



# 土木史フォーラム

Newsletter of Committee on Historical Studies in Civil Engineering  
Japan Society of Civil Engineers

## — 目 次 —

フォーラム	設計／デザインの歴史を変える方法	寺田 和己	1
地域のニュース	市民が創る緑の街道 愛岐トンネル群～ただいま廃線トンネル再生中～	村上 真善	5
学会ニュース	「第 33 回土木史研究発表会」の開催と講演用論文および討議欄の募集		8
土木史関係図書		横松 宗治	9

## — フォーラム —

### —設計／デザインの歴史を変える方法—

(株)寺田技術アドバイザー事務所 寺田和己

#### はじめに

筆者に対して、たくさんの構造のアイデアを世に送り出してきた秘訣をまとめて欲しいという要請があったことに戸惑いを感じた。確かに、国土交通省の道路局長から「見たことがない橋は全て筆者の設計だと思っていた…」と言われることを思うと、一定のイメージが存在するようだ。そこで一考した結果、土木史にふさわしい歴史に絡めて自己の設計／デザイン思想に触れてみようと考えた。

故梅棹忠夫先生は「文明は制度系と装置系からなる」と言われたが、日本で作られる様々なもの、インフラ、建築物、兵器、楽器、美術品等々は全て自国の歴史の影響を受けている。例えば、大石久和氏（元国土交通省技監）が著した” 国土学事始め” の 36 頁に、徳川吉宗が発令した「モデルチェンジ、増産禁止令」について書かれている。その影響もあってか尺八はフルートに、火縄銃は元込め銃に発展することがなかった。その反面、そのような規制の下でも経済競争は続くので、饅頭屋は小豆の質（餡の質）などで勝負してきた。すなわち筆者は、規制の多かった歴史が日本製品の高品質化をもたらした反面、アイデアの乏しさにつながったと考えており、弱点を補うことが自分の役割としている。

さらに我が国は永年にわたって大きい戦争がなかったことや、高度なゴシック建築などを生み出すための激しい宗教教念の不足なども条件として挙げ

ることができよう。

筆者は、日本人の工学的思考法の特徴について気付いたこと、加えて子ども時代に飛行機マニアだったこと、意外にも文学青年だったことなどが影響して作品集が生まれたと言える。本稿では、経験をベースに工学的創作力を発揮するための視点を挙げてみた。

#### 1. 構造の世界

日本の橋梁メーカーなどのエンジニアと話すと、「この人は構造の世界の住人ではなく、橋の、それも鋼上部工の世界の人だなどと感じることが多い。JE ゴードン著「構造の世界」の中に、「構造とは物体を支える部材の集合体である」と定義している。そこで、構造についてイメージしろと言われると、ピラミッド、パルテノン神殿、ゴシック建築、帆船、航空機、自動車などが頭を過ぎるだろう。中でも航空機は構造の華と言われ、橋の世界も大きな影響を受けている。

例えば、戦前に平面形状が曲がった橋を見た人は居ないはずだ。戦後になって、江戸橋ジャンクションなどを見て「鉄腕アトムの世界が現実になった」と驚いた人は多いと思うが、その頃に後退翼の戦闘機、Mig15、F86などが登場したのである。片持ち梁である主翼に翼端が後に下がった後退翼 (angled wing) を採用すると、翼桁は胴体 (hull) との取り

付け部を固定端として扱われる。その解析法として「薄肉弾性梁のねじり理論」が敗戦国ドイツから伝わった。戦時中に登場したメッサーシュミット Me262 (図-1) ジェット戦闘機などが後退翼だったからである。空気を斜めに切る後退翼は、同じエンジンで 150 km/h も速く飛べるようになるのだ。その解析法が橋の世界に伝わって、江戸橋ジャンクション始めとする曲線橋が生まれたのである。



図-1 ME262  
(出典：ウィキペディア)

筆者は小学校4年生から「航空情報」という月刊誌を買っていたので、フランジ、ウェブ、ガセットプレート、リブと言った、橋と共通の構造に使われる単語に馴染んでいた。「設計は選択行為である」ということも判っていたようだ。例えば、自重に比べて翼面積が大きい飛行機(=翼面荷重  $W/A$  が小さいと言う)を創ると、運動性は良くなるものの速度は落ちるといったようなことが起きる。我が国の大学で行う設計演習とは、PC箱桁の構造解析と作図というようなことであろう。どこに橋脚を置くとか何ゆえにPC箱桁(図-2)を選んだかというようなことを教えているようには見えない。設計/デザインにはトレード・オフが伴うとかミクロとマクロを同時に考えるべきであるというような基本的な項目を教えるべきであると様々な先生に提言するが、状況は変わらない。

