

*MMRC*  
*DISCUSSION PAPER SERIES*


No. 522

東海道新幹線の技術限界認識と突破

東京大学大学院経済学研究科

菊地宏樹

2020年3月

 MONOZUKURI 東京大学ものづくり経営研究センター  
Manufacturing Management Research Center (MMRC)

ディスカッション・ペーパー・シリーズは未定稿を議論を目的として公開しているものである。  
引用・複写の際には著者の了解を得られたい。

<http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/index.html>

# 東海道新幹線の技術限界認識と突破

菊地宏樹

東京大学大学院経済学研究科博士課程

要約：本研究では、日本国有鉄道および JR 東海を対象にして、粘着方式の鉄道の速度の限界がいかんして更新されていったということを、新幹線に対する認識を技術フレームによる分析を通して明らかにした。事例は 3 つの期間を取り上げており、①鉄道が斜陽産業とされた 1950 年代半ばから、東海道新幹線が開業した 1960 年代半ば、②新幹線限界説が唱えられた、1960 年代半ばから、その説が覆された 1970 年代、③技術の進歩がありつつも社会的・組織的な要因から速度向上を実施できなかった 1970 年代半ばから 1980 年代半ばを取り上げている。

以上のような 3 つの期間の事例研究から以下のような結論が引き出せる。技術の限界認識を更新する要因としては、技術フレームによる分析では、従来とは違った理論や研究手法を取り入れることにより、違ったアプローチでの問題解決を行うということが必要だということが分かった。ただ、それには前提として、関係するアクターが目的を共有していることが必要となる。そうでなければ、組織内でプロジェクトを進めることも困難になってしまうし、組織外のアクターでも目的が異なっていれば、制度的な力を通して制約となりうる。そういうわけで、以上のような要因を促進させるために、①トップの働きかけ、②組織変革・制度の変更により、組織内外のアクターの目的が統一されるように体制を整える必要がまず必要となる。そして、そのうえで③従来とは違った研究手法による開発成果、④それまで前提となっていた知識が基礎研究により更新される、といった事柄がもたらされることにより制約がはずれ、技術限界の更新が認識されるということになる。

キーワード：技術の社会的構成、技術フレーム、東海道新幹線、技術の限界認識、技術史

# 東海道新幹線の技術限界認識と突破

菊地宏樹 東京大学経済学研究科

The recognition of technological limits of Tokaido Shinkansen and its breakthrough

Kikuchi Hiroki

University of Tokyo

Abstract: This paper takes up the development of Tokaido Shinkansen and examines the recognition of technological limits and its breakthrough. Three periods of the development are taken up in this paper: (a) the construction of Tokaido Shinkansen in 1950s-1960s, (b) the revision of the recognition of the technological limits around 1980, (c) Japan National Railway's breakup and privatization and speed up of JR central. We use Social Shaping of Technology as the framework to analyze. The result is as follow. The factors which revise the recognition of technological limits are (a) commitment of the top management, (b) the research method different from the conventional method, (c) the revised assumption by basic research, and (d) the organizational change.

## 1. はじめに

「技術の進歩には限界がある」というのは経営学でも古くから置かれている仮定である。例えば、半導体はどこまで小型できるかとか、帆船はどこまで早くできるか、という話は古くからなされているし、ほかにも光露光装置や温度補償型水晶発振器などを取り上げた研究が最近でも見られる。そして、このような技術的な限界を察知して、さらに高い限界を持つ技術に乗り換えることが重要であるということがうまい技術経営だと考えられてきたのである。しかし、必ずしも限界の見極め→技術基盤の乗り移り、とするのが正しいとは言えない例も見受けられる。その1例が本稿で取り上げる新幹線である。新幹線は日本を代表するイノベーションであり、最大の特徴はその速度にある。かつては最高速度 210km/h、現在では区間によっては 320km/h で運行しており、営業用路線では世界タイ記録である。このように、高速度が売りの新幹線であるから、当然、「どのくらいの速度が限界なのか」という疑問は浮かんでこよう。新幹線に関してはこの手の話題は古くからなされており、国鉄技術陣の公式見解すら残っている。しかし、その限界は最近と言わず、かなり昔に突破されている。また、2010年ごろも東海道新幹線はもう速度が上がらないであろうというのが支配的な見方であったのだが、2015年には実に23年ぶりに最高速度が 15km/h 向上した。こうした一例を考えると、技術の限界というのは克服しうるものなのではないかと思えてくる。そこで、本稿では「技術の限界はいかにして乗り越えうるのか」ということに関して、大まかなリサーチクエスチョンとして、

RQ1：技術の限界はどのようなメカニズムで課されるのか？

RQ2：技術の限界が乗り越えられるメカニズムはどのようなものか？

を据えつつ、東海道新幹線を中心とする新幹線の発展を概観することにより検討する。それに先立ち、技術の限界にまつわる先行研究、主に技術転換期の研究についてレビューを行う。

## 2. 先行研究レビュー

以下では、先述したリサーチクエスチョンにまつわる研究をレビューすることで、どのような問題が扱われ、それがどの程度解決され、そして、何がわかっていないのかについて考察する。技術的な限界は技術転換期の議論に関連して取り扱われることが多いため、まず、この分野の研究をレビューする

### 2.1. 技術転換期についての先行研究レビュー

技術転換期は技術経営の大きなテーマの1つである (Cooper and Schendel, 1976; Foster, 1986; Christensen, 1992a; 1992b; 1997; 長内, 2006; 高, 2006; 山口, 2007; 柴田, 2008; 2012; 宮本、安田、前川, 2012)。このテーマにおいて扱われる典型的な問題は、①

なぜ速やかに新しい技術への転換が図れないのかということ（Cooper and Schendel, 1976； Christensen, 1992a； 1992b； 1997； Foster, 1986）や②どうやったら新しい技術への速やかに乗り換えられるのか（長内, 2006； 柴田, 2008； 2012）といった問題であり、これらの事項について研究がすすめられていた。こういった議論では「速やかに新技術に乗り換える」ことが暗黙の前提として正しいことだと考えられていた。

しかし一方で、旧来技術が新技術に完全に代替されなかつたり、もしくは、代替されるにしても予想より長い時間がかかっているという点に着目した研究もある。こういった研究では、新旧の技術が完全な代替関係にはなく、お互いにすみわけが出来上がっているということを描き示していたり（Das & Van de Ven, 2000； Nair & Ahlstrom, 2003； 山口, 2007； Adner & Snow, 2010）、2つの技術を用いてハイブリッド技術が形成されることがあるという発見をした研究も存在する（一小路, 2016）。こうした研究から、旧来技術が代替されて駆逐されるとは限らないということが示唆されている。また、これまでの研究の中で、新技術で代替をする必要があるのは、「旧来の技術はいずれ限界を迎えてしまい、より高い技術的限界を持った新技術に駆逐されてしまうために、乗り換える必要がある」というように、技術体系には固有の限界があるということが前提として置かれているためであった（Constant 1973； 1980； Foster, 1986）。特定の技術体系をもとにした性能の進歩には限界があることを示した研究としては以下のようなものがある。 最たる例が S 字カーブという考え方である。これは、特に Foster (1986) が有名である。この考え方では縦軸に技術の性能をとり、横軸に投入した努力の量をとってグラフを描くと、最初は投入した努力に比して伸びが悪いが、やがて急速な伸びを見せ、やがてその伸び率はだんだん低下してきて限界を迎えるというように、あたかも S 字を描くという理論である。

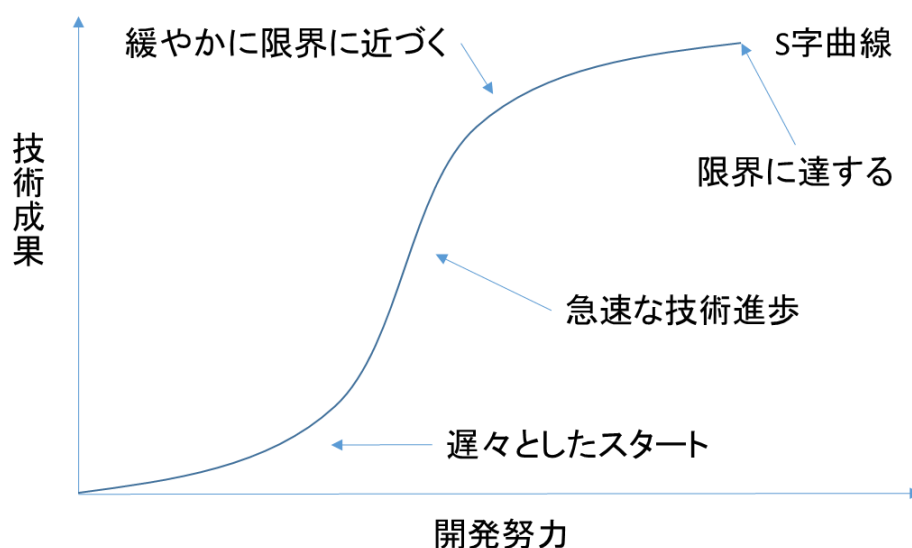


図 1 技術進歩の S カーブ  
(出所) 近能・高井(2010) p. 61 図 3.3

それ故に、マネージャーには自社事業がいまカーブのどの位置にあり、どのタイミングで飛び移るべきかを見極める能力が必要としたのである。S字カーブは技術的な特性から形成されてるといのがこの理論の特徴である<sup>1</sup>。このS字カーブは、広く使われ、最近でもSカーブを用いて、再生可能エネルギーの開発効率を分析した論文や電子マネーの普及を分析した研究がある（Schilling and Esmundo, 2009；Wonglimpiyarat, 2016）。ほかにもConstant（1973；1980）では、技術パラダイムという概念を打ち出し、航空機の動力機関を例にとり、ピストンエンジンからターボエンジンへの転換を説明した。ピストンエンジンの限界が複数の技術者によって理論的に認識され、これを認識した技術者がそれぞれ独自に開発を行い、その開発が進むにしたがって従来の技術パラダイムの限界が顕在化し、その結果、パラダイムが危機に瀕しているという認識が共同体を通じて共有され、パラダイムの転換につながるという。ここでいう技術パラダイムとはコンスタントによると、「技術の操作方法（operation）として受け入れられた様式であり、技術的課業を完遂するための普通の諸手段」であり、「科学パラダイムと同様に、単なる装置や工程でなく、合理的根拠であり、慣行であり、手順であり、方法であり、手段であり、一連の技術を認識する特定の共有された方法」とされている。

しかし、一部の研究では旧来技術がその限界予測に反して性能を伸ばすこともあるということが指摘されている。例えば、Christensen（1992a）においては、ヘッドとドライブに関して、従来技術のフェライト／酸化物の技術は一時停滞して、その後、再び伸びを見せた、ということが指摘されている。また、Henderson（1995）では、半導体の光露光装置はかつて、物理的な限界があると考えられていたために次世代技術としてX線や電子ビームを用いた装置の開発がすすめられていたが、ユーザーの要求や選好の変化、部品性能の向上、補完技術の進歩によりその限界を乗り越えて、いまだにドミナントデザインであり続けていると主張されている。高（2006）は温度補償型水晶発振器の小型化において、従来の専門企業が水晶をいかに小さくするかという問題にとらわれている中、京セラは回路を含めたシステム全体の問題として小型化をとらえた結果として、従来認識されていた限界が突破されたということを明らかにした。

技術的限界について触れた論文では、技術的限界は物理的な要素によりもたらされるものもあるが（Henderson, 1995）、多くは経営者や技術者の認識に着目しているものが多い。例えば、Foster（1986）では、「技術的限界についてありえる失敗は、技術の限界を見誤ることだ」という記述がなされており、技術的限界は技術の本質によってのみ決まるわけではないことが示唆されている。Christensen（1992a）では、旧来技術の限界が思ったよりも高かったことについて、技術の限界が近いという認識を経営層が持ったために、資源配分が旧来技術から新技術へと移転され、その結果として旧来技術が一時停滞して限界を迎えたように見え、その後の努力により更なる伸びを見せたという分析がなされており、技術の限界は認

---

<sup>1</sup>中には特許のグラントバック条項から逆算した経営判断のように人為的な要素から形成されるというような説が唱えられることもある（Ogami, 2015；2016）。

識が先にありきで、その結果として資源配分・技術の進歩に影響があったということ指摘されている。こちらも技術的限界は技術者たちの間の認識として描かれている。

以上のように、技術の限界は物理的限界にあるから S 字カーブを描いて、やがて性能も限界を迎えるというとらえ方のほかに、技術者や経営者の認識により形成されるというとらえ方も存在する。それは技術的側面が組織の行動を規定してしまうという見方のみならず、組織の認識が技術の動向を規定してしまうということもあることを示唆している。

Christensen の例でいえば、資源配分が旧来技術の進歩を鈍化させたとなっており、「資源配分⇒技術進歩」という因果関係になっているが、実際は限界という認識が先にあって、資源配分の意思決定に影響したことから、「認識⇒資源配分⇒技術進歩」という関係が導き出されるはずである。また、高 (2006) は認識を扱っているものの複数の組織間の認識の相違を扱ったものであり、経時的な変化を取り扱ったものではない。そうすると、一つの組織を対象として、経時的にいかにしてとある技術の限界に関して変化があったかは既存研究からは十分には説明できない。この「単一の企業を対象にして、とある技術への限界認識がいかに変化したかは既存研究からは十分には説明できない。」という点をリサーチギャップとして、本稿ではこのリサーチギャップを埋めるべく調査を行う。また、先述の限界を扱った研究では技術的限界は認識としてとらえられるので、本研究もこれに則り、技術の限界認識に着目していく。以上のように「技術の限界」を「技術の限界に関する認識」として扱うことから、技術の発展を解釈の面から取り扱うフレームワークである「技術の社会的構成」、特に「技術フレーム」という概念を用いて分析する。このフレームワークにおいては、物的な人工物もその認識の形成要因として取り扱うため、認識を取り扱いつつ、人工物（すなわち物理的な限界）をも分析の視野に入れられるという意味でも都合がよい。そこで、次に、この「技術の社会的構成」がいかなる分析フレームワークであるかの紹介に移る。

表 1 限界突破を扱った先行研究

論文	限界規定の要因	限界突破の要因	関わるアクター	限界を議論する人工物	
Christensen (1992a ; 1993b)	「限界が近い」という予測	認識の更新 予算配分の再増加	富士通・CDC	フェライトヘッド 酸化物技術	単一の企業が対象だが、技術限界の認識が更新された要因は検討されていない
Henderson (1995)	現在の想定に基づいた物理的限界という認識	ユーザー要求の変化 部品性能の向上 補完技術の進歩	Kuliccke and Soffa社 半導体デバイスメーカー ニコン、キヤノン	光露光装置	複数の組織を対象にして、認識が更新されいった事例。
高、(2006)	蓄積した知識に規定された認識	TXCOの認識 枠組み	水晶デバイス専門企業 京セラ	TXCO	

## 2.2. 技術の社会的構成についての先行研究レビュー

### 2.2.1. 技術の社会的構成の発展経緯

技術の社会的構成 (Social Construction of Technology ; SCOT) が初めて発表された論文は 1984 年の *Social Studies of Science* 誌のワーキングペーパーにおいてである。この論文において、SCOT の枠組みが紹介された。この論文はのちに短縮版が論文集に掲載され、Pinch and Bijker (1987) となっており、こちらのほうが SCOT の論文としては有名である。その内容は、人工物に対しては、「解釈の柔軟性」が存在し、ある人工物に対して解釈を共有する人の集まりである「関連社会グループ」が、関連社会グループごとに別の解釈を持ち、それぞれが人工物に対して抱く問題を解決する過程で、人工物のデザインが変えられ、分化していく。そして、対象となる人工物に対する解釈の柔軟性が問題の再定義や修辭的解決により削減されると安定化 (stabilization) する。以上のようなアイデアを提示し、技術発展のリニアモデルに反論したものである。

しかし、その後、SCOT については論争が展開された。1986 年の *Social Studies of Science* 上における Russell との論争や ANT の論者である Law の批判が主なものである。Russell (1986) の批判はかなり広範な点に及んでいるが、のちのフレームワークのアップデートにかかわる点に限定して取り上げると、社会構造に対する批判が寄せられている。関連社会グループは、1984 年の論文では互いに関連を持たず、また、どのグループも同じパワーを持っているかのように描かれているが、構造的・歴史的な文脈に位置づけられる必要があるという。関連社会グループと技術の関係は構造的な要因により決定され、経済的・社会的関心にしたがって形成される傾向が強いので、グループをとりまく文脈を検討する必要があるとし、また、グループ間の関係ややり取り、力関係なども考慮すべきとした。また、関連社会グループという概念は、集団をあまりにも抽象化してしまい、組織内に存在する解釈の異なった複数の部署をも同一の社会グループとしてまとめてしまいかねないという点も批判している。また、Law (1987) は人工物の取り扱いについて批判を行い、社会的な要素に特権を持たせず、人工物と社会的要素を同列に扱うべきとした。SCOT は社会が背後にあって、人工物の成長と安定化を方向付けるという仮定を置いているが、人工物の形成と安定化は異質な要素の相互作用の関数だとしてみるべきだとしている。

