高速鉄道の駅位置・線形・構造代替案の包括的な比較検討および合意形成
ーベトナム国南北高速鉄道建設計画策定プロジェクトにおける環境社会配慮プロセスよりー

COMPREHENSIVE COMPARATIVE ANALYSIS AND CONSENSUS BUILDING ON ALTERNATIVES OF LOCATION OF STATIONS, ALIGNMENT AND STRUCTURE OF HIGH SPEED RAILWAY

齋藤　哲也 *・ダン　トゥアン　ハイ **・氏家　寿之 ***
Tetsuya SAITO, Dang Tuan Hai and Toshiyuki UJIIE

The process of environmental and social considerations, for the Study for the Formulation of High Speed Railway (HSR) Projects on Hanoi – Vinh and Ho Chi Minh – Nha Trang Sections, covered not only the environmental and social impacts but also other factors which were important for the success in HSR development, following the concept of strategic environmental assessment (SEA). To select the optimal option from alternatives based on the location of stations, alignment and structures, the following three technical points were identified to be important: namely, (1) visualization of information related to environment, (2) comprehensive comparative analysis of alternatives, and (3) consensus building through a series of stakeholder meetings.

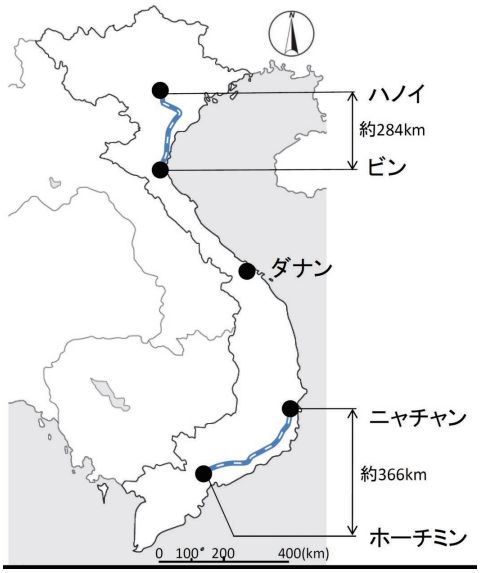
Keywords : *Environmental and social considerations, strategic environmental assessment (SEA), stakeholder meeting, consensus building, high speed railway (HSR), alternative comparison*

1. はじめに

本稿においては、国際協力機構（JICA）によって実施された「ベトナム国南北高速鉄道建設計画策定プロジェクト（以下、本調査）」において、環境社会配慮の一環として行われた代替案の設定、包括的な比較検討と合意形成について述べる。本調査では、環境感度図を用いて特定した環境社会配慮上確実に避けなければならない地域を踏まえ、代替案を検討し、戦略的環境アセスメント（SEA）の考え方に基づいて、環境社会面を含む複数の観点から包括的に代替案の比較検討を行った。その過程と結果について、ステークホルダー協議を通じベトナム国側へ説明し、合意形成を行った。日本工営は共同事業体構成員として、高速鉄道建設、土木施設、路線計画、環境社会配慮等を担当し、齋藤は自然環境配慮を担当した。

(1) 調査と本稿の背景

ベトナム国はアジア諸国の中でも高い、年間 7% 前後の GDP 成長率を記録しており、同国内における地域間交通の需要も 1999 年以降、毎年 5 ～ 8% 程度で増加している。特に首都ハノイと最大都市ホーチミンを結ぶ南北交通回廊の交通需要は、2030 年までに旅客･貨物ともに 2008 年の 4～5 倍、断面交通量で旅客 26～35 万人／日、貨物 30～35 万トン／日に達すると予測されており、同回廊の整備・強化が喫緊の課題となっている。既存の調査では、旅客輸送能力の増強のために在来の国道、鉄道、航空の改善に加えて、高速鉄道と高速道路の整備の必要性が示されている。南北高速鉄道については、比較的高い経済効果が見込まれる都市間を連結するベトナム国北部の「ハノイ－ビン区間（約 284km）」および南部の「ホーチミン－ニャチャン区間（約 366km）」が優先的に整備される区間（**図－ 1**）として選定されている。



出典：JICA報告書[1)]を基に筆者作成

図－1　南北優先整備区間

*　コンサルタント海外事業本部 環境事業部 環境技術部
**　コンサルタント海外事業本部 鉄道事業部 鉄道技術部
***　コンサルタント海外事業本部 グローバル統括部 プロポーザル審査室