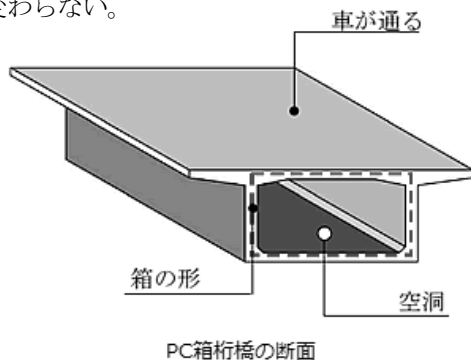


図-2 PC箱桁(出典：(株)富士ピーエス HP)

## 2. 創作力について

土木建築構造物の品質水準維持は、単品受注生産物であるが故に、自動車などの大量生産物より難しい。頼りは技術者や労働者/職人など個々のモラル(道徳)とモラル(士気)である。橋などは一橋ごとに念入りに造るべきものであるが、その視点から観ると現在中国など新興国が世界各地で行っている経済成長率維持のための大量インフラ投資は、莫大な負の遺産を生み出す危険性がある。同時に「土木建築は誰でも携わることができる遅れた産業である」という、既存のイメージが増幅されるであろうとふんでいる。

我が国でも、国家予算の85%を軍事費に費やした第二次世界大戦が終わった時、国道ですら6%しか舗装されていなかった。そこで戦後の物流の急増に対応するべく大道路建設時代が始まったのである。

「ローマ人の物語」を著した塩野七生氏は、本の冒頭に「興隆の条件は衰亡の条件」と書かれている。我が国の大道路建設時代、すなわち興隆期に多くのエンジニアの発想が標準設計的になり、豊富な内需があったことで海外人脈の構築ができなかった技術がガラパゴス化したというような弊害を生み、現在の衰亡の要因になっているように見える。我が国の成長期に起きたことが上述した新興国に似ているところが気懸りである。

筆者は、幸いにも若い時から歴史や文学などに興味を持っていたので、高度成長期に行われていた危うい設計や工事を客観視することができた。すなわち、前項“1. 構造の世界”で述べたように、身についたポピュラーサイエンスの知識と文系の力が合わさらないと、日本や世界で初めての型式の橋を複数生み出すことはできないと考えている。

ここで事例を挙げてみよう。首都高速7号線が荒川放水路と中川を渡る個所に初期の斜張橋が完成した時、筆者は「このような構造型式の橋は必要なのだろうか」と訝った憶えがある。比較設計では工費が第3位くらいだったらしい。その後、30歳の時にドナウ河やライン河を訪れる機会を得て、初めて斜張橋が生まれた理由が理解できた。オランダやチェコの旗を掲げた大きな船などが頻りに運航している川の中に橋を架けるには、仮支柱が使えないので斜吊(しゃぶり)架設工法を用いるしかない。斜吊架設を眺めていると、仮設ケーブルを本構造に取り込んだ構造型式を思い付いたとしても不思議ではないだろう。つまり、日本で斜張橋が必要な個所は、港の入口を横切る橋、海峡横断橋、川を急な角度で斜めに横切るために河川構造令に抵触しないように支間を延したケース(湘南ペルブリッジなど)などに限られるだろう。

ここで言いたいことは、設計/デザインする対象を、上述した斜張橋のように、最初に構造型式を考えた人の意図を理解しようと試みる必要があるということである。そう考えると発展形も考え付くことができる。いま世界で鋼床版箱桁を用いた斜張橋を採用しているのは我が国だけである。他国はエッジガーダーとか混合構造（ノルマンディ橋）に変わっている。徳川吉宗の影響が残っているせいかも知れない。

数学や楽譜は優れた言語だと言われている。とりわけ数式は正確に考え方を伝える手段だと思うが、言語で設計しようとする対象を簡素に説明できれば、自分の考え方を整理することができると同時に、プロジェクトに関連する人々への説得力も増すことにつながる。ものごとを基本に戻って考えることが重要である。