以上のような批判に対して、Bijker らは以下のように反応している。Russell の批判に対しては、Pinch と Bijker は同じ *Social Studies of Science* において反論を出している (Pinch & Bijker, 1986)。Russell による社会グループに対する批判は、①異なった社会グループの関係を描けていないことや、②構造的・歴史的な文脈のなかにグループを位置づけられていないという点に関するものだということをまず確認している。そのうえで、後半の点には特に問題はないと Pinch らは認識している。集団や構造は終わりなき網 (endless web) を形成しており、これをすべて描き切ることは不可能であるから、目下の目的にとって重要な文脈だけを取り出せばよいからである。例えば、Pinch and Bijker (1984) でいえば、自転車の消費者を分析対象とすれば十分である。それに対して、前者の点については、Pinch ら



もその批判を認めており、異質なグループを分析対象とするには、より入念な概念が求められるとしている。それについては、上述の 1986 年の論文においてもすでに技術フレーム (technological frame) に関して言及している (技術フレームについては後述)。ただ、社会グループという概念は技術の分析をするにはあまりにも単純すぎるということを認めつつも、分析のスタート地点としては有効であると主張している点に関しては揺らいでいない。関連社会グループ間の問題について Russell から批判を受け、それに対する反論の時点で技術フレームという概念が提示されているということは、明言はしていないものの、すでにそういった趣旨の批判を受けており、それに対するフレームワークの修正を始めていたということがうかがえる。また、Law とは共同で論文集を出版し、そこでは「いかにして人工物が安定化するのか」を追及している (Bijker & Law, 1992; Law & Bijker, 1992)。Law の批判は、社会の側に特権を持たせていることに関してなされており、技術、すなわち、人工物も完全なる解釈の柔軟性があるわけではなく、ある程度の制限があるというものであり、この制限の別名として、人工物の安定化という概念について、1992 年の論文を使って考察を深めたと解釈するのが良いだろう。Law の批判を受ける形で、いかにしてネットワークが形成され、それが安定し、また、その安定化していたネットワークが変化するのかというように異質なものからなるネットワークの変化だけでなく継続的・安定的な面を扱えるようにフレームワークの修正に取り組んでいるということがうかがえる。

### 2.2.2. 技術フレームと関与度

さて、SCOT 発展の経緯はこの辺にして、本稿の重要概念たる「技術フレーム」の解説に移る。技術フレームとは、あるコミュニティが問題解決の中で採用している概念や手法 (techniques) である。ここでいう問題解決とは広い概念であり、1、何を重要な問題とみなすかという認識、2、問題解決のためにとりうる戦略の選択肢、3、解決策が満たすべき必要条件、といった事柄を含むものとしてとらえられる。そういうわけで、技術フレームは、現時点の理論、暗黙知、技術上の慣習 (設計法・基準)、専門化した実験手法、研究の目的、(市場における) 操作・使用の慣習などを組み合わせたものである。最終的に Bijker (1995) の p. 125 に表 2 のような技術フレームの構成要素が列挙された暫定リストが掲載されている。技術フレームはかなり適用範囲の広い概念としてとらえられており、これにより技術者でない社会グループにも適用できるものになっている。この点において、既存の概念、例えば、技術パラダイム (technological paradigm: Dosi 1982) といった概念とは区別されているという。

表 2 技術フレームの構成要素の暫定リスト

- ・目標 (Goal)
- ・カギとなる問題 (Key problems)
- ・問題解決のための戦略 (Problem-solving strategies)
- ・解が満たすべき必要条件 (Requirements to be met by problem solutions)
- ・現在の理論 (Current theories)
- ・暗黙的知識 (Tacit knowledge)
- ・試験要綱 (Testing procedure)
- ・設計方法と評価基準 (design methods and criteria)
- ・ユーザーの使用状況 (Users' practice)
- ・認知された代替機能 (Perceived substitution function)
- ・見本となる人工物 (Exemplary artifacts)

(出所) Bijker, 1995 p. 125 Table 3.1 より筆者作成

ただし、社会グループの構成員すべてが等しく、同程度、技術フレームに巻き込まれているわけではない。ここで「関与度 (inclusion)」という、もう 1 つの重要概念が出てくる。この概念によって、強く巻き込まれているアクターとそれほどでもないアクターの区別がなされるようになる。関与度は 3 つの特徴をもつ。まず、この概念は多次元的なものであるということである。先ほど、技術フレームの構成要素として、目的や問題解決の戦略、実験のスキル、理論的にどのような教育を受けたのか、ということ挙げたが、これらのうちのいくつを共通でもっているのかによって、関与の度合いが変わるとされている。また、2 つ目の特徴として、関与度は 2 項的なもの (巻き込まれているか、いないか) ではないということである。これは 1 つ目の特徴から導き出されよう。最後の特徴は、アクターは複数の社会グループのメンバーであり、様々な技術フレームに巻き込まれているということである。この関与度について Bijker (1987) で挙げられているのが、ベークライトの事例である。セルロイドに関して可燃性の問題が出たときに、セルロイドの技術フレームに深く巻き込まれていた化学者たちは溶媒の工夫によって解決しようとしたが、ベークランド氏は写真フィルムや電気化学の技術者であり、セルロイドの技術フレームにあまり巻き込まれておらず、フェノールとホルムアルデヒドを高温で加熱するという手法を考案し、ベークライトを合成するに至ったのである。

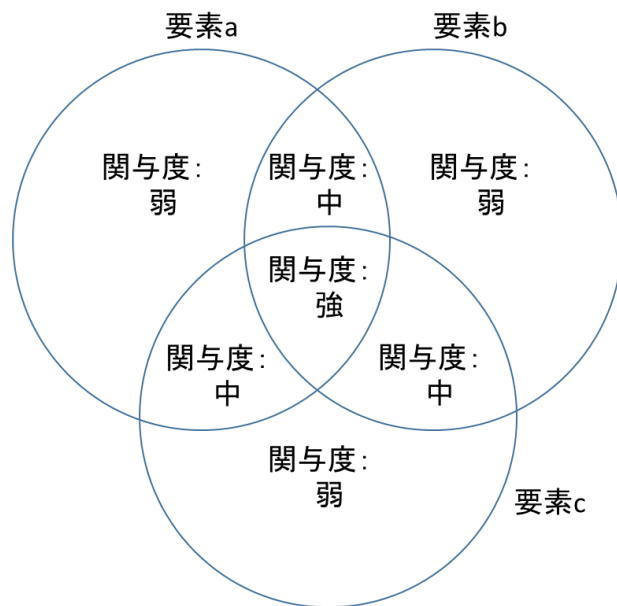


図 2 技術フレームへの関与度の解釈

(出所) 菊地・湯 (2016) p.561 図 1

この関与度の解釈の仕方については、Bijker 自身の記述からすると、図 2 のような関係が想定できよう。つまり、各要素にいくつ当てはまっているかによって関与度が変わり、もし 1 つの集合にしか該当しなければ、関与度は【弱】、2 つの要素の積集合なら【中】、3 つの要素の積集合なら【強】という解釈である。ただ、このフレームワークのなかで、列挙されている要素はすべてその重要度について同程度のものとして扱われているように読める。それ故に、関与度の程度に関しては右記の図のように理解できよう。しかし、Bijker が取り上げているベークライトの事例については、問題解決のための戦略がカギとなって生成に成功したような書き方がなされており、そうすると技術フレームの構成要素の間には重要度に差があったり、階層構造があるとみなすこともできよう。そして、各社会グループにとって各要素の重要度の違いを考察することも理論発展につなげることもできるかもしれない。分析フレームワークとして、技術フレームを用いるが、分析のツールとして用いるにとどまらずに、こうした理論発展に寄与することも目指す。

こうした、技術フレームを用いた研究後続研究もいくらかは見られる。例えば、Orlikowski nad Gash (1994) である。この論文においては、技術フレーム (technological frame) 概念を用いて、グループごとに技術に関して共有された解釈に着目し、どのように技術が発展し、使われ、変化するかを再検討する。そして、グループごとの技術フレームの違いが技術の実施の結果を難しくしていることを示す。このなかでは、技術フレームの構成要素を①技術の性質、②技術戦略、③技術の使用環境というように、いくつかの要素に分解しているが、後述するような関与度のような概念を取り入れてはいない。このほかに、

Kaplan and Tripsas (2008) においても、技術フレーム概念が使用されている。この論文では、技術サイクルを経済学的・組織的な立場でなく、認識枠組みで説明用としており、その技術サイクルの説明変数として技術フレームを使用している。技術フレームは集団ごとにあることを想定し、ユーザー、生産者、公共機関に関するものが存在し、これらはお互いに相互作用しているとしている。また、集合的な技術フレーム (collective technological frame) も存在するとされる。これはアクター同士の相互作用から生まれ、産業の方向性を規定する。こういった、アクター同士の技術フレームの相互作用と、それによる集合的技術フレームの生成を通して、技術サイクルが動乱期を経て、淘汰・保持され、やがて、技術断絶期を迎えるとされる。この論文は、Bijker (1987) など、technological frame に関わる一連の論文をいずれも引用していないが、Orlikowski and Gash (1994) を引用する形で技術フレームを分析の道具として使用している。そして、「技術フレーム⇒技術サイクル」という因果関係を想定している。ここでは、技術フレームを各グループにあるものと想定するほかに、さらに aggregate なものとして集合的技術フレームを想定している。ただ、Kaplan and Tripsas (2008) では技術フレームを構成する要素を列挙して居たり、それに関連して関与度 (inclusion) を想定していたりはしない。

本稿においては、Bijker (1987; 1995) における分析のように、技術フレームを構成する要素について焦点をあて、その要素間の関係について知見を深めようと考えているため、これらの既存研究の定義・用法はとらず、Bijker の用法に則って分析を進める。

### 2.3. 先行研究のまとめ

以上、主に 2 つの分野のレビューを進めた。ここで以上の 2 分野のリサーチギャップをまとめておく。

まず、一つ目がとある技術体系の進歩の限界について、単一の組織を対象としてその経時変化のメカニズムを明らかにした研究は乏しい。このメカニズムを明らかにすることで、一小路 (2015) が挙げているような既存技術生存戦略の基礎として、どのように既存技術に関して限界が認識され、そして克服されるのかを明らかにする。

もう一つが、技術の社会的構成 (SCOT) の発展形として出てきた技術フレームに関して、その構成要素の間の関係について重要度・階層性の違い、もしくは、社会グループの違いによる重要な要素の違いといった事柄についての知見が薄いということである。こちらについても何らかの命題を導いて理論発展に貢献することを目標とする。

以上のような先行研究のレビューを踏まえてより詳しいリサーチクエスチョンを据えると以下ようになる。

RQ1: 単一組織において、技術の限界に対する認識はどのような要因で形成されるのか?

RQ2: 単一組織において、技術の限界に対する認識はどのような要因で更新されるのか?

このクエスチョンに対して、新幹線を例に取り上げ、技術の限界はいかにして規定されるのかについて深堀を行い、そのメカニズムを明らかにする。

### 3. 事例研究

本稿では事例研究として、東海道新幹線（1964～1992年）を取り上げる。調査は、元国鉄職員4名より総計15時間の聞き取り調査を行い、それを補強する形で書籍・資料を用いた。新幹線の速度向上と速度の限界については古くから議論がなされており、その限界の水準は様々な要因により更新されたり、限界認識が課されたりと紆余曲折を経てきたので分析対象としても興味深いため、事例研究として取り上げることにした。東海道新幹線とは一口に言っただけではあるが、今回は以下の東海道新幹線の各速度指標<sup>2</sup>の推移をあらわす図3のうちで、以下に示すように①1964年の開業当初、②1980年前後に起きた限界速度の認識の更新、③国鉄の分割民営化とJR東海における速度向上、の3つの場面について事例を取り上げる。

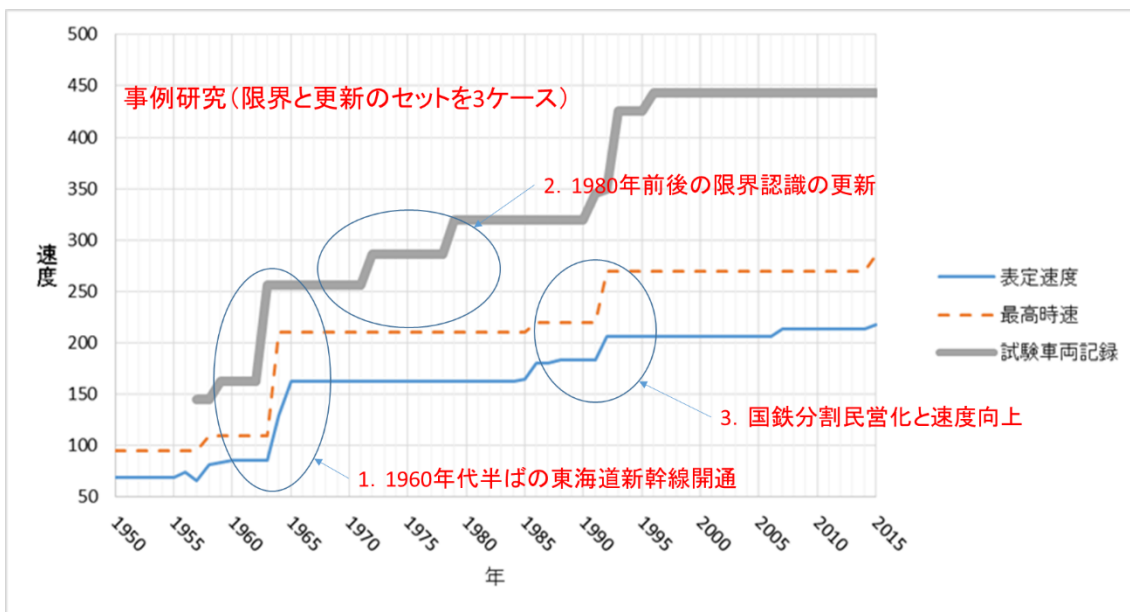


図3 東海道線の速度推移  
(出所) 秋山(2012)より筆者作成

<sup>2</sup> 表定速度とは、走行距離を駅での停車時間を含めた所要時間で割った速度である。最高時速は、走行区間内の最高速度を指す。試験車両の記録は、試験車両を使った高速試験で出された記録を指す。

### 3.1. 第 1 のケース：1960 年の東海道新幹線の開業

#### 3.1.1 東海道新幹線開業以前における国際的な速度限界の認識

高速鉄道への試みは欧州において古くから行われていた。鉄道が初めて時速 200km/h の壁を超えたのは 20 世紀に入ってすぐのことであった。その後、方式はさまざまであったがその速度記録は向上を続けた。東海道新幹線がモデル戦において速度記録を出したのが 1963 年の 3 月 30 日だから参考までに、その日までに出された記録を整理すると表 3 のようになる。

表 3 各国高速試験記録

年月日	車両	最高速度(km/h)
1829/10/8	ロケット号(英)	46.8
1893/5/11	999号機牽引の エンパイア・ステート急行(米)	181
1903/10/23	シーメンス&ハルス社の試験車(独)	206.8
1939/6/23	クルッケンベルク形内燃動車(独)	215
1939/7/20	ETR200系電車(伊)	203
1955/3/27	BB9004号機牽引列車(仏)	331
1963/3/30	新幹線試作電車(日)	256

(出所) 秋山(2012) p.210 より筆者作成

こうした、高速化の試験が繰り返されるうちに、営業運転の速度も高速化され、1933 年にはベルリンとハンブルクの間、270 キロメートルの距離を 2 時間 18 分で結ぶ 2 両編成のディーゼル特急「フリーゲンダー・ハンブルガー」も走るようになっていた。このころには、時速 160 キロというのは単なる一時的なスピード記録ではなく、毎日の営業速度となっていた(山之内, 2004)。しかし、時速 200km/h を超えると、陀行動と呼ばれる車輪に生じる異常振動がひどくて線路が壊れ、とても保守が間に合わない。また、陀行動は脱線事故にもつながりうる。そのため、その速度域での運転は不可能で、せいぜい時速 160 キロあたりが限度というのが常識として認識されていた(碓, 2008; 東海旅客鉄道 1995)。つまり、東海道新幹線の計画が練られる直前の 1950 年代には営業用としては速度の限界は 160km/h 程度であるという認識が存在していたのである。

