末

20世紀末には、多くの技術者が大学等の工学部を卒業している。その多くが民間企業に就職しており、請負業者の技術者となって全国の道路整備を行った。

民間企業の競争は激しくなり、これにより民間企業の技術力は向上していった。

こうした民間の技術力のレベルアップと、国民ニーズの多様化及び社会・経済状況の大きな変化が相まって、全国画一的な道路構造から地域の裁量に基づいた道路構造令の弾力的運用へ転換することとなった。これまでの技術基準等において構造の種類、計算の仕方、計算に使用する数値及び施行方法等について具体的な指示をしていたことから、「安全であること」などといった性能の規定、性能照査型と転換していった。これは目指す性能を指示するだけでそれを満たす設計が可能な技術者が十分に存在（独自技術の開発も可能）していることから可能となったのである。

またこの頃、高度経済成長による弊害が次々と明らかになってきた。日本では交通事故、公害、自然破壊、環境問題(リサイクル)の順に顕在化した。恐らく、他国でもこの順で顕在化する傾向があると思われる。

現在インドネシアにおいて交通安全や公害対策が課題となっており、これらの対策についての我が国の技術移転が求められているところである。

3.6 現在

日本では、高速道路を含めた本格的な全国道路網の整備は山場を越え、主眼は整備から維持管理に移行した。これに伴い技術基準等は道路建設から点検ガイドラインの発行へと移った。

道路建設技術の保持も政府直営から民間企業へと移っており、政府の役割は、道路建設の技術等の指導・監督をする役割から性能が基準を満たしているのか確認する役割へと移行した。

現在は、上記4カ国を含め、これについて求める他国は出ていないが、いずれはこうした維持管理や性能照査の技術支援を求める国が出てくることは必至である。

4. 対象技術の特定～日本の国際進出の流れ

日本として輸出したい技術は何か、を分析するため、戦後からこれまでの日本のインフラ事業国際進出の流れを追ってみる。

4.1 戦争賠償等

日本の海外インフラ整備事業は第2次世界大戦の戦争賠償から始まった。

サンフランシスコ講和条約に基づくビルマ（ミャンマー）、フィリピン、インドネシア及びベトナム、更に（厳密な意味での賠償ではないものの）賠償の一環としてカンボジア、ラオス、タイ、マレーシア、シンガポール、韓国およびミクロネシアに対し無償資金協力を行った。ダムや発電所の建設が多かった。

4.2 オイルショック後

高度経済成長期の資源需要が益々増加する中、オイルショックが発生した。これに伴い、資源の確保が強く求められた。

こうした要求から、イランやインドネシアといった産油国にてプラント開発を有償資金協力で実施するということが行われた。更にその周辺国に対しても、道路整備や港湾建設などインフラ整備を行った。政情が不安定なイランやインドネシア等産油国やその周辺国に支援を行うことにより、中東の政情を安定させ、資源を確保することを思案したものであった。

4.3 冷戦後

冷戦終結直前直後、アメリカ合衆国は経済援助を旧ソ連傘下の旧社会主義国であった東欧圏に集中しつつも情勢が落ち着くに従い支援意欲を低下させており、日本はアメリカの支援が薄くなった部分を補完するかのようにより ODA を投入し、ODA 拠出額世界一となった。分野としては、道路、空港、上下水道等インフラ整備に係る援助を主に行った。

4.4 経済低迷期

日本がバブル崩壊以降の長期の不景気を煩う一方、2001年同時多発テロ以降、経済支援の重要性を再認識したアメリカが主にアフリカへ集中して経済支援を行うようになり、日本を抜いて再び ODA 拠出第一位となった。

それでも日本の ODA 拠出額は第二位と依然高く維持していた。長引く不景気、縮小する国内市場という背景から、国内市場を補完する場として海外市場が注目された。また、国内では行われなくなった大規模な建設工事（大型の橋梁など）の技術が失われる虞があるため、技術力確保の観点からも海外進出が注目されたのである。

5. 共同研究の実施、技術基準策定支援の例

共同研究の実施、技術基準策定支援について現在実施している事例を紹介する。

先般、国総研とインドネシアの二国間研究連携により、インドネシアにおける交通量計測手法についてガイドラインの作成がなされ、REAAA での受賞にも繋がった。その他にも、土木研究所の協力の下、新たな素材（アスプトン）を使った舗装の実用化についても研究連携を進めている。

6. アジアへの技術の普及、プロジェクト支援の例

次に、アジアへの技術の普及、プロジェクト支援について現在実施している事例を紹介する。

現在、ベトナム政府よりベトナム・ノイバイ空港とハノイ市内を結ぶ要所であるタンロン橋の舗装修復について相談を受けており、覚書を締結し土木研究所との協力の下、研究連携を進めている。



写真2 ベトナム タンロン橋の舗装を視察する国総研及び土研等の技術者達

ベトナム政府から相談を受け、ベトナム・ノイバイ空港とハノイ市内を結ぶ要所であるタンロン橋の舗装修復のため、日本の技術者達が舗装の状況を見て損傷の原因を探っている様子。

7. おわりに

以上、簡単にではあるが、日本の、国内での技術の発展と国外進出といった両方の観点からこれまでの経緯を述べてきた。今後、国総研がどのように国際研究活動を行っていくべきか、関係する学識者や事業者等に意見を伺いながら見定めて参りたい。