係る状況下で日本政府は、ベトナム国政府の要請に応じて、優先整備 2 区間を対象に社会経済状況や環境社会面への影響も考慮した具体的な路線計画や、概算事業費、資金調達などの関連した諸点をより詳細に検討するため、国際協力機構（JICA）を通じて、本調査を 2011 年 5 月～ 2014 年 3 月（うち、本稿の環境社会配慮業務は 2011 年 5 月～ 2013 年 3 月）までの期間実施した。

(2) 本調査における環境社会配慮業務

本調査における環境社会配慮調査の目的は以下 (a) から (d) である。

(a) 深刻な影響を回避または最小化するための、代替案の検討および事業計画への反映

(b) 本格的な環境影響評価（EIA）を実施するための環境社会配慮における検討事項の抽出

(c) 用地取得手続きにおける適切な住民移転ポリシーフレームワークの提案

(d) 事業実施において想定される環境社会配慮事項に関するステークホルダー間での認識の共有

上記 4 つの目的に対して具体的には、(a) 環境社会配慮に係る調査として初期環境調査（IEE 調査）による、高速鉄道の路線・駅が予定される市・省の環境・社会面のベースライン調査を実施して代替案の比較検討を行い、(b) 選定された最適案に対して予備的スコーピングを実施した。加えて、(c) ベトナム国における用地取得手続きに加えて作成を予定する住民移転計画（RAP）の枠組みとなる住民移転ポリシーフレームワーク（RRPF）案の作成支援を行った。

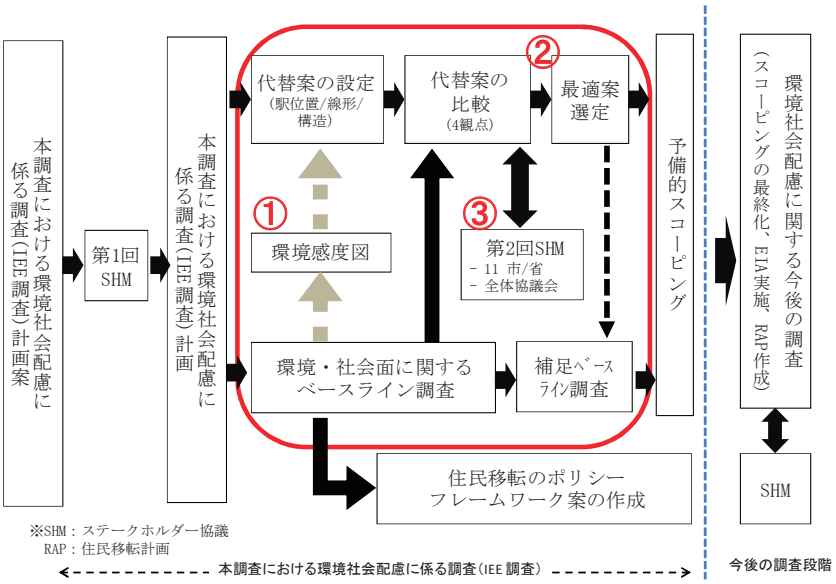
同過程においては (d) ステークホルダー協議を 2 つの時期に分けて実施した（第 1 回は 1 カ所、第 2 回は 13 カ所で開催）。これらの調査の実施手順を、**図－ 2** に示した。

(3) 本稿における技術的なポイント

本稿では、本調査における環境社会配慮調査の目的のうち (a) 初期環境調査に基づく駅位置、線形および構造の代替案比較と (d) ステークホルダー協議を通じた情報の共有と議論の深化を取り上げる（**図－ 2** の赤枠内）。本稿で論じる技術的なポイントは、① IEE レベルの環境社会配慮情報を視覚化して環境感度図を作成し、代替案の作成に活用できるようにしたこと、②環境社会配慮面以外の観点と指標を併せて包括的に代替案の比較検討を行ったこと、③ステークホルダー協議を中央レベルのみならず各省レベルで実施し、日本や他国の高速鉄道の経験を伝えつつ、各ステークホルダーの合意形成を行い最適案を選定したことである。