### 3. 作品例

#### 3-1 最新作

筆者が考えた通りに設計/施工された最新の橋は写真-1に示した阿波しらさぎ大橋（平成24年4月25日開通 橋長1291m、幅員24m）である。



写真-2：阿波しらさぎ大橋

この橋の構造の冒険を挙げると次のようになる。

- ① ケーブルイグレットと命名された吊構造区間（575m）では、主塔間隔が260mもあるにも関わらず、捩り剛性が小さいものの安価で、ハンドリング重量の小さい鋼板桁橋（開断面）とした。常識的な設計者ならねじり剛性の高い箱桁（閉断面）を採用したはずだ。耐風性能は、風洞実験を繰り返し、導流板や高欄形状などの工夫で風速70m/sを達成した。
- ② ケーブル段数を1段とし、ケーブルの両方の端部間を力学的につないだ弓のような構造とした。この手法を用いると主桁の広範囲が圧縮されるので、座屈する可能性の高い鋼橋では禁じ手とされている。

た。サンドイッチ合成床版を用いることで軸力の大半を受け持たせることができた。結果的に斜張橋の半分の高さの塔で要求性能を満たすことができた。干渉に飛来する渡り鳥の群れの飛行を邪魔しないようにと思って考えた構造型式であったが、却って約34億円ものコスト縮減につながった（主塔間隔260mの既存の斜張橋との比較）。

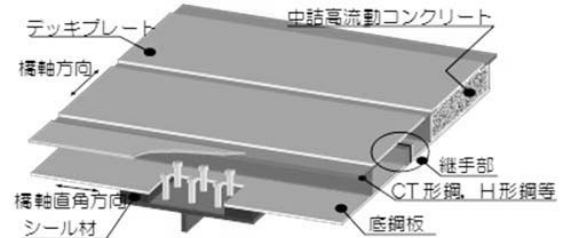


図-3：サンドイッチ合成床版

③ 連続鋼板桁区間（716m）では、軟弱地盤を活用してラーメン構造とした。その結果、工期の半減、耐久性の向上、工費の大幅なカット（推定50億円）などが達成された。

④ 合成床版単体で見ると他の型式に比べて15千円/m<sup>2</sup>も高価になるサンドイッチ合成床版をこの橋全体に使った。その結果、高い合成効果によって主桁の鋼材量が、例えば鋼板桁橋区間では60kg/m<sup>2</sup>減った。その効果で合成床版のコストアップを上回る35千円/m<sup>2</sup>のコスト縮減が得られた。

#### 3-2 40年前に考えた作品



写真-3 黒姫大橋

筆者が30歳の時に考えた海上橋である。この橋の前にも千葉県の新行徳橋など、普通の型式の橋は設計した経験はたくさんあったが、佐渡島の海岸に架けた黒姫大橋は自分にとって初めと言ってよい制約の多い橋だった。工夫した点を挙げると下記のよ

うになる。

・基礎岩盤を砕岩棒で平たんに均し、鋼型枠を設置してプレキャストコンクリートを打設した。現地の漁港工事などで慣れた工法を用いて人工岩を造り、その上にRC構造のV脚を重ねた。

・あえて基礎の人工岩が大きくなることを避けずに、線形は浅い湾を直線に横断させた。その結果、橋は砕波の起きる線の外側になったので工事が容易になった。

・基礎工の高さが大きくなることによるコストアップを吸収するために、上部工の曲げモーメントを小さくできる構造型式とした。V形脚はそのキーポイントで、支点上のマイナスモーメントを減らすことで、支間が大きいにも関わらず、主桁は大型化していない。

・PC桁は、まず碇着桁を新潟東港で造り海上輸送してV脚に載せた。次に予めセッティングビームを取り付けた吊桁を碇着桁の間につり下げ、吊桁の両端の50cmの隙間に場所打ちコンクリートを打設後、PC鋼線で締めて連続桁化した。

・主桁を分割したことでこの橋の工事発注された時、PC専門業者に与えたインパクトは大きかったようで、その後、長い間「あなたの今度の橋はあの橋を超えていない」と言われ続けた。30代で前例のない橋を造ることができると、その後の自信につながると考えるべきある。