表 3 に載っているフランス国鉄の高速実験の記録として 331km/h というものが乗って要るが、この記録は線路や車両などの条件を整えた、試験の色合いが強いものであり、そして、その結果は 331km/h という目を見張るものではあったが、線路、架線、パンタグラフを破壊しながら走行したものであり、試験走行を終えて、車両から降りてきた機関士が青ざめるようなものであった。この結果を踏まえて、300km/h 域における営業運転というのは、保守のためのコストを考慮すると現実的でないというような認識が持たれていた。

また、日本の状況にも目を向けてみると、1956 年の東海道線の電化を受けて速度向上が図られ、東京―大阪を 7 時間半で結ぶようになった「つばめ」が出していた 95km/h が営業

速度の最高記録で、小田急の車両である SE 車を国鉄が線路を貸す形で行った実験において出された速度記録が 145km/h という程度であった。

### 3.1.2 営業速度に対する限界認識の更新

上記のような限界認識が持たれていた中で、いかにして東海道新幹線の開業に至ったのかについて、その実現のプロセスを以下に記す。最初に①東海道線輸送力増強問題から新幹線建設決定に至るまでをざっと解説の上、②その中でキーとなった、ヤマハホールの講演会とそれに至るまでの新幹線につながる技術蓄積について触れ、③東海道新幹線の開業の順で記述を進める。

#### (1) 東海道新幹線の輸送力増強問題と東海道新幹線建設

東海道新幹線の建設の発端は、直接的には東海道線の輸送力増強問題から始まる。1955年、日本の経済はようやく復興を終えた段階にあり、翌年の経済白書で「もはや戦後ではない」とされた。敗戦後の不況から、朝鮮戦争を契機とした特需により回復し、日本経済が復興してくると、輸送の需要がにわかに高まった。東海道本線は東京－神戸間、589.5km を結び、その沿線人口は昭和 33 年当時で 3600 万人に及び、全国の総人口のおよそ 40% を占めていた。この 5 か年の間の全国増加人口の 60% 以上がこの地域に集中し、工業生産額も日本の 60% 以上に達していた。このような情勢の中で、東海道本線の輸送量は 1958 年で全国の旅客輸送の 24%、貨物輸送の 23% を占めており、しかも全国平均よりも高い増加率を示していた。こうした変化に対応すべく、年々輸送力の増強が図られた。1956 年には東海道本線の電化が完了し、狭軌複線の鉄道としては世界最高の輸送能力を有した。しかし、各設備を増強はすでに限界を迎えており、抜本的な対策が必要とされていた（日本国有鉄道、1973）。

そういった状況の中で、十河信二が日本国有鉄道総裁に就任したのは 1955 年 5 月 14 日である。十河は総裁就任にあたり、いくつかの国鉄再興案をもっていたが、その 1 つが上述の物流の潮流を受けて、輸送力を増強するために、東海道に広軌新幹線を建設することであった。国鉄は 1952 年にすでに狭軌による復興、増強、近代化を進める理事会決議を下していたが、十河はこの流れに逆らい、広軌による新線の建設を目指したのである。当時の技師長は狭軌併設論の立場をとる藤井松太郎であった。十河は狭軌併設論の立ち場をとる人間が技師長では、広軌新幹線の計画は実現不可能だと考え、十河は島秀雄を技師長に据えることに決めた。島氏に正式に辞令が出たのは 1955 年の 12 月 1 日である。こうして、十河は自らの広軌新線案を実現するための、技術的なパートナーとして、島秀雄を得、十河－島のラインで広軌新線が推進されていくことになる（有賀、1988）。

それから、十河氏は 1956 年 4 月 11 日に開かれた第 16 回国鉄常務理事会において、具体的な増強方式の検討を行った。とはいっても、十河の腹積もりでは、「広軌による新線建設」というのが既定路線であるため、この調査会は国鉄首脳的意思統一を図るのが目的のも

のであった。1956年5月10日には、本社に島秀雄技師長を委員とする「東海道線増強調査会」が設けられた。第1回の調査会においては、十河ははっきりと広軌新幹線を主張した。しかし、すでに十河が総裁になる前の常務理事会で「狭軌による増強」を決定していることもあって、圧倒的に十河の広軌新幹線に反対するものは多かった。ここでは、5つの方式が候補として挙げられ、検討された。その候補とは、①狭軌併設案、②狭軌別線案、③広軌10駅案、④広軌23駅案、⑤広軌電鉄（旅客のみを取り扱い、貨物は急行小口程度）であった。ただし、主として議論されたのは②、④、⑤の3つであった。ただし、いずれの案も1000億を超えるような巨額の投資を必要とするものであったことから、これを国鉄内部の問題としてのみ考えるのではなく、当時、全国の主要道路の建設計画などとともに国内交通政策の一環として国政レベルの問題として取り扱うことが妥当だと考えられた。このため、東海道線増強調査会は、1957年2月4日の第5回調査会を最後に、東海道線増強の必要性を提起して審議を打ち切った。結局、十河・島が当初からもくろんでいた「広軌別線」という結論は出ずじまいであった。ただ、同時に十河氏は国鉄外部の有力政治家への根回しも行っていた。その時期は1955年から1956年にかけての時期だったとされる。十河氏が訪問したのは、砂田重政、藤山愛一郎、一万田尚登、河野一郎、佐藤栄作、宮沢胤勇、中村三之丞といった面々であった。

また、この調査会が打ち切られた直後の昭和32年5月25日に、国鉄鉄道技研の創立50周年を記念して東京・銀座のヤマハホールにおいて、「超特急列車、東京～大阪間3時間運転の可能性」という講演会が行われた。この講演会の中では、車両、台車、レール、ブレーキといった観点から豊富なデータを用いて、200km/hを超える速度での運行が可能であることを示した。

この講演は、内外ともに大きなアピール効果を持った。この結果を受けて、国鉄の十河総裁は東海道増強調査会の結論をもとにして国鉄内部の意見をまとめ、昭和32年7月2日に、運輸大臣の宮沢胤男に東海道本線の増強の必要性を強調し、国家的な観点からこの問題に対応するように要請した。その内容は以下のようなものである。

1. 東海道本線は国鉄の再主要幹線として、今日既に複線鉄道の極限に達する輸送を行っており、今後の日本の発展に応じた国鉄の輸送量の増加に対しては根本的な増強、すなわち全線複々線化を必要とするものであります。
2. 増強の具体策として、次の2方法が考えられます。
  - a) 現在の狭軌複線を増設し、複々線とする方法
  - b) 現在の狭軌複線と別個に広軌の複線を建設する方法
3. 国鉄においては、昨年5月以来部内に東海道線増強調査会を設けて、対策の検討を行ってまいりました。しかし、具体案の決定については、単に鉄道経営上の見地ばかりでなく、広く国家的な観点から判定されるべき問題と考えられますので、政府に置かれまして、適切なお配慮を煩わしたいと存じます。



国鉄といたしましても、専門の調査機関を設け、さらに具体案の検討を続けてまいる所存であります。

これに対して政府は閣議決定に基づき、8月30日、運輸省に日本国有鉄道幹線調査会を設置し、東海道本線及びこれに関連する主要幹線の輸送力の増強並びに輸送の近代化に関する必要な事項を調査・審議することとなった。会長には大蔵公望が任命され、委員35人、監事10人が参加することとなった。この1か月前、7月29日には国鉄内に「幹線調査室」が設置されていた。

1958年9月11日、運輸大臣中村三之丞は大蔵公望会長に対して、諮問第1号「日本国有鉄道東海道本線及びこれに関連する主要幹線の輸送力増強ならびに近代化の基本的方策」を提出し、調査会は直ちに審議に入った。調査は2段階に分けて行われ、第1段階において東海道において新規路線を建設する必要があるか否かについて審議し、第2段階において新規の線路においてとるべき形態や具体的な方式についての検討を行う。4回の審議を経て11月22日の第5回の幹線調査会において、調査会長から運輸大臣に対して、東海道線に新規線路を建設の必要性があることが確認され、その行き詰まりの時期を考慮するとこれは緊急の課題であるという内容の答申第1号がなされた。11月25日の第6回幹線調査会において2つの分科会が置かれ、第1分科会において新規線路の形態、使用方法、動力、広軌と建設費などの諸問題を審議し、第2分科会においては資金・投資計画・運賃の問題を担当した。第1分科会は1958年3月27日に、東海道の新規線路には広軌別線を認める結論を報告書で出した。第2分科会も1958年4月2日に報告を出し、所要資金・利子合計で1948億円、資金調達是国内で可能、収支は償いうる。建設のための運賃の引き上げは不要、とされた。7月7日には調査会は運輸大臣永野護へ答申書を提出した。この内容は、①東海道に新規線路を建設する必要性があること、②新規線路のあるべき姿、③新規路線の所要資金・工事推進運営というものであり、同時に、政府並びに国鉄の決断と努力を強く求めるような内容となっていた。この結論は、不利な情勢の中で当初から広軌別線案を推進してきた十河総裁、島技師長にとって有力な支援となった。

新幹線計画は1958年12月12日に交通関係閣僚協議会が「東海道新幹線の早期着工」を決定し、12月19日に閣議承認を経て、1958年3月末の31回国会において昭和34年度予算30億が東海道新幹線増設費として承認され、1959年4月20日より着工された。

## (2) 新幹線につながる技術蓄積とヤマハホールの講演会

上述のように1957年の講演「東京大阪3時間の可能性」が内外にインパクトを持ったために、十河総裁が政府へ上申し、調査が行われ、新線建設が決定されるに至った。さて、この講演の内容となった、200km/hを超える高速鉄道を裏打ちする要素技術とはいかにして生まれたのであろうか。このセクションでは、それについて詳細に記述していく。

昭和10年代後半、日本は対米戦争に突入していた。昭和20年8月に6年に及んだ太平

洋戦争は終戦を迎え、日本の社会情勢は疲労困憊の様相を呈していた。GHQの指導の下に日本軍は解体され、外地に派遣されていた部隊の引き上げも始まった。この中で、国鉄の最高幹部は大局的見地から国内各方面より多数の科学技術の俊材を鉄道技研へと迎え入れた。その技術者は海軍航空技術廠、陸軍航空技術研究所、中央航空研究所などの出身であった。1944年には385人でしかなかった職員が3年後には1557人に上った<sup>3</sup>。こうして、鉄道技研に移った航空技術者たちは自らの技術を鉄道産業に転用するべく研究を進めた。ただ、航空技術者と鉄道技術者では、研究の手法が違っていた。鉄道技術者は、過去の経験に基づいて技術を開発し、それに後から理論づけを行うという手法をとることが多かった。しかし、航空技術者は、先に理論を構築し、それに基づいて技術開発を行っていた。この方法論の違いはもちろんコンフリクトの原因ともなったが、同時に新しい知識が鉄道産業にもたらされ、技術の発展に貢献し、やがては新幹線へと結実していくこととなる。受け入れた技術者のうちで特筆すべきは、三木忠直、松平精<sup>ただし</sup>、河辺一の3名であろう。三木氏は、海軍の航空技術者であり、戦時中に急降下爆撃機「銀河」設計を担当しており、大戦末期にはかの特攻機「桜花」の設計をも行った。松平氏も同じく海軍の航空技術者であり、ゼロ戦の機体設計に従事し、機体の異常振動の研究を執り行った。河辺氏は陸軍の通信技術者であった。この3名はのちに新幹線を実現させる重要な要素技術を発明する。台車に関しては松平精<sup>ただし</sup>氏、先頭車両の形状については三木忠直氏、ATCの開発は河辺一氏がそれぞれ担当した。

### 〈陀行動の解明と空気バネ—松平精氏による振動研究〉

先にも少しふれたように陀行動は列車の脱線にもつながる問題であり、解決が急がれる課題であり、この振動の解明は電車の高速化のためにも必要な条件であった。特に、終戦当時の国鉄の車両は現在よりも大型であり、振動も大きかったこともその問題解明の重要性に拍車をかけていた。しかし、車両振動に関する理論的解析は当時ほとんど行われていなかった。この問題に対して、航空機分野の研究の方法論および知識は、車両の振動に関する開発に貢献した。のちに国鉄の技師長として東海道新幹線の実現に尽力した島秀雄もこの車両の振動問題に早くから着目していた。そこで、島氏は松平氏に対して車両の振動問題の解決を依頼した。1946年12月に高速台車の開発に必要な車両振動研究に対する方向付けをするために、島の提案により「高速台車振動研究会」が設置された。この研究会には国鉄の技術者のみならず、メーカーの技術者も参加していた。詳しい内訳は、島を含めた国鉄の工作局の設計者が5名、鉄道技研の松平ら航空技術者らも5名、民間車両メーカー、川崎車両・汽車会社（ともに現川崎重工）、三菱重工などから14名の計24名であった。この中で、航空技術者は10名含まれていた。航空禁止となった関係から車両メーカーにも航空技術者が大勢再就職していたためである。こうして、島はあえて、メンバーに異質な人材を混ぜて

<sup>3</sup> 鉄道技術研究所の人員は1944年の時点で385人であったが、1947年には1557人にまで膨れ上がった。その後、公職追放やドッジラインなどの影響もあり、昭和30年代にはおよそ700名ほどに落ち着いた。

おき、研究がスムーズに進むことを犠牲にしても、異分野の融合による鉄道技術の近代化を目指したのであった。航空機分野の技術者が理論的解析の手法を大幅に導入して車両振動の理論を展開する一方で、鉄道技術者が長年の経験を提供することで多岐にわたる車両の振動問題が活発に議論された。49年11月の第6回をもって当初の目的が達せられたとしてこの研究会は終了となった（高橋 2000）。しかし、車両の振動問題を解決するための研究は以後も続けられた。その結果として、陀行動の解明とその防止方法の確立が進んだ。陀行動の解明とその防止に関して重要な契機となったのが、1947年の7月に山陽本線で発生した脱線事故であった。この問題の解明に際しては、松平の航空技術者としての経験が生かされた。この事故の原因調査において鉄道出身の技術者は、レールのゆがみに脱線の原因を見出したのに対して、海軍の航空技術者として戦闘機の異常振動を研究していた松平精氏はその真の原因は機体の異常振動にあると考えた。この対立は、航空機出身の技術者が模型車両による実験によって、陀行動が原因であることを証明して論争を決着させた。こうして、異常振動に対処するための空気ばね台車の開発がすすめられた。空気ばねを使用することにより、台車の振動絶縁効果が高まった。空気ばねは柔らかくすればするほど、乗り心地もよくなるため、空気圧を加減すれば十分、新幹線にも応用しうるものであった。これはまず在来線の車両に採用され、のちに新幹線車両にも採用された（稲山 1998）。

### 〈三木忠直氏による車両の研究〉

鉄道の高速化・軽量化も航空技術者の貢献により生み出された成果の1例である。三木忠直氏は航空機の開発で蓄積した知識をもとに荷重試験や応力解析などの研究手法を用いて鉄道車両の軽量化と高速化に取り組んだ。こうした研究の成果は主要新聞を通して発表された。その内容は軽量・低重心・流線形の車両を開発すれば、東海道線の施設はそのままに東京 - 大阪間を4時間30分ほどでむすぶことができるというものであった。この研究は運輸省担当官の1954年度指定研究課題として採択され、「高速鉄道車両に関する研究」として研究補助金が与えられた。こうした研究成果を発表していたところ、小田急電鉄が新宿・箱根間の特急車両でこの案の列車を実現したいと設計を依頼してきた。そこで車両については徹底した軽量化を計り、構体の荷重試験で強度、剛性を確認し、また高速化のために空気抵抗が少なくなる先頭の形状を模型の風洞試験で決めるなど飛行機の手法を取り入れて開発を進めた。こうして完成した列車は1957年9月東海道本線における試験で145km/hの狭軌上の世界記録を樹立した。（稲山 1998；三木 1992）。

### 〈篠原武司による高速鉄道へのまとめあげ〉

上記のような研究を「広軌による高速鉄道」というアイデアにまとめ上げたのが、篠原武司である。彼が鉄道技研に赴任してきたのが1957年の1月8日である。篠原氏が赴任してきた当初は、鉄道技研の研究室は閉鎖的で、お互いにどのような研究をしているのかについて全く知らない状態であったという。篠原氏は各研究室がどのような研究をしているの