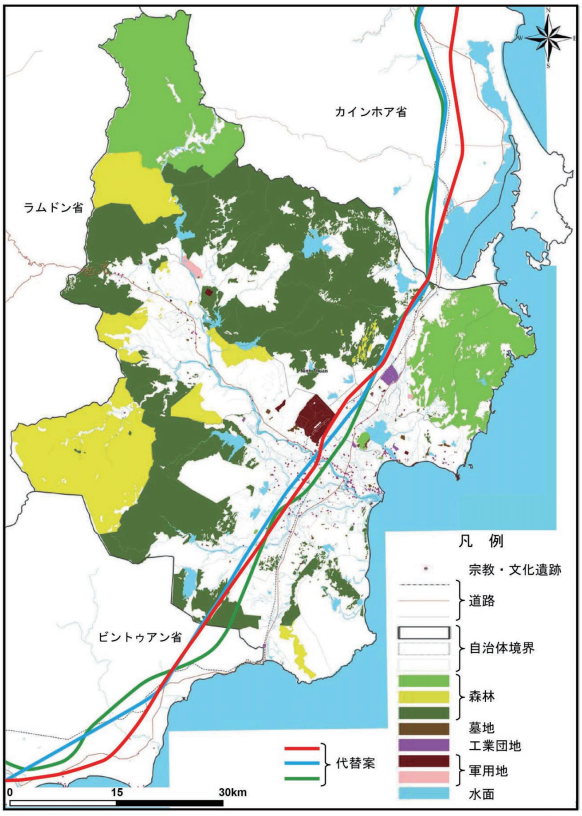
2. 技術的なポイント①：環境社会情報の視覚化

高速鉄道の建設による影響を回避・軽減するために代替案の設定上配慮する必要があり、かつ地形図に表示することが可能な情報について地形図上に環境感度図として整理した。環境感度図として図示した情報は、自然環境（森林、自然保護区等）、生活環境（人口密集地）、社会環境（少数民族分布、軍用地、災害多発地域、工業団地等）の 15 種の情報である。これらは、国および省レベル（場合により県・コミューンレベル）で実施し収集・整理した自然環境、生活環境、社会・経済データおよび関係法令からなる環境社会面の各種基礎情報（二次資料）に基づいている。環境感度図は駅位置、線形および構造の代替案を設定する段階、代替案の比較検討の段階、またステークホルダー協議での説明段階でも使用し、計画策定の透明性を高め、意思決定を進めるためのツールの一つとして活用した。環境感度図の例は**図－ 3** に示した。



出典：JICA 報告書 [1] を基に筆者作成

図－ 2 本調査と本稿の範囲（赤枠）



出典：JICA 報告書 [1] を基に筆者作成

図－3　環境感度図の例（ニントゥアン省）

表－1　代替案設定のために考慮した項目

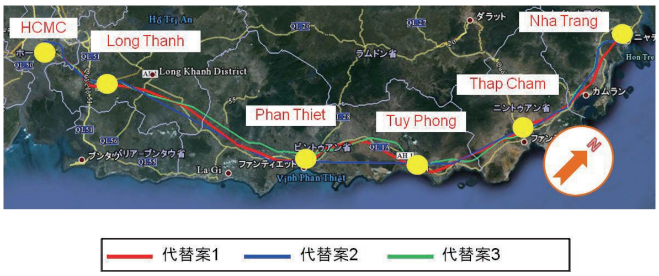
項目	代替案設定において考慮した内容
駅位置	・都市一体型開発に資する地域（駅と都市の社会経済機能の距離が近く正の相乗効果が期待できること、また駅周辺開発のための用地取得ができること）、または用地取得が比較的容易な郊外 ・在来鉄道（または計画中の都市鉄道）およびその他交通モードとの接続の有無
線形	・最小曲線半径5,000mまたは6,000m ・ターミナル駅付近での急カーブの有無
構造	・高架中心、盛土中心、またはその組合せ（建設コストと、用地取得幅が異なる）

出典:JICA報告書[1]

表－2　設定した代替案

代替案	駅位置	線形	構造物
代替案1	都市部かつ駅位置周辺の開発用地を考慮、在来線の接続を前提とする	最小曲線半径6,000m	高架・盛土の組合せ
代替案2	都市部、ただし在来線との接続を前提としない	最小曲線半径6,000m	高架構造
代替案3	既存の都市部を回避し郊外に設置、在来線との接続を前提としない	最小曲線半径5,000m	盛土
ゼロオプション	高速鉄道がないケース：高速鉄道開業計画年（2030年）の旅客需要を高速鉄道以外の交通モード（航空、高速道路・国道（バス・乗用車）、在来鉄道）で分担		