## あとがき

橋を設計／デザインする時には、「景観に配慮するとコストが上がる」、「橋はもはや改良の余地がない」と言った俗論に悩まされることが多い。技術観が広ければ、コストを下げ、耐久性を増し、景観も改善することができる。筆者の専らの悩みは俗論との果てしない闘いである。

ここでエピソードを紹介する。発注者から「橋はもはや発展の限界にきているのでしょうか」と問われたので、「ホンダに勤めていて、モーターサイクルは発展の限界…と同じことを質問したら、その後の会社での立場はどうなりますか」と答えた。反応は「ウァ～説得力があるなあ」だった。人間の寸法と形に制約されるので、モーターサイクルの設計の自由度は橋よりもはるかに少ない。

我が国の設計／デザイン力については興隆期に硬直化した感が否めない。さらに、「これからは修繕

する時代だ」という意見が台頭しているので、筆者の書いたことは遠い話に受け取られがちだろう。しかし、「美しい空間の中で美しい時を過ごしていない国民は、いくら自動車の造り方が上手でも世界から尊敬されません」という鈴木忠義先生（東京工大名誉教授生）の言葉のように、また新設橋も増えるようになるだろう。その時のためのストックを増しておくべきである。

余談を書くことにさせていただく。筆者は数カ月前に古稀になった。本来は悠々自適に過ごす時だが、世の中の状況が差し迫っているらしく、老人の経験／人脈に期待する人が居られるようで意外に忙しい。とりわけ、設計／デザインについて役所の技官や技師を教育する役を与えられることが多いが、これには一工夫が必要である。

役人になると、本稿でふれた阿波しらさぎ大橋のような橋を担当する機会が一生ないかも知れないと思うようだ。そういう人たちには筆者の話は自慢話にしかならないようだ。とはいえ、そのような反応が多いからといって職業訓練風に橋台の設計を細かく教えても、コンサルタントに勤めるわけではないので無意味である。

そこで専門の話をするに当たって、3割ほど世界史を混ぜることにしている。例えば、宋の時代に中国人が石炭を使うようになったので、鉄の生産などは20倍以上に増えた。このエネルギー革命は鉄以外にも様々なものを生み出したため、宋はとても豊かになり、当時の若者は当時のBMWだった蒙古馬をたくさん買った。その代金として宋は鉄の兵器をさかんに輸出した。これがモンゴル帝国の勃興の要因になったという説がある。結果、尊王攘夷などという言葉の下にモンゴルと対峙したが滅亡させられたというような話をするので、設計デザインを俯瞰的に見る習慣を身に付けてもらえないかと期待している。

筆者も霊長類のオスなので、何歳になっても群れの中での居場所があると安心するらしい。それには知識や技を磨き続けるしかないだろう。

## — 地域のニュース —

## 市民が創る緑の街道 愛岐トンネル群 ～ただいま廃線トンネル再生中～

NPO法人 愛岐トンネル群保存再生委員会  
事務局長 村上 真善

### 1. はじめに

2005年、愛知県春日井市にある明治期に造られたJR 駅舎の改築工事が始まった。撤去される旧駅舎のプラットホームがレンガ製であったことから「100年前のレンガを街づくりに活用しよう!」とレンガ保存運動がおきた。そのさなか、ある古老が「そんなに大切なレンガなら、多分レンガのトンネルも残っているはずだ!」の一言が、地元自治体のみならず市民からも忘れ去られていた旧国鉄中央線の隧道群「愛岐トンネル群」の発見につながった。

### 2. 地域概要とヒストリー

1900年国鉄中央本線が開通した。この地方は「せともの」に代表される日本で有数の窯業地帯として発展。また「木曾ひのき」などの豊かな森林資源は、トヨタ・日本車両など製造業を核とした東海地方の近代化産業発展の礎を築いた。これらの運搬路として名古屋から多治見までの中央本線が開通、その時、定光寺から多治見間の8キロあまりの距離に全国でも珍しい14ヶ所ものトンネルが掘られ、「ものづくり中部」の一翼を担ったトンネル群であった。1966年、新線開通により約8キロの鉄路が廃線となり、川沿いの急峻な崖にあった軌道敷は、2006年に市民の手で発見されるまで人々の記憶から消え去っていた。