かについてヒアリングを行ったという。当時、三木氏は流線型の車体を作り軽量化も図ることでスピードを上げられるといった。松平氏は振動を吸収すれば脱線の恐れがなくなるという研究をしていた。河辺氏は、低周波の信号を用いて列車を自動的に止めるという研究を行っていた(のちの ATC である)。こういった研究を聞くうちに「1957 年の 3 月のころに、かねてから自分が考えていた高速鉄道構想に彼らの研究が活かせるのではないかと考えるようになった。そして急いで勉強して、どうもそのためには既存戦ではなく、新しい鉄道路線を作るのがいいんじゃないか」という結論に達したという(篠原、高口、2002)。その年、ちょうど鉄道技研が創立 50 周年を迎えるということで、その篠原氏のアイデアが「東京大阪 3 時間への可能性」という講演に結実した。この講演が影響力を持ち、のちの国鉄を動かしたことは先述したとおりである。

### 〈藤井澄二による集電系の研究〉

鉄道技研に元陸海軍の研究者が集められ、異分野の先端的な手法を転用した研究がすすめられた。そのおかげで、車両や台車、信号システムについては非常に研究が進んだ。しかし、架線やパンタグラフなどの集電系に関する技術の蓄積はそれほど進んでいなかった。というのも、東海道線の電化が完了したのが 1956 年であり、これをもって東海道線の速度向上が行われた。しかし、この速度向上の試験の最中に問題が発生した。速度が 100km/h を超えたあたりから、パンタグラフが架線から離線するようになり、アークの発生が問題となった。この高速域における離線という問題に関しては、国鉄内に知見がなかった。そこでこの問題の解決に際しては、東京大学の藤井研究室に研究を委託することになった。こうして、架線とパンタグラフの関係について理論を発展させたのが東京大学の藤井澄二氏であった。藤井理論では架線を場所によってばね定数が変わるばねとして、そして、パンタグラフを質点と押し上げ力で表現した振動系としてとらえた。これは、パンタグラフと架線を別々に取り扱うのではなく、一体のものとしてとらえた初めての理論であった。そして、藤井氏の研究室に所属していた柴田氏が、なぜ離線するのかに関してその架線やパンタグラフの関係のモデルを用いて実証を進め、走行時のパンタグラフと架線の挙動が藤井理論により予測ができることを明らかにした。このモデルによる研究がもとになり、200km/h を実現するにはどのような方向性をもって開発を行うべきかを示した。藤井理論では、パンタグラフの離線を防ぐには、2つの方向性が示されていた。一つはパンタグラフが架線を押上げる手ごたえを一定にするというものであった。東海道新幹線のモデル線ではこの方向性がとられた。実際のモデル線での走行試験で、この対策は成功し、パンタグラフの離線問題は解決した。

### (3) 東海道新幹線の開業と限界認識の更新

先述のとおり、十河総裁、島技師長により構想されていた高速鉄道の計画は、1959 年 3 月に正式に決定された。新幹線計画の進展に伴って、国鉄内部ではその建設のための体制も

整えられていった。新幹線の建設が調査段階から施行段階になると、1957年7月に調査のために設置された「幹線調査室」が廃止され、「幹線局」が設置された。これが、新幹線建設に関わる権限が集約された「新幹線総局」へと発展し、建設の実務などにあたった（有賀1988）。

また、研究所の体制も改められた。建設が決定したとはいえ、その実現のためには173の研究課題が残されていた。これらの課題に取り組むうえで、既存の研究室にとらわれない重点研究班が作られ、そのもとに関係する技術者が集められた。設備の面に関しても、浜松町の研究所が手狭で老朽化も進んでいたことから、1959年には国立へ移転が行われた。新幹線の実現に向けた研究開発はこの国立の新建屋を舞台に行われる。ここでは大型の実験設備を増強しつつあり、新設された車両試験台は現車の定置走行試験を実施できるものとして世界最高の機能を有しており、速度は最高250km/h（将来350km/h）まで出しうるものであった（篠原1960；鉄道技術研究所1987）。

講演の中で取り上げられた三木氏、松平氏、星野氏、河辺氏による技術成果は、取り入れられ、模型車両の風洞実験に基づく列車抵抗の計算式の導入、高速走行時に発生する陀行動の解明、車内信号による列車自動制御など、従来の鉄道にはなかった新しい着想・研究結果が新幹線へと取り入れられた。講演の内容をまとめると、高規格の広軌線路に、営業最高速度250キロの走行安定性の優れた高速性能電車を走らせ、安全かつ快適に東京-大阪を3時間で結ぶということである。この講演会の後、研究所は分野ごとにばらばらだった高速鉄道に関する研究が総合的なプロジェクトに組織化された。新幹線の実用化のためには課題が山積みであり、173の課題があったという。これらの課題に取り組むうえで、既存の研究室にとらわれない重点研究班が作られ、そのもとに関係する技術者が集められた。

以下、特に焦点があてられることが多い要素技術である、台車・先頭形状・ATCの順にその開発経緯を詳述する。

台車の開発が最初に着手された。台車の走行安定性および振動特性を研究する試験用台車が作られ、鉄道技研において試験装置による試験が、約1年にわたり行われた。この試験結果に基づいて、数種類の試作車用台車が製作されることとなった。新幹線車両用の台車はこれらの試験結果をもとに151系の空気ばねをグレードアップさせて、採用している（稲山1998）。

また、車両が受ける空気抵抗は、列車の速度の2乗に比例して大きくなっていく。この空気抵抗をいかに減らすかということが車両設計上の課題であった。三木は部下に対して、外国のレーシングカー、戦前の航空機、諸外国の流線型の車両といった乗り物の写真を集めさせ、その中から登場して間もないダグラスDC8ジェット旅客機を参考にして、40分の1のサイズの粘土模型を作らせて検討を行った。そして、議論を通して固まった形状をもとに10分の1の模型を作り、風洞実験を行った。こうした過程を経て、試験車両が製作され、さらに改良が加えられて量産型の0系の先頭車両の流線型の形状へと至った。（交通協力会2015；前間2014）。

最後が ATC の開発である。高速で走行できるということは逆をかえせば高速域でも安全に停止できる必要があるということをも意味する。200km/h という速度は換算すると秒速 70m という速度になるため、これは人間の認識能力の限界を超えてしまう。従来は、線路わきの信号を確認しながらブレーキをかけ、速度を制御していたが、こういった方式を改め、人間の注意や判断に頼る部分を極力少なくするシステムが開発された。それが ATC である。これは、先行列車との関係や駅進入時に衝突・脱線を防ぐために、進路の条件により自動的に列車を減速・停止させる装置である（河辺 1965；交通協力会 2015）。

そして、1963 年 3 月 30 日に最高速度の試験の日を迎えた。実験の現場責任者として河辺、松平両氏が試験車両に乗り込んだ<sup>4</sup>。車内で台車の振動・車体の受ける風圧・ATC の受信状況などがチェックされていた。速度が徐々に上がるにつれて、運転助手を務めていた桐村博之氏は「景色がだーっと足元を流れていって、体全体が表現しようもない感覚を受けた。」と証言をしていた。運転の総指揮を執る大塚滋氏は、「我々が成功したら、新幹線が成功する。だからやらなければならない。そこに失敗する余地はなかったというようにおもわれる」と自信に満ち溢れていたようだ。250km/h を目前にして異常振動の兆候が表れ始めた。実験中止も懸念されたが、試験は続行され、250km/h を達成した。大塚氏は減速に入ろうとした桐村氏に対して「もっとだせ」と指示し、9 時 46 分に 256km/h を達成した。

表 4 新幹線実現に貢献した技術と発明者

研究者	所属	研究分野	研究内容
三木忠直	元海軍航空技術廠 ⇒鉄道技術研究所	車両研究	航空機の開発で用いられる荷重試験や応力解析などの研究手法を利用し、 <b>軽量・低重心・流線形の車両を開発すれば、高速化が図れる。</b>
松平精	元海軍航空技術廠 ⇒鉄道技術研究所	台車研究	陀行動(高速度で走行した際に発生し、脱線につながる)を防ぐために、 <b>空気バネを用いた台車を開発し、走行安定性に貢献した。</b>
河辺一	元陸軍科学研究所 ⇒鉄道技術研究所	ATC発明	高速域では地上に設置した信号での速度制限は困難。車上信号方式へと変更し、 <b>制限速度になると自動的にブレーキがかかるATCを開発</b>
藤井澄二	東京大学	パンタグラフの 離線問題	1956年の東海道線の電化に伴い、高速走行時のパンタグラフの離線問題が発覚。 <b>パンタグラフの押し上げ力を一定にすることで離線を防止</b>

こうして、1963 年の鴨宮線での実験成功を経て、1964 年には全線開通へとこぎつけた。東海道線の増強が狭軌でなされるという理事会決議がなされ、さらに理事会も広軌による

<sup>4</sup> 三木氏は「250km/h という速度はもはや達成した数字であるから興味はない」として、この実験の前に国鉄を退職し、民間企業においてモノレールの開発に従事している。試験当日は自宅のテレビから試験の様子を見ていたという。

新線の建設に対して冷ややかな反応を示す中で、広軌による高速鉄道を実現することができた、成功要因は①広軌新線を実現しようとする十河氏の働きかけ、②その動きに異分野の成果をまとめた高速鉄道案を利用したことだろう。こういった、トップの働きかけにより、異分野を起源とする技術を事業化することに成功し、200km/h を超える営業が実現、そして、その 200km/h を超える領域が営業運転において可能な領域であると認識されるに至った。鉄道技術では自分たちが勝っていると考えていたフランス国鉄 (Société Nationale des Chemins de fer Français : SNCF) は、これを聞いて非常なショックを受けたようである。非公式に技術部門に対して、「何が何でも速度向上を達成するように」という号令をかけたという。

### 3.2. 第 2 のケース : 1980 年前後の限界認識の更新

こうして、東海道新幹線は開業したが、その後も山陽新幹線や全国新幹線網用に車両を開発する必要があり、車両の開発は続けられた。しかし、その新幹線も開業直後からすでに限界説が唱えられ、リニアの開発を急ぐ意見も存在していた。しかし、基礎研究が進むにつれて、その限界は突破されていくことになる。本セクションでは、①新幹線限界説、について触れたのちに、②その後の認識の更新について触れていく。

#### 3.2.1. 新幹線限界説

東海道新幹線が開業して間もない時期、早くも新幹線限界説というものが唱えられた。新幹線限界説とは、「新幹線は理論上、300km/h が限界であり、しかも瞬間的に出すのが関の山。オペレーションとしては、250km/h が限界」というものである。その根拠は以下の通りであった。1966 年にはすでに国鉄副技師長により、粘着方式による走行では 250km/h のオペレーションが限度であるという非公式見解がだされていた。また、このほかにも公式に「粘着方式での最高速度は 300km/h 程度であり、営業運転速度 (表定速度) は 250km/h 程度が限界」という見解が 1968 年から 1972 年にかけてだされた (国鉄技師長室, 1968 ; 1970 ; 1972)。以上のような見解に関しては、根拠を確かめたわけではないが、直感的に「そのようなものか」と考えられ、受け入れられていた。当時、国鉄で主流であった蒸気機関車では、100 数十キロくらいで車輪が空転を起こしてしまい、それ以上の速度をだすことができなかった。その点、新幹線は電車列車方式であるから、蒸気機関車よりも重量が軽くて済み、分散駆動方式でもあるので、その分、空転も起きにくく、出すことのできる速度域もずっと高いということについては予測がついていた。新幹線の登場は、その当時の最高速度が 100 キロであったところを、一気に 200 キロを超える速度まで上昇させたということもあり、その限界がどのくらいであるかということについての見当はすぐにはつかず、250km/h という限界を表す数字をなんとなく受け入れている状況であったという。これが 1960 年代後半から、1970 年代初頭くらいの認識であったという。また、ケース 1 の表 3 にある 1955 年のフランス国鉄の記録が樹立された際には、構造物の損傷が激しかったこともあり、

300km/h を超える速度域を営業で用いるのは保守の観点から不可能というような認識もあり、これも新幹線限界説を支持していた。

実際に、東海道新幹線が開業した 1964 年にはすでに速度向上を織り込んだ次世代車両の開発が始められており、車体・台車・電気機器・ブレーキ・制御方法などで全面的に研究開発を進めていた。山陽新幹線も最高速度 250km/h の建設基準で作られ、将来速度向上を行うことが主眼に置かれており、最小曲線半径も 4000m に設定された。車両についても 250km/h 走行の可能な次世代車両として 951 系試験電車が 1969 年に完成した。951 形試験電車は 1969 年より試験を開始し、1972 年には相生-姫路間において 286km/h という最高速度記録を打ち出した。しかし、この 951 系試験電車の将来スペックも 1972 年の記録も新幹線限界説の範囲内であり、このころには現実にも新幹線限界説の範囲内で開発が進んでいたことになる。

表 5 新幹線限界説の根拠

根拠1	1966年当時、副技師長の非公式見解から、新幹線の限界速度は粘着方式による走行では <u>250km/hのオペレーションが限度</u> とされていた。
根拠2	国鉄技師長室(1968; 1970; 1972)から、新幹線の速度は <u>理論上、300km/hが限度</u> という公式見解が出される。
根拠3	新幹線は分散駆動方式であり、空転が起きにくいということを勘案すると、当時主流であったSLよりは限界が高いとは考えていたが、どの程度になるかの見当はずぐにはつかず、 <u>250km/hという限界を表す数字がなんとなく受け入れている</u> 状況であった。
根拠4	フランス国鉄(SNCF)の高速試験の結果を踏まえても、構造物へダメージを与えないで <u>継続的に300km/hを出し続けるのは難しい</u> という認識

### 3.2.2. 高速運転の壁の突破

しかし、その後も鉄道技術研究所で研究が行われ、原理の部分についても進歩が見られた。まずは、車輪の材料である鉄の純度が向上した。それまでは、粘着係数の関係から新幹線の車輪が空転せずに出せる速度は 300km/h で、これが技術上の限界だと考えられていた。しかし、車輪の粘着に関する研究が進むにつれて、粘着力はもっと高く、さらなる高速域においても空転せずに速度が出せるのではないかという見解が出されるようになった。高速域における粘着力が高いということは、図

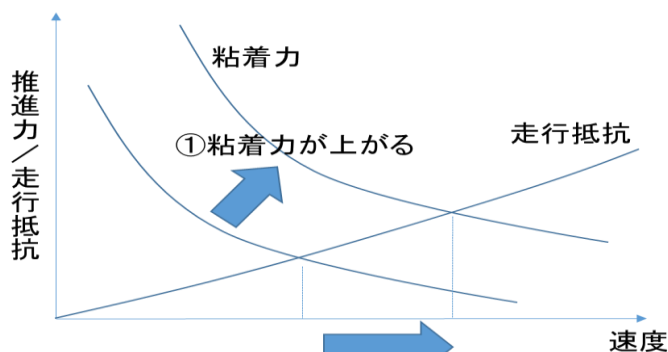


図 4 粘着力と速度の関係



4のように右下がりであらわされる粘着力の曲線が上に上がるため、走行抵抗をあらわす右上がりの曲線との交点は右に移動する。すなわち、より高い速度が出せるということを意味する。こうした技研の成果は国鉄本社の経営層にも伝わった。この「粘着力の限界はもっと高い」という仮説の出現を受けて、試験車両による高速試験が行われるようになった。このとき使用されたのは、1970年代の初頭に製作されたが、オイルショックの影響からエネルギーの消費を抑えるべしという風潮が出たために封印されていた961系であった。961系は1973年7月に製作され、先述の951系に比べさらに電動機の出力を向上させた試験電車であった。しかし、1970年代に入ると環境問題とオイルショックのエネルギー問題から速度向上は社会的に不要という考えが強く、速度向上試験の実施は困難になり、1974年に山陽新幹線で200km/hまでの試験を行っただけで終わった。こうして社会情勢との関係から速度向上試験は一時停滞したが、上述のような基礎研究から更なる速度向上の可能性が見出されると、961形試作電車は再び試験の機会を与えられ、1978年から小山総合試験線で速度向上と環境対策の各種試験に使用された。そして、1979年には国鉄時代の最高記録となる319km/hという記録を生み出すことになる。こうして961系を用いた実験において、300km/hをこえる速度が出せることが実証された。新幹線の限界は粘着方式の限界と目される300km/hが、公式見解として国鉄技師長室(1968;1970;1972)において示されていたが、これを上回る記録が実際出たことから、新幹線はより高い速度で運行できるという認識が持たれるようになった。そして、この記録は小山の実験線で行ったものであり、軌道に大きなダメージを残すことなく達成したものであった。この結果、高速運転の壁は神話であり、300km/hを超える領域は、単に瞬間的に出すのが関の山の速度域ではなく、営業運転も可能な領域として認識されるに至った。