出典：JICA 報告書 [1]



出典：JICA 報告書 [1]

図－4　南区間の線形代替案

3. 技術的なポイント②：代替案の設定と比較評価

(1) 代替案の設定

北区間・南区間それぞれに対して、**表－1** に示す駅位置、線形、そして構造を考慮して、**表－2** の 3 つの代替案を設定した。**図－4** は南区間の線形代替案の例である。

線形の検討に際しては、まず環境感度図を活用し、通過が難しいと考えられる軍用地、保護区、工業団地等を回避し、さらに人口密集地や少数民族分布地に影響が想定される場合は、より詳細な情報が確認できる地形図で建物の密集箇所を個別具体で確認し回避するようにした。

駅を置く都市は、省都であること、一定の規模以上（ベトナム国政府が規模や開発ポテンシャルを勘案して決める都市の格付けで III 以上）であること、または乗客の利便性のための特別な場所であること（例えば国際空港予定地）の 3 条件のいずれかを満たす都市として設定し、都市の中での駅位置については代替案ごとに設定した。

(2) 代替案評価の観点

代替案の評価に際しては、環境社会面で負の影響を回避、最小化するよう配慮することに加え、高速鉄道事業を成功させるために必要となる条件を念頭に評価基準を設定した。その際に検討したことは、高速鉄道自体の事業性に重要な乗客数の確保、高速鉄道の建設による沿線都市の社会経済への正の影響、建設事業の現実性に関連する投資規模や難工事の有無等である。これらの条件は、高速鉄道計画や地域・都市開発の専門家等とのブレーンストーミングにより列挙してから、ステークホルダー協議で簡潔に説明できるように、最終的に 4 つの観点に絞った。すなわち、1) 乗客数の確保と沿線都市の社会経済発展に重要な「利便性および都市一体型開発」、2) 南北回廊に存在する自然環境、歴史遺産や少数民族や用地取得に対する「環境社会配慮」、3) 乗客を確保し事業性を高めるための「高速サービス性」、そして 4) 効果に対する事業の投資効率を考える「経済性」の 4 つの観点である。これらを評価するために、定量データの入手可能性および客観性も併せて検討し、観点のブレイクダウンとなる評価項目と、項目を採点するための基準を設定した。**表－3** に 4 つの観点の設定理由、評価の項目と基準をまとめた。4 つの観点およびその評価項目を採用することについてはカウンター

表－3 代替案評価の4つの観点

観点1:利便性および都市一体型開発	
設定理由:事業性の確保と効果の最大化 ・乗客の利便性は既存の高速鉄道事業の成否(特に収益性)に大きく影響している。 ・都市計画の中に高速鉄道とその駅位置を有効に位置づけることで、高速鉄道が行政、商業、観光、工業、芸術、教育などの都市機能に与える正の影響を最大化できる。	
評価項目	評価基準
他交通モードとの接続性	在来線／都市鉄道との結節 道路等との接続
駅へのアクセスと都市一体開発の可能性	官庁街や中心業務地区(CBD)からの距離
都市一体開発のための用地	駅位置候補から半径500m以内の地域の土地利用可能性
観点2:環境社会配慮	
設定理由:負の環境社会影響の回避と最小化 ・自然、生活および社会環境への負の影響は、線形計画時に最大限回避、最小化すべきである。	
評価項目	評価基準
地形	貴重な地形の有無
地質	軟弱地盤、風化岩盤、砂地、埋立地等の有無
水文	トンネルの有無とその下流域での水利用の有無
災害	災害(洪水、地滑り、台風、竜巻)危険指定地区または発生地区の有無
保護区・森林・生物多様性	特別利用林(保護区)、保護林、生産林の有無
騒音・振動	被影響住民数
土地利用	軍用地、工業団地、墓地の有無
居住地域・開発地域	被影響建物数
文化・歴史遺産	近傍の文化・歴史遺産の有無
少数民族	コミューン(最小の行政単位)あたりの少数民族人口
観点3:高速サービス性	
設定理由:事業性の向上 ・高速鉄道が将来直面する航空や道路など他の交通モードとの競争に敗れないよう、高速サービス性を追求し輸送の質を高める。 ・施工が難しい箇所については、高速鉄道計画の遅延や難工事による計画外の出費等の危険性があるため、避ける。	
評価項目	評価基準
高速サービス性	最小曲線半径が6,000m以下の区間割合、ターミナル駅付近での急なカーブの有無、延伸の容易性
施工	難易度の高い工事の箇所(長大橋、長大トンネル、軟弱地盤等)
観点4:経済性	
設定理由: ・高速鉄道計画は巨額の資金を要する計画であり、ベトナム国にとって適切な投資規模の案を採用する必要がある。	
評価項目	評価基準
建設費(土木工事費)	土木工事費
地方開発	経済発展への貢献