### 3. 再生始動開始

2007年、市民が集まり「廃線とトンネル群の再生活動」をスタート。発掘・調査・保存と文字どおり探検もどきの活動が始まった。半世紀近く放置された廃線には直径30センチを超える樹木が育ち、鬱蒼（うっそう）とした藪に遮られていたが、愛知県側の廃線1.7キロを整備したことをきっかけに2008年には廃線の「再生現場見学会」を開催、300人の市民が訪れた。その後、毎年春と秋に5日間程度の限定公開を実施し、昨秋には全国20都府県や海外から15,000人を超える入場者を数えるまでになった。

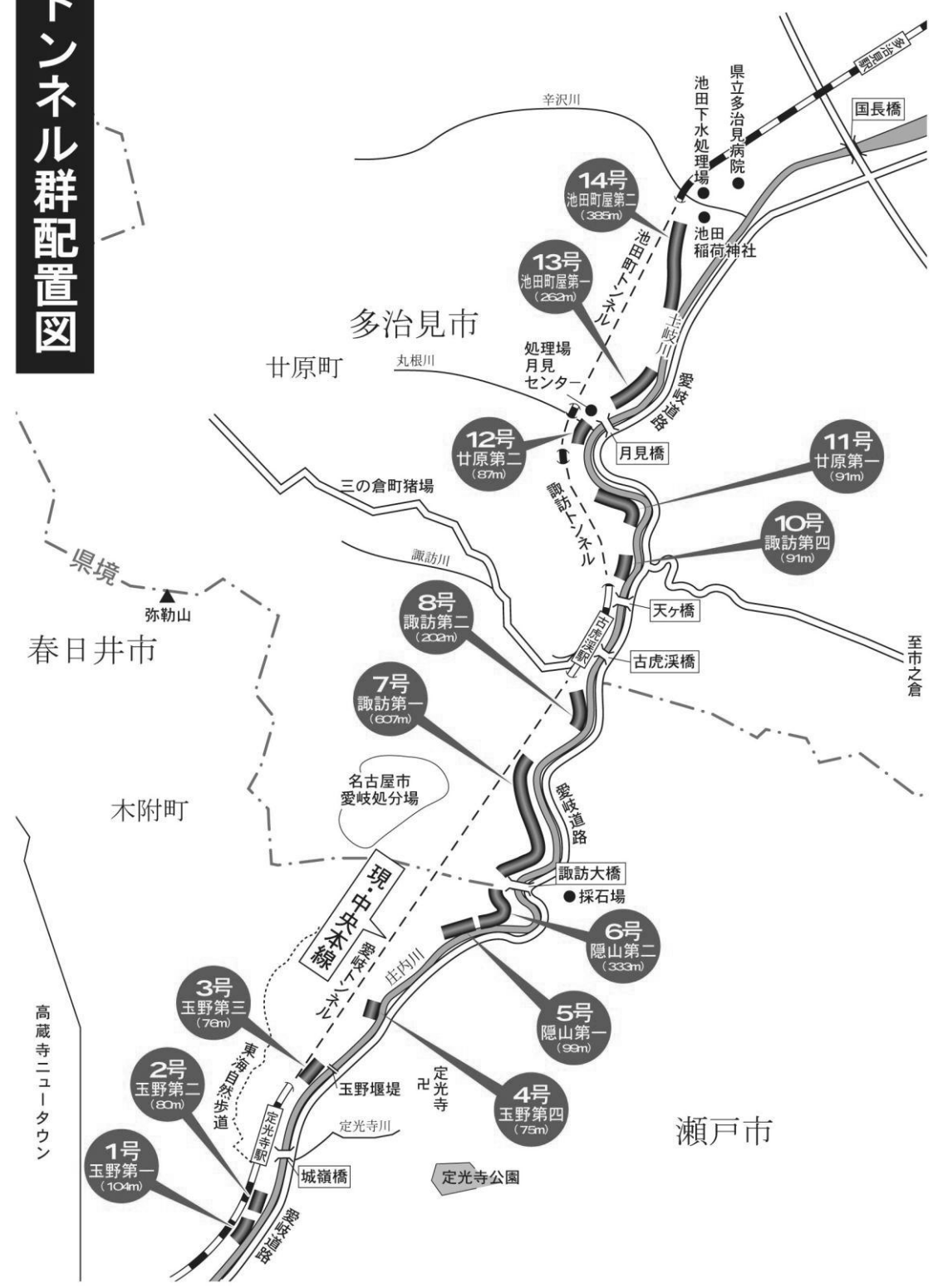
### 4. 公（おおやけ）の舞台へ

調査の結果、現存する明治期のレンガ製隧道としては国内最多を誇る規模であることが判明、また経済産業省の「近代化産業遺産 続33」に選定されるとともに、23年度には国土交通省の「手づくり郷土賞」へも認定されるなど、小さな地域の小さな市民活動が一躍脚光を浴びた。また今年3月には北海道から九州までの廃線活用を目指す6つの市民団体が一堂に会した全国初「全国トンネルサミット」を開くなど、市民レベルでのネットワーク作りも進展している。



特別公開風景写真

# トンネル群配置図



トンネル群配置図