### 3.3. 第3のケース：国鉄分割民営化とJR東海での速度向上】

ケース2により国鉄が認識する新幹線の営業速度の限界というのは300km/hを超える領域にあることが分かった。しかし、国鉄時代(1949年~1987年)にこの速度域を営業で達成することはかなわなかった。この国鉄の時代、特に昭和50年代(1975年~1985年)には新幹線の営業における限界速度を規定する要因が2つあった。それが①労使問題と②環境問題であった。

#### 3.3.1 環境問題による阻害

最初に環境基準がいかに関与していたかについて触れる。新幹線は高速度で走行するため、大きな騒音が発生する。これに関してはもちろん政府から規制がかけられる。これにより営業速度が制限を受けたというのが要因として考えられる。以下、これについて詳述する。ここでは最初に新幹線が生み出す環境問題について解説したうえで、環境基準と名古屋裁判にふれ、それらがなぜ新幹線の速度向上を阻害したのかについて触れる。

## (1) 環境問題

新幹線は 200 キロを越える速度で、東京・名古屋・大阪などの人口密集地を疾走する。そのため、騒音という環境保全上の問題が引き起こされる。開業当初は東海道新幹線も列車の本数が少なく、新幹線が出す騒音についても特別取り沙汰されるということではなかった。しかし、1970 年代に入り、新幹線のみならず、社会一般的に騒音に対する関心が高まるとその矛先は新幹線にも向けられることとなった。

## (2) 環境基準

新幹線の出す騒音については、公害の 1 つとして公害対策基本法に基づき 1975 年に騒音に関する基準が定められた。この時、定められたのは住宅地を走行する際の騒音のレベルを 70dB 以下とすることを定めるものであり、1985 年を目途として基準を達成することが求められた。1973 年の東海道新幹線の騒音の公開測定の時点では、騒音のレベルは場所による散らばりもあるが、80~100dB という水準であった。このため、国鉄の技術部門では期限までに目標を達成するために、研究開発の焦点が速度向上から、環境性能の向上へと移され、その改善に取り組まれていくことになった。1975 年時点の新幹線鉄道騒音にかかる環境基準では、地域の類型を I と II に分け、それぞれの基準値を 70dB 以下と 75dB 以下と定めた。類型 I にあたる地域は主として住居の用に供される地域とし、類型 II に当てはまる地域は商工業の用に供される地域など、I を除く地位であり、通常的生活を保全する必要がある地域のことを指すとされている。

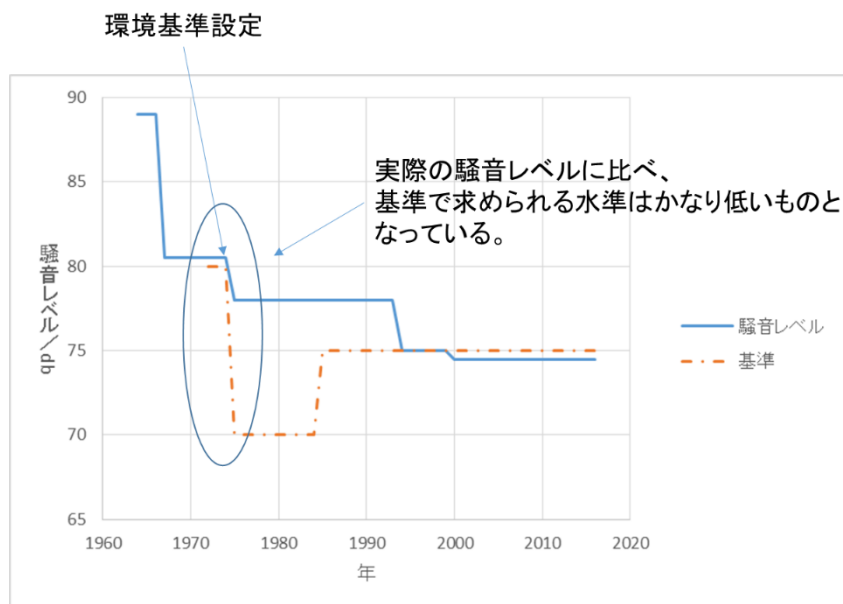


図 5 環境基準と騒音レベル

(出所)『新幹線 50 年史』をもとに筆者作成

### (3) 名古屋新幹線裁判

名古屋駅から東京方面に向かう東海道新幹線は、ナゴヤ球場付近から南東へ緩やかにカーブを描きながらやがて山崎川鉄道に差し掛かる。名古屋市の中川区・熱田区・南区にまたがるこの区間はおよそ7キロに及ぶ。この区間において、1974年2月、住民たちが「ナゴヤ新幹線公害訴訟原告団」を結成、3月30日に名古屋地方裁判所に提訴した。名古屋7キロ裁判は証人尋問が重ねられ、1979年6月21日に結審、翌80年9月11日に判決が下された。この判決において、名古屋地裁は過去の損害賠償請求については原告住民らの請求額をほぼ認め、総額約5億3000万円の支払いを被告である国鉄に命じた。これは、新幹線のルート選定に誤りがあり、その建設段階、開業後も十分に騒音・振動防止対策が実施されたとは言えないと判断されたためである。ただし、それは生活妨害とそれにまつわる精神的苦痛のみであり、身体的被害については騒音・振動に起因するかを判定するのが困難であるために退けられた。また、将来の慰謝料についても退けられている。

最大の争点であった騒音・振動の差し止め請求については、それ自体適法とされたものの、差し止めにより発生する国鉄の損害および社会的影響と、原告住民に生じる不利益を比較の上で判断すべきとし、そのうえで新幹線の公共性を重視して原告の訴えを退けた。一方、国鉄には騒音・振動の防止義務が課せられた。これに関しては、「減速」が即効性のある対策であることを裁判所側が認めてはいるが、公共性を鑑みるとそれは不可能であるから、将来的に騒音・振動を防止するために技術開発を進めるべしとされたのである。

原告側は過去の損害賠償がほぼ認められたことに後押しされて、名古屋高裁に控訴した。控訴審の途中で原告側は減速の請求に対して譲歩した。当初時速70キロへの減速を求めていたのを時速110キロにまで緩め、また、この減速時間を深夜・早朝だけでもよいとしたのである。さらに、これを国鉄側が騒音・振動を防止する技術を開発するまでの暫定措置としてもよいとした。これは全面的な棄却を恐れた原告側が多くの変換策を裁判所側に残そうとしたためである。このほかにも原告側はそれまで拒否し続けてきた「障害防止対策」を受け入れつつ、裁判で争う姿勢を見せた。

「障害防止対策」とは、新幹線の沿線住民に対して施すもので、新幹線の振動・騒音による被害について、防止するための工事を行ってその影響を低減したり、それで防止しきれない場合には土地を買い取って住人を移転させるという処置のことを指す。それまでは住人を移転させることにより、本来行うべき騒音・振動対策がなおざりにされる可能性があるということから、原告側はこれを拒否していたが、原告以外の住人が障害防止対策を受け入れて、原告側住民が孤立を深める中で、長期化する裁判に備えるためにも現時点での被害からの生活防衛を認める必要があることから、このように方針を転換した。

このように、1974年に起こった名古屋新幹線裁判において、愛知県名古屋市内を通過する東海道新幹線の騒音・振動に対して沿線住民から差し止め請求が出された。この裁判のために国鉄に対する風当たりは強くなり、環境問題を何とか解決しない限りは速度向上など不可能だというような雰囲気が国鉄内に広がっていた。

### 3.3.2. 労使問題による阻害

続いて労使問題に移る。国鉄時代には、労働組合が力を持ち、経営にまで影響を及ぼしていた。国鉄は戦後、引揚要員を受け入れたこともあり、戦後直後の一時期は60万近くまで職員数が膨れ上がった。それだけの職員がいることからおのずとその労働同組合も規模が大きくなり、その後、合理化の進展とともに職員数が減少していったものの、国鉄労働組合は組合数30万を超える巨大な労働組合として経営に影響を与え続けた。こうした、労働組合の存在が新幹線の運行にも間接的に影響を与えていた。以下の部分では、国鉄の労働組合がいかにして経営に影響を与えたのかについてまず解説したうえで、これがダイヤ改正を困難にしたことを解説する。

#### (1) 事前協議制・現場協議制

国鉄の労働組合は事前協議制・現場協議制という制度を通じて国鉄に対して影響力を行使していた。この制度に則って、国鉄当局は意思決定・事業計画作成をしたのちに、いくつかの組織レベルのそれぞれにおいて組合側と協議を持ち、了解を得る必要があった。労働組合は特にダイヤ改正のタイミングで、当局側に影響力を行使していた。ダイヤの改正が決まり、それに従って運行が開始されるまでの期間に組合に対して計画を提示し、要求聞き、交渉を行い、計画を修正して合意を得る、ということが行われる。このように組合に計画を持ち込むことは「組合提示」と呼ばれる。組合提示は、ダイヤ改正の意思決定がなされ、実際の計画が作られた後になされる。この時には、ダイヤ改正の実施自体はすでに一般に対して公示済みであり、当時国鉄がダイヤ改正の日と定めていた10月1日には実施せざるを得ないのである。この組合提示から10月1日までの期間は、年ごとにばらつきもあるが、およそ半年～1年である。この間に、様々なやり取りを行い、必ず落としどころを見つけなければならないのである。以下では、事前協議制・現場協議制がいかなるものであったかを解説し、その実態も説明する。

#### (2) 事前協議制・現場協議制と実態

事前協議制と現場協議制の関係性はお互いに補完する関係にある。事前協議制と現場協議制では事前協議制のほうが先に導入された。それは1960年前後のことである<sup>5</sup>。そして、それからおくれ、1968年に現場協議制が導入された。事前協議制では、当局側が行う施策について、一定の事項に関しての事前協議を行うことが取り決められた。ただし、それが行われるのは、以下の図7でいうところの本社・中央本部間、管理危局・地方本部間に限られており、より下のレベルの駅・区と分会・支部の間の交渉は適用外であった。しかし、長期

<sup>5</sup> 60年前後というように幅を持たせた記述をしたのは、国鉄内に複数存在する労働組合ごとに事前協議制を締結した時期が違っているためである。例えば、1958年に動力車労働組合（以下、動労と略記）と、1960年に国鉄労働組合とそれぞれ締結された。

計画の中の動力近代化とそれに伴う合理化の過程において、雇用不安や労働強化による職員の疲弊を受けて、組合側が働きかけを行った結果、一番下の分会・支部を相手方として施策の説明行う場を設ける現場協議制が追って導入された。



図 6 事前協議制・現場協議の階層図

説明・交渉は基本的に、中央から地方へ徐々に細分化される形で行われる。まず、本社で計画が策定される。この計画の策定は設備への投資、あるいは老朽化した設備の更新、職員の配置や教育といったことが内容として含まれる。事業計画が策定されるとそれは地方に伝達され、その実施に先駆けて地方交渉・現場協議を開き、当局側から組合側へと説明が行われることになる。このなかでは、特に一番下の現場協議が荒れ、組合側から様々な要求があげられることになる。組合側から要因などについて計画修正を求めるようなことが全国の現場のかなりの箇所で起こっていた。しかし、現場協議制の当局側に当たる駅・区には労働条件や計画を決定・修正する権限がない。このため、現場協議まで降りて行ったとしても組合・当局間の折り合いがつかなければ、一度管理局のレベルに戻して、計画の大枠に沿った形で数字直しを行うことになる。組合と折り合いがつかないということは、実際に鉄道業のサービスを提供するオペレーションを行う現場の職員から協力を得られないということになるので、改正したダイヤを実施することができないし、最悪の場合にはストライキを起こされ、事業自体が実施不可能になってしまう可能性もある。そうすると当局側は交渉をして譲歩を引き出しつつも、組合側の要求をのみ、管理局のレベルに戻して計画を修正せざるを得ないのである。こういった、事業の停止の可能性を背景にして、組合側は理不尽ともいえる要求を突き付け、自分の陣営に有利な条件を引き出し続けていった。また、組合は横のつながりも強く、分会・支部の地域間の交流・情報交換も盛んに行っていた。こういったつながりがあることによって、ある職場における組合側の勝利は瞬く間にほかの職場にも伝達

される。全国に存在する現場の数は膨大であり、もちろんその一つ一つの力の強さは違っており、強い職場もあれば弱い職場もある。強い職場が当局側から有利な条件を引き出したという事実は、弱い職場にも伝わり、これが弱い職場の組合員を鼓舞し、士気を高めていたし、先例として協議のための材料の提供にもなっていた。こうして強い横のつながりは、こうした職場ごとの違いを克服するのに役立っていた。

組合側が出していた要求は合理化へ反対し条件を改善させること、新しい技術・設備に関して安全のために人員をどうするか、というような業務上、クリティカルに影響を与えるようなものもあれば、部屋を増やしたり、暖房・冷房などの機器をいれてほしいといったような非常に細かい要望も出していた。業務に直接かかわる事項に関しては、合理化に対する雇用不安も後押しして、「この作業には安全確保のためにもっと人数が必要であるから、人員をあと 1 人増やしてほしい」という要望を出し、地方管理局へ差し戻して数字直しをさせるということもあれば、人員の増加については譲歩するが、代わりに暖房・冷房を入れてほしいというような要望を代わりに通してもらおうということも行われていた。業務の合理化にまつわる人員整理に関して行われた交渉の例としては、SL の廃止とそれに伴う機関助士の廃止・一人乗務の問題にまつわるものや、修繕近代化による保守人員の削減に関するものが代表的である。また、ダイヤ改正時に新しい車両を導入する場合には、その研修が問題とされることもある。これを労働時間内に行うか、労働時間外に行うかということが協議の対象となるのである。これに関しては、書類上は勤務時間外ということにして超勤手当を支給してもらい、実際には勤務時間内に行うというような慣行が根付いていた。これが俗にいう「カラ超勤」である。こうして、組合側は強気の要求を行っていた。一方、当局側としては、現場との折り合いをなんとしても 10 月 1 日までにつける必要がある。しかも、時間は限られており、1 年から半年である。こういった差し迫った状況から、当局側は相当な譲歩をしつつ、組合側の承諾を得ていたのである。

### (3) 労働組合の闘争手段

前節で労働組合が闘争を行った旨に幾度か言及した。労働組合が当局側と闘争をおこなう手段として最も代表的なものといえば、ストライキであろう。国鉄は公共企業体であり、役所であるから、その職員には団結権・団体交渉権は認められていたが、団体行動権はほかの公務員の例にもれず認められていなかった。しかし、国鉄の労働組合はしばしばこれを決行しており、これは国鉄時代を通して見られた。国鉄発足と同年の 1949 年に制定された定員法でも大量の人員整理が盛り込まれていたが、これに対する労働組合の方針ですでに「ストライキも辞さない」ということが言われていたし、また、国鉄の経営再建や分割民営化の話が浮上してきた 1980 年代の初めにおいてもストライキは見られた。こうして、業務への従事を拒否し、列車を運休に追い込むことで当局側へ打撃を与え、譲歩を引き出していた。また、組合の戦術はストライキに限られなかった。法律の枠内で展開される運動もあり、これは順法闘争と呼ばれた。その内容は、「安全のため」という名目のもとで、鉄道の各区间

ごとに設けられている制限速度よりも低い速度で列車を走行させたり、レールの上にカラスのような動物がいた場合に、障害物があるという理由で列車を停止させ安全確認を行う、といったものであり、これにより、ダイヤを意図的に乱すというものであった。これらの違法・順法の闘争は、上述の事前協議制・現場協議制の導入の過程においても行われ、当局側を揺さぶる効果を上げていた。こういった、度重なる闘争の結果の列車遅延・運休はかなりの数に上っており、電車の遅延が常態化していた。

#### (4) 新幹線の速度への影響

以上のように、現場協議制を通して組合側は強気の要求や過激な交渉を行っていた。こういった過程を経てダイヤが設定されていたために、企業の効率を高め、競争力をもたらしようなダイヤを作ることはできていなかった。また、列車の遅延については新幹線も例外ではなかった。当初は、組合側も新幹線に関しては闘争を行わない「聖域」と定めていたが、闘争が過激化するにつれて、新幹線もその対象となり、それなりの遅延が出ていた。新幹線がどれくらい遅れていたかについては以下の図 8 に示すとおりである。