出典:JICA報告書[1)]を基に筆者作成

パート機関との協議を経て最終化し、ステークホルダー協議で説明を行い合意を得た。

(3) 代替案の比較

各評価項目について、可能な限り客観的に評価可能な採点基準の設定（2項目の例：**表－4**）とデータの収集を行い、代替案の評価を行った。各項目を5段階で採点した後、まず観点ごとの平均点を算出し、その合計を代替案の総合評価とした（北区間の例：**表－5**）。

表－3に示したように、各観点を構成する評価項目数は異なるが、単純に各評価項目を5点満点とし、評価項目ごとの点数の平均を各観点の点数とした。多様なベトナム国側ステークホルダーと、評価そのものの手法や結果の点数付けに時間を費やすのではなく、比較のプロセスを通じ代替案について議論を深めることおよび高速鉄道事業の成功において重要な観点について共通理解を醸成することがまず重要であるとの判断と、重み付け等を行うことが恣意的な評価との印象を与えかねないことから、できるだけシンプルな方法とし主観的な比較結果を数値化するための分析法等は採用しなかった。ただし、「5. 比較結果の検証」で説明するように、評価項目ごとの点数の単純平均ではなく、項目の影響度合いを標準化して計算した場合でも、最終的な比較評価結果に影響はなかった。

観点1)利便性・都市一体開発と2)環境社会配慮については各市・省を単位としてそれぞれ評価し、その評価点の平均を区間の点数とした。観点3)高速サービス性と4)経済性

表－4 点数付けの方法（例）

項目	点数	指標(採点基準)
他交通モードとの接続性	5	在来線または都市鉄道(計画含)とその他交通モードの両方と接続。
	4	在来線または都市鉄道(計画含)のみと接続。
	3	その他交通モードのみと接続。
	2	鉄道やその他交通モードと接続しないが、接続の計画有り。
	1	鉄道やその他交通モードと接続せず、計画もなし。
災害	5	線形上に災害危険指定または災害発生コミューン(以下、災害地区)が4以下。
	4	線形上に5-8の災害地区。
	3	線形上に9-12の災害地区。
	2	線形上に13-16の災害地区。
	1	線形上に17以上の災害地区。

出典：JICA 報告書[1)]

表－5 代替案の比較（点数評価）

区間	観点／項目	代替案1	代替案2	代替案3
北区間	総合評価	17.0	13.9	14.1
	1) 利便性および都市一体型開発	4.3	3.4	3.6
	2) 環境社会配慮	4.2	4.0	4.0
	3) 高速サービス性	4.5	3.5	2.5
	4) 経済性	4.0	3.0	4.0

出典：JICA 報告書[1)]

については、曲線を可能な限り少なく取る高速鉄道の特性から、ある程度長い距離で論じる必要があるため、南北各区間を単位として評価した。

4. 技術的なポイント③：合意形成

(1) 各市・省ステークホルダー協議

高速鉄道計画について、事業の概要と、駅位置・線形および構造代替案の比較評価結果を 11 の市・省（北区間：1 市 5 省、南区間：1 市 4 省）において説明し、意見を聴取した。招待したステークホルダーは中央政府、市・省および路線上に位置する県レベルの人民委員会、企業、社会組織／NGO、研究機関、マスメディア等である。1 カ所あたり平均 37 人（18 ～ 59 人）の出席者が活発な議論を行った（**写真－ 1**）。

なお、ステークホルダー協議において活発な意見交換を喚起するため、点数評価を基に各案を相対評価したものを準備した。**表－ 6** は、**表－ 5** に示した北区間の例の相対評価結果である。