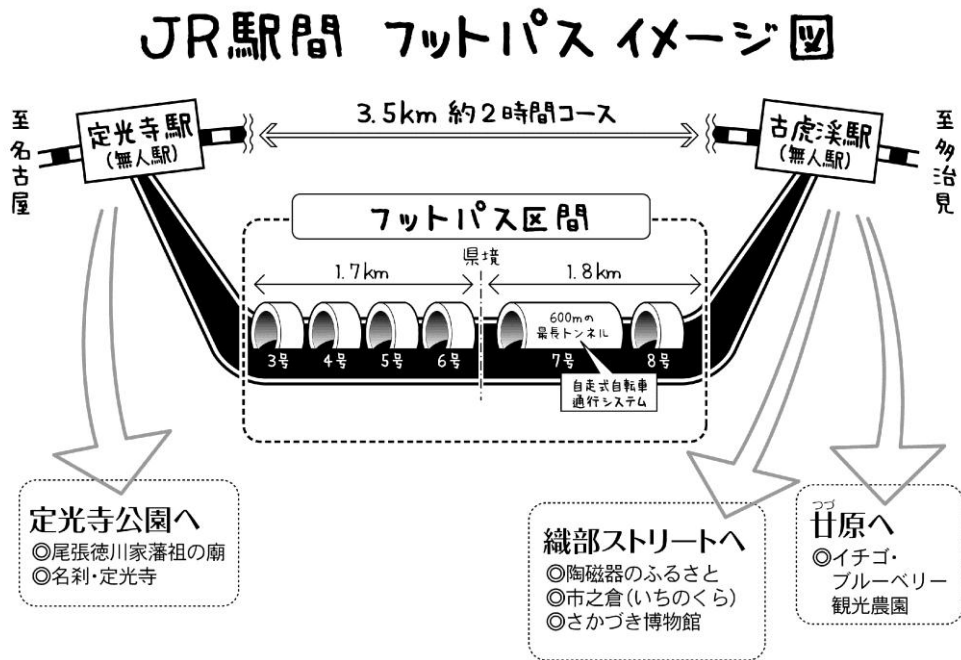
### 5. 再生への道

これらの貴重な産業遺産は県境をはさみ、民地や各自治体が地権者であるなど、一介の市民団体が単独で再生するには多くの問題が立ち塞がっている。そこで廃線に隣接する既存の JR 駅と次の駅間 3.5 キロを徒歩で廃線を歩いてつなぐ「駅間フットパス構想」を提言し、観光資源として地域全体での再利用・活用を目指してほしいと願っている。

### 6. 100 年先へ伝えるには

近年、行政財源が不足する中、これらの施設群を旧来の税金投入による運営は望むべくもなく、国・県

・市に有識者や市民を加えたオープンな論議を進めて、公金などに頼らない「自立できる施設群」として、運営のための自主財源を創出する努力が求められる。具体的には昭和初期まで流通していた駅弁に付属して売られる携帯用お茶容器の「汽車土瓶」の復元販売を模索するなど、100年先の未来に引き継ぐための準備活動を始めている。この廃線の肝の部分は、ただただ復元再生するだけでなく、その後の持続的活用への仕組みづくりを描いていることだ。鉄道を“人に優しく、そして歴史と自然を肌で感じる観光資源化、同時に健全な身体作りをめざす”ネイチャーロードとしての復活である。



フットパス構想イメージ図