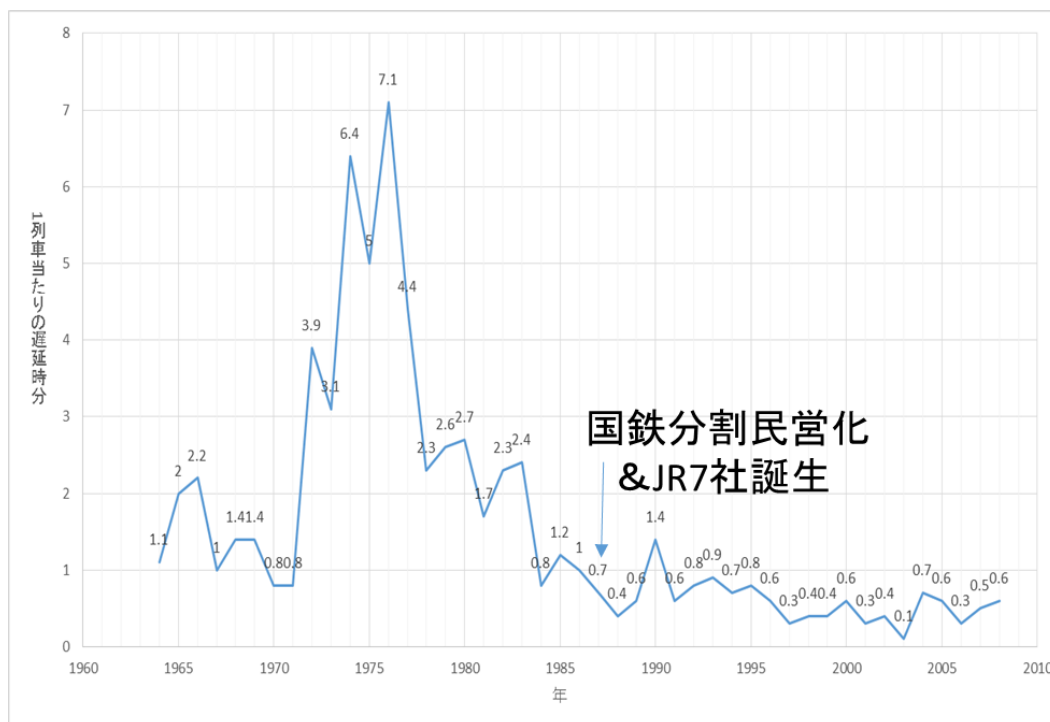


図 7 新幹線の 1 列車当たり平均遅延時分

(出所) Kikuchi (2016) p.180 Figure 2

このように時期によるばらつきは見られるが、国鉄の分割民営化の議論が本格化する 1982 年あたりを境にして遅延時分がかなり下がっている。分割民営化後は新会社に移行す

るが、その際に組合員が国鉄の1職員としていかなる処遇を受けることになるかは不透明な状況である。1982年に分割民営化の話が持ち上がった際に、組合員は職員としていかに身の振り方を考えるかが問題となり、労働運動を通じて国鉄組織での処遇をいかにして修正するかは下火となった。その代わりに、1982年以前は闘争が盛んであり、この時期には相当な遅延が発生していた。こうして、遅延により実績としての速度が下がってしまっていることが、ダイヤ改正における交渉や意思決定にも影響を与えてしまっていた。当局側としては、航空機の利便向上が進行していたから、新幹線側も長距離移動の手段としての利便性を向上するべく到達時間の短縮を図りたいところであった。しかし上述のとおり、労働運動によりダイヤの到達時間を短縮することはおろか、実態としてはダイヤの時間を守ることにすらできていない状況であった。この状況下で仮に時間短縮を織り込んだダイヤを組合に提示しても、ダイヤを守ることにすらできていないという実態を指摘され、組合側の承諾を得ることができないということが予測されていた。そして、現在の現場の状況では安全性を保ったままダイヤ通りの運行をすることは不可能であるから、計画を修正するような要求が出されるであろうとも考えられていた。また、国鉄当局側としては定時運行をなるべく死守したいという意識を持っていた。こういった定時運行を誇りとして考えていたことは、1975年のエリザベス女王来日の際にあらゆる手段を行使して定時に東京駅に到着させたというエピソードから見て取れる（近藤、2010）。こういった意識から多少の遅延に対しても到達時間を回復できるような余裕時間を持たせたダイヤ設定を行っていた。1960年代～1970年代を通して、労働組合による順法・違法の闘争が絶えなかったことから、余裕時間を切り詰めて到達時間を短縮するダイヤ設定はリスクを伴うものと認識されていた。そして、1960年代の三河島・鶴見の両事故のこともあり、組合側は安全上、問題があるからして速度向上にはそもそも反対の姿勢を示している。以上のような状況から、新幹線の到達時間短縮・スピードアップを織り込んだダイヤ改正は行われることがなかった。労働組合という大きな不確実要素の存在が経営層に相当のスラックの必要性を認識させ、その結果として共時性を持つサービス業としての鉄道業はそのパフォーマンスとしての速度を向上させることができなかったということである。

### 3.3.3. 国鉄首脳部の経営権の不在による阻害

また、経営権が国鉄首脳になく、どのような事案を実行するにしても国会の承認を得る必要があったという事情も新幹線の速度向上が遅れたことに無関係ではない。当時は我田引鉄という言葉が存在したように、政治家の主な関心は地元で新しい路線を引くことであり、予算は概ね新線の建設へと回されることになった。こういった地方路線の新設は代議士の出身地方の持ち回りようになっており、ひとつの地域が完成したら次の年には別の地方の代議士の要望に応え地方路線の建設に予算を回すということが行われた。一方、東海道新幹線は既に開通してから何十年もの時が経過しているとはいえ黒字路線として国鉄のドル箱になっているほか、老朽化はあれど、さほどの問題点が見当たらずに、運行ができていた



ため、予算の配分はあまり行われず目立った投資はなされなかった。そして、東海道新幹線の黒字は内部補助制度により、赤字の地方路線の補てんに充てられていた(三塚, 1984; 山屋, 1987)。また、国鉄の経営の最大の関心事として労務問題が大きな比重を占めていたということもある。理事会において取り上げられる議題は、労働組合関係のものが最優先事項とされたそのため技術開発に関する決定は後回しにされるか、あるいはほとんどなされないまま終わるといった状況になっていた。人材に関しても、優秀な人間ほど、労働組合対策に回されてしまい、技術開発に優秀な人材がまわされてこないというような問題も発生していた。この結果、積極的な投資は実現できないというような状況に陥っていた(山之内, 2008)。

### 3.3.4. 阻害要因の除去と新型車両開発による速度向上

こうして、環境問題と労使問題という2つの制約のもとで1965年からおよそ20年にわたり東海道新幹線のダイヤが改正されることはなかった。こうした状況を破ったのは1986年11月に実施されたダイヤ改正であった。これは国鉄最後のダイヤ改正であり、JRへの移行を前提とし、新会社の事業そのものとなるべきものとして編成されたダイヤであった。そして、1987年に国鉄が分割民営化され、東海道新幹線の運営がJR東海に移されると、新幹線の速度向上の機運が高まり、新型車両の開発が行われることになる。以下では、環境問題・労使問題が解決された経緯について触れ、そして、JR東海での速度向上のための新型車両の開発について解説する。

#### (1) 環境問題の解決

国鉄時代は環境問題とそれに関連する規制・裁判も制約条件となっていた。こういった問題に関しても、1985年に規制の緩和、1986年に裁判の原告との和解が成立したことにより、制約が取り払われた。従来70db以下とされていた基準が75db以下と改められた。しかもこれは暫定基準として扱われ、最初からこの基準を厳格に守らなければならないといった類ではなく、この基準を満たす区間を順次増やしていくというくらいの基準であったため、政府の規制という面からすると基準は非常に緩やかなものとなったといえる。

さらには名古屋新幹線裁判の原告である住民側との和解が昭和60年に成立した。控訴審は1984年7月13日に結審、判決は85年4月12日に言い渡されたが、ここでは、過去の損害賠償が4割減額されて、3億8200万円を国鉄に支払うように命じられた。将来の慰謝料も一審同様却下されている。これは、国鉄の沿線における障害防止対策への努力が認められたためである。この結果を受けて、原告側は裁判が長期化していることも鑑みて最高裁への上告はせずに、控訴審の結果をもとに国鉄側との和解を探っていくことになり、1986年4月28日、国鉄と原告住民の間に和解が成立した。その内容は以下のとおりである。

- 1、1989年度末までに国鉄は発生源対策により当該7キロ区間における騒音の基準を75ホン以下とできるように最大限の努力をする。
- 2、可及的速やかに新幹線鉄道騒音にかかわる環境基準を達成するよう発生源における対

策の開発・実施に努める。

3、新幹線鉄道振動を軽減するため、発生源における対策の嘉初実施に努める。

4、和解金として4億8000万円の支払いを行う

といった内容をはじめとする7項目の和解協定書がなされた。これをもとに国鉄は騒音・振動対策に取り組み、東海道新幹線では防音壁の設置などが進められた。この名古屋7kmの裁判はそれまで「速度向上よりも環境問題の解決」という方針の象徴ともいえる出来事であったため、この和解は速度向上への方針転換をするきっかけとなったともいえる。

## (2) 労使問題の解決

1982年にメディアによって国鉄の職場の実態が暴かれると、政府内で分割民営化をも視野に入れた国鉄改革の話が持ち上がった。こうして、存率基盤としての国鉄の存在自体が危うくなり、個々の組合員が身の振り方を考える必要が出てきたために、組合側の統率のとれた行動を可能としていた組織力が低下してしまった。そして、1982年を境として現場協議制が廃止されたこともあり、労働運動は急速に下火になっていった。先述の図8の新幹線の1編成辺りの遅延時間は1982年を境にして減少しており、組合による安全闘争がなくなったということを客観的な指標からも読み取ることができる。また、分割後にも労働組合がJR東海に存在していたが、その労働組合は穏健的な性格のものだったために、新幹線の運行に影響が出ることはなかった。

## (3) JR東海における新型車両の開発

こうして、JR東海へと分割民営化されたことで速度向上を阻害する要因はなくなったため、新型車両が開発され、速度向上が図られていくこととなる。

### 〈新型車両開発の背景〉

また、民営化される以前から、鉄道の代替的な移動手段である航空業において、1984年から羽田沖合展開が進行していたり、1994年の関西空港の開業が予定されているなど、環境の変化が起きており、競合である航空機の利便性の向上や運行本数の増加が見込まれていた。先述の1986年のダイヤ改正で東海道新幹線は東京～大阪の所要時間が3時間をきり、2時間49分となったが、航空機では、東京-大阪の所要時間が2時間30分といわれており、ここに上記のような利便性の向上が加わると、新幹線のシェアが奪われ、その結果、新幹線からの収益に依存するJR東海自体の危機につながると考え、次の対策の必要性は認識されていた。具体的に国鉄改革の前後で会社の営業収入に占める東海道新幹線の営業収入の推移を概観すると、Figure 2のようになる。

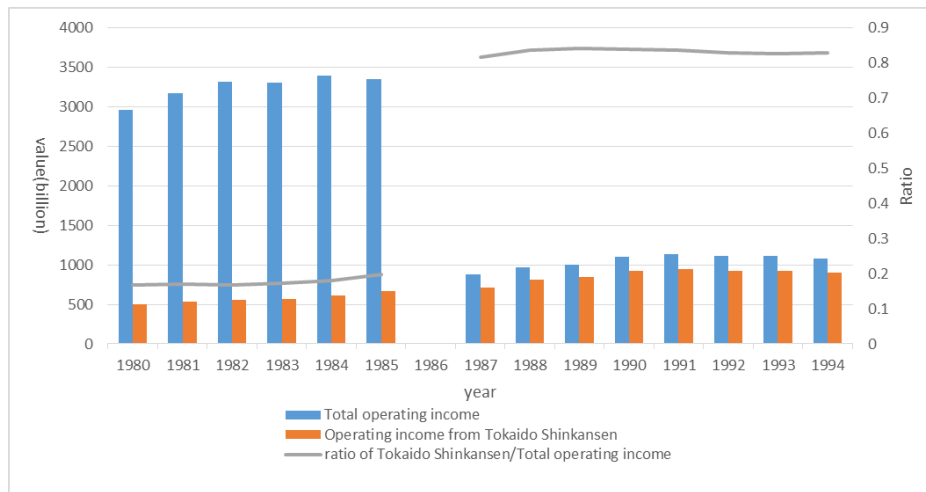


図 8 国鉄全体の収入と東海道新幹線の収入<sup>6</sup>

この図にみられるように、JR 東海にとっては、当時も現在も、収益の 8 割は東海道新幹線からのもので、国鉄時代の「東海道新幹線は全国組織の中の 1 路線」という認識は改められ、「自社の生命線」と認識されるようになった。これにより新幹線の競争力向上は JR 東海社内で正統性を得ることとなった。

具体的な案として、車両のビジョンなるものを製作しており、そこには東京～大阪の時間短縮も含まれていた。そして、1987 年 10 月の新任の車両部長の赴任をきっかけに、「新幹線で速度向上（時間短縮）を行わねば航空機にシェアを取られる」という危機意識が再度確認され、スピードアップを目的とした新車両開発のための動きがスタートした。2 時間 30 分を実現するために、各部がどのような性能を達成すればよいかについての予備的なシミュレーションが始められ、車体・台車・電機の各担当者がそれぞれ演算に当たった。そうして、1988 年 1 月に JR 東海内に「新幹線速度向上プロジェクト委員会」が設置され、1 月 28 日に第 1 回の講義が行われ、また、関係分科会において各種の検討も併せて行われた。

### 〈新型車両の開発の過程〉

300 系にて 270km/h を達成する上で、最終的に問題となったのは環境問題、すなわち騒音の問題であった。車両設計の考え方としては、まず、環境問題に対して、軽量化という方法により対処しようとする。こういった、騒音の問題は、車両が軽いと比較的軽減される。300 系車両の場合は、これまでの最高速度を 50km/h というように大幅に上昇させる目的で車両開発を行うので、速度上昇に伴い、騒音も大きくなることは確実であった。しかし、スピードアップをする上ではどうしてもモーターだけは従来よりも重いものが必要となるために、その重量の増加分を吸収して、かつ、なお環境関連の問題がないように重量を減らす必要がある。こういった観点に沿って、どのくらいの軽量化が必要なのかという目標

<sup>6</sup>Kikuchi (2018) p. 138 Figure 2 より引用。

が立てられるのである。従来の重量は1車両あたり 56 t だった。そして、0 系を使った実験の結果、どの程度の軽量化が必要になったのかというと 45t というかなりの軽量化が必要ということになったのである。

上記のように環境対策とスピードアップの両方を同時達成する必要性から、軽量化によって 45t という重量にまで落とす必要性が出てきた。この軽量化の必要性とは地盤振動対策という意味のために行われた。速度を上げて、軽量化すれば振動は大きくなる。しかし、最初からこの 45t という数字が出てきたわけではない。当初はどの程度の軽量化をすればよいのか、どのような目標を定めるのが課題であった。そのために、上記のような 0 系車両を用いた実験が行われた。実験の内容とは以下のようなものである。0 系の車両を改造して、64 トン、56 トン、44 トンの車両を 4 両ずつ設定し、速度 120km/h、170km/h、210km/h で走行させ、振動と速度の関係で、64 トンの走行速度 220km/h の振動と 270km/h 走行時と同等な振動の車両重量を求めた。その答えが 1 両 45t であった。

それをもとに、各担当別に軽量化メニューを出して、270km/h でかつ重量を従来のおよそ 70%にしようと決定した。そこで、軽量化のヒントを山手線の車両から得て、施そうとした。山手線の車両である 205 系は、ブレーキや電気系統から見ればあまり画期的なものではなかったのだが、(チョッパー直流・抵抗、マイコン回生ブレーキ)、しかし、台車と車両は非常に軽い仕様となっていて、ボルタンレスの台車に、アルミの車体で、1 両が 30t をきっていたということである。そういうわけで、この軽量化を可能とした車体・台車を採用することになった。しかし、目標重量が 52t 程度ならばこれで問題なかったが、減量が足りなかった。そこで、次に目をつけたのが、ブレーキと発電機である。これらの部分は従来は直流の発電機を用いていたが、これは重量を食うため使用するのが難しい。そこで、新たな手段が必要とされた。その結果が交流回生ブレーキ、誘導電動機である。これらの採用により、電機関係において最大の減量を達成することができた。また、座席の軽量化もそれなりの効果を上げた。従来は 1 座席あたり 28kg であったが、新しく採用したものは 12kg にまで減量した。これにより 1 座席あたり 16kg が減っている。300 系新幹線は 1 両あたりの座席数が 100 席で、これにより 1.6t の減量が可能であり、かなりの重量を削減できるということが分かると思う。