各市・省におけるゼロオプションについては、南北交通の需要が増加するに従い、車両や航空機による温室効果ガスや大気汚染物質の排出が深刻化する環境被害が予想されること、利便性および都市の一体開発が進まないこと、増加すると想定される高速移動の需要が満たされないことについて述べるにとどめた。

写真－ 1　ステークホルダー協議（ビントゥアン省）

表－ 6　代替案の比較（相対値）

区間	観点／項目	代替案 1	代替案 2	代替案 3
北区間	総合評価	A	C	B
	1) 利便性および都市一体型開発	A	B	B
	2) 環境社会配慮	A	B	B
	3) 高速サービス性	A	B	C
	4) 経済性	B	D	A

備考：A- 最も適切、B- 適切、C- やや劣る、D- 劣る
出典：JICA報告書[1)]

ステークホルダー協議においてゼロオプションを選択しないことに異論は出なかった。その一方で住民移転を避けるため駅を都市郊外に設置する希望や、盛土構造によるコミュニティ分断、洪水危険性等の不安意見などが聞かれた。これらステークホルダーの意見を踏まえ、以下の検討を行った。

- 代替案の改訂
- 高速鉄道と在来線との接続の重要性を示す事例の整理
- 沿線の発展に応じた駅の段階的な整備事例（東海道新幹線）の整理
- 被影響建物数（騒音影響、移転対象建物）カウント方法の説明資料の作成
- 盛り土区間における社会的分断、農地や水文環境への影響の最小化の検討資料の作成
- 砂丘地帯での地質調査、同調査結果を踏まえた砂丘地帯での建設可否の検討
- 空港中央部への高速鉄道乗り入れ事例（パリ他）の整理
- 起点（ハノイ、ホーチミン）駅位置の詳細代替案の検討

(2) 代替案の再評価と全体協議会

各市・省での協議の結果を踏まえ、代替案の線形や構造を一部修正し、評価を再度行った。その結果について、各市・省の関係者を南北区間の主要都市であるハノイ市とホーチミン市に招き、区間ごとに全体協議会を開いて説明を行った。

全体協議会では、各市・省のステークホルダー協議における参加者の発言と、それに対する検討結果を説明するとともに、高速走行のために曲線半径を大きく取る必要があることから、各市・省における駅位置・線形および構造代替案を大きな一つの区間としてまとめて考える必要があることなどを説明し、ステークホルダーの理解を得ることに努めた。

その結果、各市・省の意見を反映した代替案 1 が最適案として合意された。

5. 代替案比較結果の検証

代替案比較検討結果の最終化の段階で、比較評価結果の点数の標準化および感度分析を実施し、代替案選定の検証を行った。

(1) 代替案比較結果の標準化

各項目の点数評価が総合評価に影響する度合いを平準化するために、統計的な処理として標準化（平均が 0、分散が 1 になるように点数を一次変換）を実施した。その結果、最適案は同一であったものの、標準化前に代替案 3 が代替案 2 よりも高く評価されていたのに対し、順位の逆転が見られて、結果は代替案 1> 代替案 2> 代替案 3> ゼロオプションという順になった。これは利便性内の駅へのアクセスや高速サービス性における代替案 2 の評価の高さが標準化によって強調されたためであり、南北両区間ともに同じ結果となった。

(2) 感度分析

感度分析は、標準化した点数と標準化していない点数について、観点 2) 環境社会配慮を重視した場合（環境優先）、観点 1) と 3) を重視した場合（開発優先）、観点 4) を重視した場合（コスト優先）の 3 パターンについて、重視する度合いを変えて検討した。その結果、標準化された点数におけるコスト優先のケースについてのみ、代替案 3 が代替案 2 より高くなり、順序の逆転が起きた。ただし全ての感度分析のケースで最適案が代替案 1 である結論は維持された。

6. 本調査からの学び

(1) 環境社会情報の視覚化の効果

本調査で作成した環境感度図は、駅位置・線形・構造の計画時に有用であっただけでなく、代替案の比較や、合意形成のための視覚的な資料としても活用することができた。このように環境社会情報を視覚化することが有用なツールとなることが確認できた。

(2) 透明性の高い代替案の比較方法

本調査では、自然環境、生活環境、社会環境に関して配慮を行うだけでなく、高速鉄道計画に特有の利便性、高速サービス性、費用面を含め包括的に代替案を評価することを環境社会配慮プロセスに組み込むことで、透明性が高い意思決定を試みた。