また集電系における騒音に関しては、特別高圧の引き通しを行えば、有効であるとの認識であった。パンタグラフが架線から離れると、電位の差からアークが発生してそれが大きな音を生む。それを解決するために、パンタグラフ同士を線でつなぎ片方が離れても電位が架線と同じになるようにして、アークの発生を妨ぐという仕掛けである。これは東北新幹線の 60 年 3 月の上野乗り入れに伴い、すでに実用化していたため、それと同等な対策を行った。

以上では、速度向上にともなう環境問題の話であったが、純粋にスピードをどう上昇させるかに関わる問題も存在していた。東海道新幹線では最小曲線半径は 2500m であり、このカーブを走行する際には、脱線を防ぐために速度を落とさざるを得ず、高速化においても大きな問題となっている点である。300 系の開発もこの問題の影響はあった。結果として、こ

のときの開発は、重心を下げるという解決策が用いられた。具体的な方法としては、まず車高を下げることである。それまでは4mあった、車高を3.6mとした。背が低くなったことで重心は下がり、さらにこれは今まで見てきた軽量化をも達成するという1石2鳥の策となった。また、屋根の上にあった空調を床下に置いた。これも重心を低くすることに貢献した。また、空調を床下に配置するとき、表面が滑らかになるようにくぼんだ部分にふたをした。新幹線の車体の表面にでこぼこがあるとそれが騒音の原因となる。そこで、でこぼこしている時に、くぼんだ箇所を板でふたをして、その凹を埋めることにより、騒音を防いだのである。

### 〈速度向上の達成〉

こうして、労使問題・環境問題により営業速度が210km/hで据え置きになっていたものを、これらの阻害要因を取り払い、その後の民営化で飛行機との競争との関係から、最高速度を大幅に上げた新型車両の開発の必要性にかられ、開発に取り組んだ。騒音に関する暫定基準を達成していなかったことをあり、騒音レベルを下げつつ、速度向上も達成するという難題に取り組むことになったが、結果として上記のような開発プロセスを経ることで成功に終わり、以下のように、環境基準の達成と東海道新幹線開業以来の大幅な速度向上が達成された。

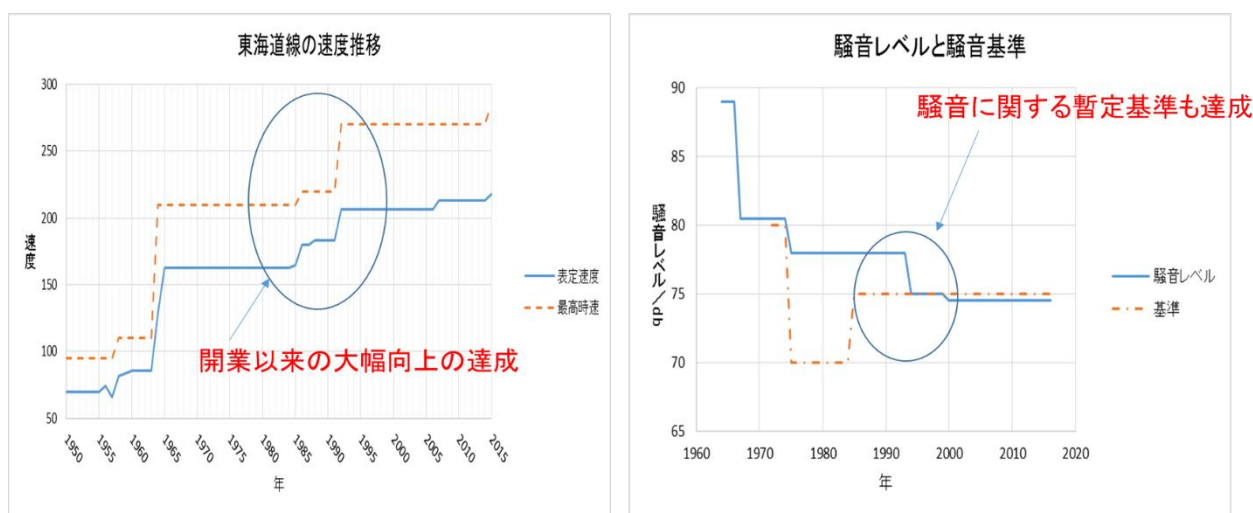


図 9 速度の推移と騒音レベルの推移

## 4. ディスカッション

本章においては、まず、3章において紹介した事例に関して、それぞれのケースの限界認識の規定要因と更新要因を整理し、そののちに技術フレームによる分析を施す。

## 4.1. 技術フレームによる分析

### 〈ケース 1 の分析〉

ケース 1 では登場人物として、国鉄の理事会、十河総裁、篠原所長をはじめとする鉄道技研が登場する。1950 年代、列車の営業に耐えうる限界は 160km/h というのが国際的な標準であり、当時の国鉄における列車の運行状況に関しても、そのほか、条件をそろえた試験的な走行によってもこの 160km/h という国際的な常識にも達していない状況であった。運行状況からしても 100km/h を超えるのも難しいものだと考えられていた。また、SL が運行体制の中心と据えられていたが、この SL は機関車部分の重量が大きく、100km/h を多少超えたあたりで、車両が空転してしまい、それ以上速度が出ないということも経験的に知られていた。こういったことが経験的に知られていることから、見本となる人工物や試験の手続き、現在の理論は上記のようなもので規定されていた。そして、東海道線の増強に関しても 1952 年の理事会決定で狭軌を使う路線とされており、問題解決のための戦略も決まっていたために、広軌による新線を建設する案には逆風が吹いている状態であった。

こういった、状況下で十河総裁はあくまで広軌による新線の建設にこだわった<sup>7</sup>。しかし、そのために、「東海道線増強調査会」を国鉄内に設置し、広軌による東海道線の増強の意思統一を図ろうとした。しかし、その反応は冷やかであり、この調査会も第 5 回をもって審議が打ち切られてしまった。ただ、同時に十河氏は国鉄外部の有力政治家への根回しも行っていた。その時期は 1955 年から 1956 年にかけての時期だったとされる。十河氏が訪問したのは、砂田重政、藤山愛一郎、一万田尚登、河野一郎、佐藤栄作、宮沢胤勇、中村三之丞といった面々であった。

調査会の審議が打ち切られる 1 か月前、鉄道技研に新任の所長として篠原武司が赴任してきた。その頃の鉄道技研は陸海軍から流れてきた研究者を大量に採用しており、雇用された技術者たちは自分たちの技術を鉄道に転用するべく研究を続けていた。その成果として、三木忠直氏や松平精氏の研究があった。しかし、鉄道技研内の研究室同士はお互いの研究内容については無関心であった。新任の篠原武司は、まず、各研究室の研究内容のヒアリングを始め、研究内容を把握した。その中でも特に航空分野出身の技術者は理論先行的な手法を用いて研究を進めており、その結果、陀行動の解決や高速化を可能にするフォルムなどを生み出していた。そして、それらのアイディアを結集させた結果、200km/h という高速鉄道を実現させられる可能性があると思に至る。折しも、鉄道技研は開設 50 年を目前としていたため、50 周年記念の講演として、篠原氏はこの「超高速鉄道構想」をテーマとして講演を行うこととして、これを実行。三木、松平らの技術者は 200km/h を超える高速鉄道に確かな技術的裏付けがあることを示した。この講演を開催した当日はあいにくの雨であったが、開催したヤマハホールは超入りの満員となり、入場を断らざるを得ないほどの盛況であっ

---

<sup>7</sup>十河が鉄道院に勤務していた大正時代は、狭軌と広軌の論争があった時代であり、この時、十河は後藤新平の薫陶を受けたこともあり、広軌推進論者であった。この論争は原内閣において、広軌改築が否認されたことにより終結した。

た。この講演会が成功裏に終わったことを受け、十河総裁はその 2 か月後に政府へ上申した。このころには、先述の十河氏の根回しが功を奏していたこともあり、日本国有鉄道幹線調査会が設置され、最終的に国会で予算が承認されるに至った。

以上のように、十河氏の東海道線増強に広軌新線を引きたいという思惑に乗せる形で実現し、200km/h を超える運行を実現され、これが SL によって形作られていた「100km/h 前後が限界」という認識を打ち破り、200km/h を営業の範疇として認識するに至った。

表 6 1950～60 年代の技術フレーム

技術フレームの要素	国鉄本社理事会の技術フレーム (1950年代半ば)	国鉄総裁の技術フレーム	技術研究所の技術フレーム (篠原氏赴任後)
目的	東海道線の輸送力増強 (狭軌が念頭)	東海道線の広軌新線による輸送力増強	東海道線の広軌新幹線による輸送力増強
カギとなる問題	どのような形態で増線するか	どのようにして広軌を実現するか	どのような形態で増線するか
問題解決のための戦略	狭軌併設案 狭軌別線案 広軌別線案	政財界への根回し 広軌別線案	確かな技術的な裏付けのある 広軌高速鉄道計画
解決策が満たすべき必要条件	安全性の確保 収支が均衡するようなオペレーション	安全性の確保 収支が均衡するようなオペレーション	安全性の確保 収支が均衡するようなオペレーション
現在の理論	経験から得た鉄道技術 100km/hも難しい		基礎研究の成果
試験綱要	経験工学		航空技術 理論先行的研究手法
見本となる人工物	SL主体		SL主体

### 〈ケース 2 の分析〉

こうして、ケース 1 において、営業における限界速度は 200km/h という認識になったのだが、その後、早くも「新幹線限界説」が唱えられることとなる。その内容は「新幹線は理論上、300km/h が限界であり、しかも瞬間的に出すのが関の山。オペレーションとしては、250km/h を出すのが限界」というものであった。その根拠は、非公式・公式双方の専門家の見解であり、当時、まだ、電車についての経験があまり蓄積されていなかったことから、その限界を予測することはできず、そういった専門家の見解が受け入れられている状態であった。そして、新幹線の限界が 300km/h であり、航空機の巡航速度が 800km/h ということを考慮すると、その中間の速度帯を埋めるものとしてとして 500km/h を出せるリニアを推進するべき、というように、リニアを推進するための材料としてあえて、300km/h と

いう速度が出されたという側面もあろう。また、1955年のSNCFの高速試験の結果もいまだ影響力があり、「新幹線の限界は理論上300km/hで一瞬出すのが関の山。オペレーションでは250km/hが限界」という新幹線限界説を支持していたと考えられる。しかし、高速域における車輪の粘着力が基礎研究により解明されると、それまでの前提となっていた理論が覆り、さらなる高速域での営業運転も可能という可能性が出てきた。こうして、鉄道技研の基礎研究の成果によりオペレーションの前提となる理論を提供し、速度限界を更新する足掛かりを提供した。この基礎研究の成果を受けて、実際に試験列車を使った高速試験を行ったところ、構造物へのダメージなしに319km/hを達成することができた。この試験結果を受けて、1981年には「速度向上研究会」が発足し、その見通しでは、330km/hまでが営業運行の射程内にあると認識されるに至る。

表 7 1980年前後の技術フレーム

技術フレームの要素	国鉄本社の技術フレーム (1960年代～1970年代半ば)	技術研究所の技術フレーム (1970年代半ば)
目的	速度向上	速度向上
カギとなる問題	粘着力	粘着力
問題解決のための戦略	各課題の解決による速度向上	各課題の解決による速度向上
解決策が満たすべき必要条件	安全性の確保 収支が均衡するようなオペレーション	安全性の確保 収支が均衡するようなオペレーション
現在の理論	経験工学としての鉄道技術 フランスの高速試験の結果	基礎研究の成果
試験概要	経験工学	理論先行
認知された代替機能	リニア	リニア
見本となる人工物	電車主体	電車主体

### 〈ケース3の分析〉

ケース2により、営業で出しうる限界速度はかなり高い速度域であることが判明した。しかし、国鉄はその前時代を通して、労使関係に問題を抱えており、特に昭和50年代の国鉄と労働組合の関係は1969年から1971年にかけて行われた生産性向上運動（マル生）の挫折や、1975年のスト権ストなどを経た結果、ひどいものになっていた。特にマル生の過程では、国鉄本社が現場の管理者を見捨てる形になり、国鉄本社は現場への管理を利かせることができなくなり、職場は荒廃した。そして、職場でのヤミ勤などが跋扈すると同時に、順法闘争と呼ばれる、サボタージュが行われ、列車の遅延が目立つようになった。この列車



の遅延は新幹線とて例外ではなかった。その結果、国鉄時代はダイヤの到達時間を短縮し、速度向上をするような改正はリスクとみなされた。また、昭和 50 年代というのは軌を一にして環境問題が取り沙汰されていた。その結果、環境基準が設定されたり、裁判沙汰になるなどして新幹線の騒音問題に対策を打つべく、技術開発を行う必要性もあった。こうした、組織的・社会的要因として新幹線の速度の限界認識を形成することになった。

表 8 労使問題・環境問題にかかわる技術フレーム

技術フレームの要素	国鉄本社の技術フレーム (1970年代終わり)	労働組合の 技術フレーム	技術フレームの要素	国鉄本社の技術フレーム (1970年代終わり)	沿線住民の 技術フレーム	政府の 技術フレーム
目的	速度向上 組合対策・安定運行	労働条件の改善	目的	速度向上 組合対策・安定運行 環境対策	生活の安寧	住民生活の保障
カギとなる問題	各課題 環境問題 労働問題	労働条件	カギとなる問題	各課題 環境問題 労働問題	環境問題	環境問題
問題解決のための戦略	各課題の解決による速度向上 騒音問題	ストライキ 順法闘争	問題解決のための戦略	各課題の解決による速度向上 騒音問題	訴訟	環境基準
解決策が満たすべき必要条件	安全性の確保 収支が均衡するようなオペレーション		解決策が満たすべき 必要条件	安全性の確保 収支が均衡するようなオペレーション		
現在の理論	経験工学としての鉄道技術 鉄道技研の研究成果	社会主義革命	現在の理論	経験工学としての鉄道技術 鉄道技研の研究成果		
認知された代替機能	リニア	N/A	認知された代替機能	リニア		
見本となる人工物	電車主体	N/A	見本となる人工物	電車主体		

こうした、組織的・社会的な要因は以下のように解決されることになる。環境問題については、まず、環境基準が緩和される運びとなった。これにより、達成すべき騒音の基準が 70db から 75db へと緩和されるとともに、基準の扱いが暫定基準となった。また、労使問題に関しても、1982 年にマスコミに国鉄の職場の実態が暴かれると、分割も視野に入れた国鉄改革の議論が始まり、労働組合がよって立つ基盤である国鉄の存在自体が危うくなったため、労働運動も下火になった。新幹線の 1 編成辺りの遅延時間は民営化を境にして大幅に減少しており、組合による安全闘争がなくなったということ客観的な指標からも読み取ることができる。国鉄民営化の後、JR 各社に分割されるが、この JR の時代にも、もちろん労働組合が各社に結成された。ただ、地域によってかなり労働組合の性格に差が見られた。その性格の差というのはおおよそ箱根の東西で分けられる。箱根以西は日本鉄道労働組合連合会の勢力が強く、比較的穏健な労働組合が多かった。東海旅客鉄道労働組合をはじめとする JR 東海グループ労働組合連合会の性格も例外ではなく、穏健な性格を持っていたため労働組合による妨害は起こらず、新幹線をはじめとした列車の運行は効率的に行うことができていた。そして、航空機との競争の必要性から新型車両の開発の必要性が認識され、環境基準もクリアしつつ、航空機との競争で対抗する東京－大阪間 2 時間 30 分という到達時間を目標に、270km/h という最高速度を実現することとなった。

表 9 JR 東海の技術フレーム

技術フレームの要素	JR東海の技術フレーム
目的	航空機との競争・速度向上 組合対策・安定運行
カギとなる問題	各課題 環境問題 労働問題
問題解決のための戦略	各課題の解決による速度向上 騒音問題
解決策が満たすべき必要条件	安全性の確保 収支が均衡するようなオペレーション
現在の理論	経験工学としての鉄道技術 鉄道技研の研究成果
認知された代替機能	リニア
見本となる人工物	電車主体

### 〈関与度〉

ここで登場したアクターとしては、鉄道技研・労働組合・政府・沿線住民などがあるが、それぞれの関与度がどれほどかということについて考えると、

労働組合

- 組合構成員は国鉄職員であったが、マル生などの事件を経て経営のコントロール下にはなかった。組合の要求を通すことが目的で、経営的な視点はなく、関与度も低かったと思われる。

政府・沿線住民

- 沿線住民・政府も国鉄外部の存在であるから、関与度は低い

鉄道技研

- 国鉄本社と同程度の関与度で、技術フレームに巻き込まれる。

ということができよう。

そうすると、国鉄本社が鉄道の技術フレームに巻き込まれていたと考えられ、それに続いて、鉄道技研がそれに続く高さの関与度を持ち、労働組合、政府・沿線住民の関与度はそれよりも低かったと考えられる。

## 4.2. バイカー命題との照合

Bijker (1987) のベークライトの分析を基にすると、「関与度の低いグループのほうが、関与度の高いグループよりも問題を解決しやすいことがある」ということが言われていた。本稿では、この「関与度が低いほど、現在の問題に対する解決策が出やすくなる」という命題をバイカー命題と呼ぶことにする。しかし、本稿のケースを見てみると関与度が低い、労働組合、政府・沿線住民はむしろケース 3 において、組織的・社会的限界を課す要因となってしまう。そして、ケース 1, 2 に着目すると、それらのステークホルダーよりは関与

度が高いと考えられる鉄道技研はそれまでの限界認識を更新するような足掛かりを提供している。こういった、ケースを考慮するとバイカー命題との相違点が見いだされる。

表 10 Bijker (1987) と本研究の比較

	Bijker (1987) の事例		本報告の事例	
関与度高	セルロイドの技術者		国鉄本社	
関与度中			鉄道技研	速度の限界を突破要因を提供 ○
関与度低	電気化学の技術者	ベークライトの合成に成功 ○	労働組合 沿線住民 政府	速度向上の限界を課す ×

以上のケースの考慮をしたうえで、バイカー命題との相違点とそれを修正する考察を提示していく。ただ、これはあくまでも案であり、これから実証の必要性ある。その点も考慮しつつ、この節を進めていく。

#### ①バイカー命題の修正案1

バイカーによると「関与度が低いほど、現在の問題に対する解決策が出やすくなる」というリニアな関係が想定されていたが、実際にはこういった関係にあるわけではなく、中程度のほうが解決策を見つけられる、という可能性が本事例研究からは示唆されている。そうすると、どの程度の関与度の主体・グループが良いのかを検討することによって、現状の問題の解消に対する解決策をもたらしやすい主体を発見するヒントを提示することができよう。そのためには、関与度という概念を定性的な分析にとどめずに、操作化・定量化することで比較可能にする必要も出てくるであろう。

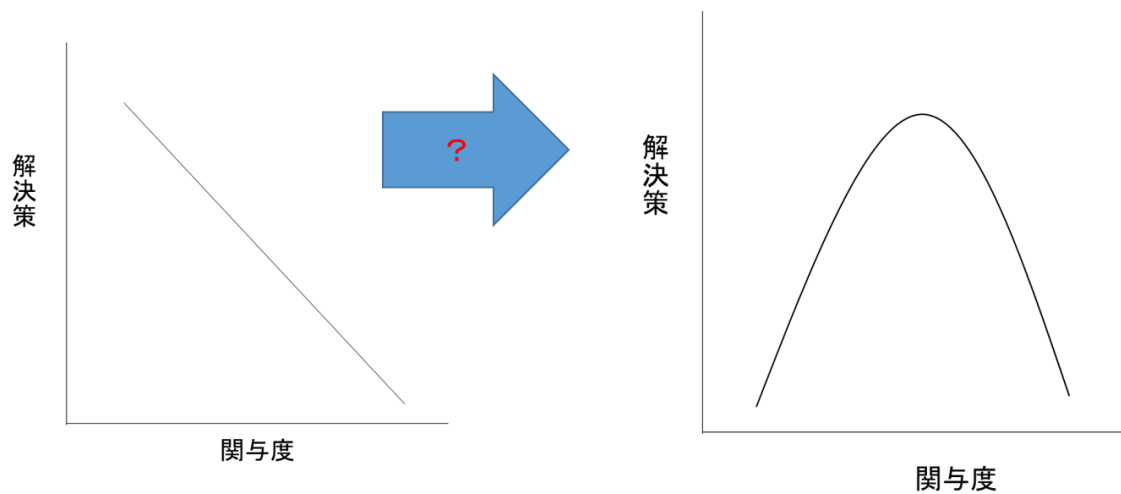


図 10 バイカー命題の修正

## ②バイカー命題の修正案2

もう一つの修正案は、先述のとおり、技術フレームの構成要素の中でも、問題解決の可否に強く寄与する要素がある、ということを検討するというものである。本事例研究からは、鉄道技研は関与度が高いが、異分野の研究者が雇い入れられており、理論先行的な手法がとられていたり、問題を考える際の前提になる基礎研究を提供している。こうした、違った手法でアプローチするということが限界更新に重要なのではないかと考えられる。そうすると、研究手法・現在の理論という要素は、ほかの要素に比べても現在の問題の解決策を提供するのにより重要な要素であるということが示唆される。

また、目的：すくなくとも目的を異にしている、労働組合や沿線住民は限界認識を課す要因となっていた。目的をともにすることは重要なことである。その点、ポイント1の十河総裁の技術フレームの解決策に「政財界の重要人物への説得」があり、これにより、狭軌に傾いていた流れを変えて、「広軌による高速鉄道」を引き寄せたという面があるので、この目的を同一にする働きかけを行うことが限界更新の一つのカギとなるかもしれない。

## 5. 結論と限界

本研究では、技術限界の認識がいかに規定され、そして、いかに更新されるのかについてみてきた。その結果、①熟知した人工物と使用経験からくる相場感、②新しい技術体系の理解不足、③専門家の意見や他国から先例による限界認識の形成、④組織内コンフリクトによる機能不全や制度的な制約という回答を得た。そして、それを更新する要因としては、技術フレームによる分析では、従来とは違った理論や研究手法を取り入れることにより、違ったアプローチでの問題解決を行うということが必要だということが分かった。ただ、それには前提として、関係するアクターが目的を共有していることが重要となるということも前提として必要となってくる。そうでなければ、組織内でプロジェクトを進めることも困難にな

ってしまうし、組織外のアクターでも目的が異なっていれば、制度的な力を通して制約となりうる。そういうわけで、以上のような要因を促進させるために、①トップの働きかけ、④組織変革・制度の変更により、組織内外のアクターの目的が統一されるように体制を整える必要がまず必要となる。そして、そのうえで①従来とは違った研究手法による開発成果、②それまで前提となっていた知識が基礎研究により更新される、といった事柄がもたらされることにより制約がはずれ、技術限界の更新が認識されるということになる。

本稿では、技術フレームを参照して分析を進めた。リサーチギャップの部分で指摘した技術フレームの構成要素は重みがあるのではないかということについては、「目的」、「研究手法」、「現在の理論」についてはその重要性がより重いということが確認できた。しかし、そのほかの要素についてはどの程度の重みがあるのかについては検討ができていない。また、技術フレームの構成要素について、なぜその各々が取り上げられているのかについての問題は検討ができず、これについても課題が残った。また、「関与度は低ければよいわけではなく、適度な関与度のアクターが問題の解決策を提供する」という命題を本稿において、導いたことになるが、「適度な関与度」というのがどの程度なのかについては、具体的には示せていない。この「適度な関与度」を明らかにするためには、追加調査が必要であり、アンケート調査を実施して、定量化するなどの手法も考えられよう。

## 参考文献

- Adner, R., & Snow, D. (2010). Old technology responses to new technology threats: Demand heterogeneity and technology retreats. *Industrial and Corporate Change*, 19(5), 1655-1675.
- 秋山芳弘 (2012) 『よくわかる新幹線の基本と仕組み』 秀和システム.
- 有賀宗吉 (1988) 『十河信二』 十河信二傳刊行会.
- Bijker, W. E. (1987). The social construction of Bakelite: Toward a theory of invention. In W. E. Bijker, T. P. Hughes, & T. J. Pinch (Eds.), *The social construction of technological systems* (pp. 159-187). Cambridge, MA: MIT Press.
- Bijker, W., & Law, J. (1992). Shaping technology/building society: Studies in sociotechnical change. In J. Law & W. E. Bijker (Eds.), *Shaping technology/building society* (pp. 290-308). Cambridge, MA: MIT Press.
- Bijker, W. E. (1995). *Of Bicycles, Bakelites and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnological Change*. Cambridge, MA: MIT press
- Bijker, W. E. (2010). How is technology made?—That is the question!. *Cambridge Journal of Economics*, 34(1), 63-76.
- Bijker, W. E. (2001). Understanding technological culture through a constructivist view of science, technology, and society. *Visions of STS: Counterpoints in science, technology and society studies*, 19-34.
- 『超高速鉄道研究会資料』(1968) 国鉄技師長室.
- 『超高速鉄道研究会資料』(1970) 国鉄技師長室.
- 『超高速鉄道技術調査グループ報告 (資料編)』(1972) 国鉄技師長室.
- Christensen, C. M. (1992a). Exploring the limits of the technology S - curve. Part I: Component technologies. *Production and Operations Management*, 1(4), 334-357.
- Christensen, C. M. (1992b). Exploring the limits of the technology S - curve. Part II: Architectural technologies. *Production and Operations Management*, 1(4), 358-366.
- Christensen, C. M. (1997). *The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Cooper, A. C., & Schendel, D. (1976). Strategic responses to technological threats. *Business Horizons*, 19(1), 61-69.
- Constant, E. W. (1973). A model for technological change applied to the turbojet revolution. *Technology and Culture*, 14(4), 553-572.
- Constant, E. W. (1980). *The origins of the turbojet revolution* (No. 5). Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Das, S. S., & Van de Ven, A. H. (2000). Competing with new product technologies: A process model of strategy. *Management Science*, 46(10), 1300-1316.

- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 11(3), 147-162.
- 海老原幸一 (1997) 『新幹線』 成山堂.
- Foster, R. N. (1988). *Innovation: The attacker's advantage*. New York, NY: Macmillan
- Henderson, R. (1995). Of life cycles real and imaginary: The unexpectedly long old age of optical lithography. *Research Policy*, 24(4), 631-643.
- 一小路武安 (2015) 「ハイブリッド製品開発のマネジメント-新技術と既存技術の統合戦略」 東京大学経済学研究科博士論文.
- 一小路武安 (2016) 「技術併存期におけるハイブリッド製品の開発: 新技術部門のマネジャーと適応的技術者の役割」 『組織科学』 49(3), 72-89.
- 碓義朗 (2008) 『「夢の超特急」、走る！—新幹線を作った男たち』 文藝春秋.
- 稲山健司 (1998) 「新技術の構想と開発: 長距離高速電車の発展過程」 伊丹敬之 編 『日本企業の経営行動 第3巻: イノベーションと技術蓄積』 (pp. 27-55) 有斐閣.
- Kaplan, S., & Tripsas, M. (2008). Thinking about technology: Applying a cognitive lens to technical change. *Research Policy*, 37(5), 790-805.
- 河辺一 (1965) 「東海道新幹線の制御」 『機械の研究』 17(1), 213-219.
- Kikuchi, H. (2016). Social shaping of technological trajectories of Shinkansen. *Annals of Business Administrative Science*, 15(4), 175-186.
- Kikuchi, H. (2018). The legitimacy acquisition process of Shinkansen speeding up. *Annals of Business Administrative Science*, 17(3), 133-143.
- 菊地宏樹, 湯哲海 (2016) 「技術の社会的構成は過渡期的アプローチか?—経営学輪講 Bijker (1995a)」 『赤門マネジメント・レビュー』 15(11), 547-564.
- 近藤正高 (2015). 『新幹線と日本の半世紀』 交通新聞社.
- 近能善範, 高井文子 (2010) 『コア・テキストイノベーション・マネジメント』 新世社.
- 高永才 (2006) 「技術知識蓄積のジレンマ--温度補償型水晶発振器市場の製品開発過程における分析」 『組織科学』 40(2), 62-73.
- 交通協力会 (2015) 『新幹線 50 年史』 交通新聞社.
- Law, J. (1987). Technology and heterogeneous engineering: The case of Portuguese expansion. In W. E. Bijker, T. P. Hughes, & T. J. Pinch (Eds.), *The social construction of technological systems* (pp. 1-134). Cambridge, MA: MIT Press.
- Law, J., & Bijker, W. E. (1992). Postscript: Technology, stability and social theory. In W. E. Bijker, & J. Law (Eds.), *Shaping technology/building society: Studies in sociotechnical change* (pp. 290-308). Cambridge, MA: MIT Press.
- 前間孝則 (2014) 『新幹線を航空機に変えた男たち: 超高速化 50 年の奇跡』 さくら舎.
- 三木忠直 (1992) 「飛行機から鉄道へ」 『トライボロジスト』 37(1), 51-53.

- 升田嘉夫 (2011) 『戦後史のなかの国鉄労使：ストライキのあった時代』明石書店。
- 宮本琢也, 安田昌司, 前川佳一 (2012) 「技術転換期における中央研究所と事業部の連携に関する研究: 1990年代の三洋電機の二次電池事業における人の異動」『日本経営学会誌』 (30), 16-26.
- Nair, A., & Ahlstrom, D. (2003). Delayed creative destruction and the coexistence of technologies. *Journal of Engineering and Technology Management*, 20(4), 345-365.
- 日本国有鉄道 (1973) 『日本国有鉄道百年史 12 巻』日本国有鉄道。
- Ogami, M. (2015). The False S-curve shaped by licensing agreements. *Annals of Business Administrative Science*, 14(6), 351-364.
- Ogami, M. (2016). Factors influencing the S-curve. *Annals of Business Administrative Science*, 15(4), 187-197.
- Orlikowski, W. J., & Gash, D. C. (1994). Technological frames: Making sense of information technology in organizations. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, 12(2), 174-207.
- 長内厚 (2006) 「組織分離と既存資源活用のジレンマ--ソニーのカラーテレビ事業における新旧技術の統合」『組織科学』 40(1), 84-96.
- Pinch, T. J., & Bijker, W. E. (1984). The social construction of facts and artefacts: Or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other. *Social Studies of Science*, 14(3), 399-441.
- Pinch, T., & Bijker, W. (1986). Science, relativism and the new sociology of technology: Reply to Russell. *Social Studies of Science*, 16(2), 347-360.
- Pinch, T. J., & Bijker, W. E. (1987). The social construction of facts and artifacts: Or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other. In W. E. Bijker, T. P. Hughes, & T. J. Pinch (Eds.), *The social construction of technological systems* (pp.17-50). Cambridge, MA: MIT Press.
- Russell, S. (1986). The social construction of artefacts: A response to Pinch and Bijker. *Social Studies of Science*, 16(2), 331-346.
- Schilling, M. A., & Esmundo, M. (2009). Technology S-curves in renewable energy alternatives: Analysis and implications for industry and government. *Energy Policy*, 37(5), 1767-1781.
- 篠原武司, 高口英茂 (1992) 『新幹線発案者の独り言：元日本鉄道建設公団総裁・篠原武司のネットワーク型新幹線の構想』石田パンリサーチ出版局。
- 篠原武司 (1960) 「新発足した鉄道技術研究所」『土木学会誌』 45(1), 29-35.
- 柴田友厚 (2008) 「技術選択のジレンマのマネジメント--並行開発体制の構築」『一橋ビジネスレビュー』 56(3), 180-191.
- 柴田友厚 (2012) 「技術転換に向けた状況適合的並行開発戦略」『組織科学』 46(2), 53-63.



- 下前哲夫, 眞鍋克士, 網干光雄 (2008) 『新幹線の連続アークはどのようにして解消されたか : 高速集電系の進歩を概観する』 日本鉄道電気技術協会.
- 新宅純二郎 (1994) 『日本企業の競争戦略: 成熟産業の技術転換と企業行動』 有斐閣.
- 田口洋, 高橋伸夫 (2010) 「半導体光露光装置は技術的限界を乗り越えたのか?—経営学輪講 Henderson (1995)」『赤門マネジメント・レビュー』 9(8), 599-606.
- 高橋団吉 (2000) 『新幹線をつくった男 島秀雄物語』 小学館.
- 鉄道技術研究所 編 (1987) 『鉄道技術研究所 80 年史』 鉄道技術研究所.
- 東海旅客鉄道 (1995) 『新幹線の 30 年: その成長の軌跡』 東海旅客鉄道新幹線鉄道事業本部.
- Wonglimpiyarat, J. (2016). S-curve trajectories of electronic money innovations. *The Journal of High Technology Management Research*, 27(1), 1-9.
- 山口裕之 (2007) 「技術転換期における 「迅速な技術移行の罨」」 『組織科学』 40(4), 76-86.
- 山之内秀一郎 (2004) 『新幹線がなかったら』 朝日新聞社.
- 山之内秀一郎 (2008) 『JR はなぜ変わったか』 毎日新聞社.