まず、評価の観点を 4 つ設定するに当たっては、ベトナム国の発展に資する高速鉄道システムのあるべき姿を達成することも考慮した。この設定に際しては、我が国をはじめとする既存の高速鉄道における参考事例からの学びや、ベトナム国の社会経済の現況を踏まえて高速鉄道を位置づける必要があることについてステークホルダー協議を通じ繰り返し説明を行うことが有効であった。

また代替案比較検討の透明性を高めるために留意した中で有用であったこととして、誰が評価しても同じ結果が出るように客観的かつ定量的な評価項目と評価基準を設定した。先述の環境感度図のように視覚的に理解できる方法も有効であった。

(3) 高速鉄道に関する合意形成の鍵

本調査の代替案検討の過程で、各市・省での各省会議（11 回）と、その議論を踏まえた南北区間での全体協議会（2 回）を行った。このように二段階に分けて実施した理由は、基本的な疑問点から地域に特有な課題まで質疑を丁寧に行うためには市・省レベルでの協議が必要であった一方、高速鉄道の特性として、主に直線からなる曲線半径を大きく取るような線形を引く必要があることから、南北各区間の単位で、駅位置・線形・構造の考え方を統一して議論する必要があったためである。

ステークホルダー協議における意見聴取や合意形成のための工夫としては、まず環境感度図を活用して視覚的に各代替案の影響を示しながら、観点と項目の評価を ABCD の 4 段階で表示することで、参加者が細かい点数付にこだわらず様々な議論を惹起できるように工夫した。さらに議論の展開に応じて、根拠となるデータや、説明資料、評価における点数付についても提示できるよう、事前に準備しておいた。

各市・省レベルで議論となった事項について全体協議会で追加説明をしたことや、代替案評価の観点について繰り返し説明することで、評価の方法の共通認識を醸成しより建設的な議論を行う機会を確保できたことが特に有効であった。

合意形成の過程においては、代替案の見直しを行う際に、ベトナム国の国全体の関心事（コストなど）だけでなく、各市・省におけるそれぞれの関心事（例えば農地への影響、住民移転、駅位置）を踏まえた説明や対応を行い、それを南北各区間レベルでフィードバックしていくプロセスの重要性が強く感じられた。

特に、相手国にとって新しい技術である高速鉄道の特性について理解を得るために、各主体の理解度合いや、地域の背景状況を踏まえた説明を行うことが重要であり、ステークホルダー協議に時間をかけ、それを積み上げて区間全体の共通理解としていくことが合意形成の鍵であることが明らかとなった。

7. 終わりに

現在、我が国は高速鉄道技術の海外輸出を推進しており、日本工営でもベトナム国に始まり、インド、インドネシア、マレーシアなどにおける調査に参画している。高速鉄道事業は金額的にも大事業であることから政治的な決断が求められるが、その際には適切な環境社会配慮と、透明性の高い意思決定過程が不可欠である。

本調査で実施した環境社会配慮は、我が国において 2013 年 4 月から制度化された計画段階環境配慮書に相当するものであり、かつ南北併せ約 650km の大型インフラ事業に関して環境社会配慮を利便性、高速サービス性や経済性と併せて包括的に比較検討を行った先進的な事例になるものと考えている。

今後も、環境分野に従事するコンサルタントとして、本件の経験を活かし環境社会配慮を適切に行うことで、透明性の高い合意形成に貢献していきたいと考える。筆者は、2013 年に開始された「インドネシア国ジャワ高速鉄道開発事業準備調査（フェーズⅠ）」（JICA が実施中）の環境社会配慮（自然環境）も担当している。代替案の比較に際して、比較結果を視覚的に示すこと、ステークホルダーの意向をフィードバックすること等、検討過程の透明性を高めることについて本調査での経験を活用している。さらに、インドネシアにおける特性（都市規模の大きさと渋滞の現況、地震国であることなど）も比較項目として検討することで、より相手国に合った比較検討と合意形成に貢献できると考えている。

参考文献

1) Japan International Cooperation Agency : Final Report, Study for the Formulation of High Speed Railway Projects on Hanoi – Vinh and Ho Chi Minh – Nha Trang Section, 2013
2) 独立行政法人　国際協力機構 : 国際協力機構 環境社会配慮ガイドライン、2010
3) 環境省計画段階配慮技術手法に関する検討会 : 計画段階配慮手続に係る技術ガイド、2013