

超伝導リニアは名古屋に本当にやってくるか
「本命は、新幹線規格ではないか」：JR
東海<次の一手>を戸田三津夫氏（静大工学部）が
深掘りする（新装増補版 第1論考）

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2022-11-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 戸田, 三津夫, 井上, 正男 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/00029178

超伝導リニアは名古屋に本当にやってくるか

「本命は、新幹線規格ではないか」

— JR 東海<次の一手>を戸田三津夫氏(静大工学部)が深掘りする—

JR 東海としては不可避[1]のリニア中央新幹線の工事が進められています。そんな中、同社のそのすめ方に対する静岡県知事の「無礼千万」発言が先月の定例記者会見で飛び出しています。超伝導[2]リニアが実現すれば世界初です。基本原理は新しくありませんが、技術開発は困難を極めました。その JR リニア、本当に名古屋にやってくるのでしょうか。各方面から疑問や反論が出ているこの計画について、第一弾「先手必勝、そうだ奈良にも、行こう。」につづいて、第二弾として大胆な私見を述べてみたい。

結論から言うと、かなりの確度で「発展型の新幹線規格」になるとみています。その理由は、**第一にリニアには今も様々な技術的な困難があり、その解決が容易でないこと。第二に、社会情勢の変化が不利に働きそうなこと。第三に、リニアで着工して、最終的に新幹線に落ち着かせることに大きなメリットがあること**—です。これらについてそれぞれ順に述べていきます。また、本稿を理解するための補足的な解説については、**文末に別項 A = リニアとリニアモーター**などというように、一括してまとめておきましたので、参考にしてほしい。

写真右上 = 「想像を超えた未来が、もうすぐ始まります」リニア広告(JR 東海、週刊文春 6 月 27 日号)



お知らせ [連載「リレーインタビュー」](#) [路上演劇祭 Japan イン浜松](#) 7 面

● 第一の理由 **まだ様々な技術的な困難があり、その解決は容易でない**

まず、独特の膠着したシステム(軌道、ポイント)の問題がある。

鉄のレールの上を鉄輪で走る鉄道では、規格が合えば走行可能で、改良が容易です。新幹線も、開業当初の東京～新大阪間 4 時間が、いまは 2 時間 22 分とずいぶん高速化し、ダイヤも 1 時間に 2 本から、14 本になりました。リニアでは一般的な鉄道に比べ、一次磁石、軌道形状、ポイントシステムなどの地上システムが複雑で融通がきかず、将来の改良が困難であると言われています。また、ポイント切り替えも、モノレールのように軌道構造全体が動くため、複雑で時間もかかり高密度ダイヤに不利です。新幹線との相互乗入もできません。

これを大きなマイナス点とする評論がありますが、JR 東海と JR 東日本は東京駅での新幹線相互乗入を一切していない上に、理不尽な二重改札という壁まで作っています。鉄道というのは相

互乗入よりもむしろ乗り継ぎの便宜が重視されるべき例です。したがって、リニアだからではなく、会社間の連携の方がむしろ大きな問題です。その意味では、北陸新幹線が将来、新大阪に乗り入れた際どうなるか、今から注目しています。

もう一つ、超伝導と液体ヘリウムの問題も深刻です。

永久磁石や電磁石であれば常温で働きますが、超伝導磁石は極低温で電気抵抗をゼロにできることではじめて威力を発揮します。一般的なニオブチタン(NbTi)の使用温度はマイナス 263°C ですので、超伝導状態にするには液体ヘリウムで冷やすしかありません。

ところが、この液体ヘリウムに様々な問題点があります。それ自体は完全に不活性で無害ですが、天然ガス採掘の副産物なので、産地が米国、カタールなどに限られ、医療用 MRI 用などへの需要が増すなどで最近では需給が逼迫し、価格も上昇傾向であり、安定したリニア運行に支障のないよう供給態勢がとれるかどうか不安がありま

す。もっとも JR 東海は、密閉して循環利用するのでほとんど消耗しないとしていますが、16 両編成では 34 個(想定)の超伝導磁石に液体ヘリウムを充填する必要があります。

この問題を解消するために、超伝導素材としてより高温で使えるビスマス系超伝導体などの研究を進めていますが、今のところ目処は立っていません。いまの超伝導磁石では、700 A(アンペア)の電流を抵抗なしに流すことができますが、一旦超伝導が破れるクエンチという現象が起きます。導線が急激に発熱して液体ヘリウムと液体窒素が沸騰し、大惨事になりかねません。

● 第二の理由 今後の社会情勢の変化がリニアに不利に働く

この点についても、まず、地質と災害リスク問題、あるいは残土処理問題や最近静岡県南アルプス工区で急浮上してきた水問題のなど技術的な困難もからんだ先行き不透明さが挙げられます。

具体的に言えば、東海道新幹線は豊橋～浜松間で中央構造線をまたぎますが、中央リニアは、南アルプスのトンネル内で中央構造線を越えます。計画では、最大 1400 m の土かぶりのトンネルがあり、ボーリング調査が難しいため出水や危険地質など予断を許しません。実際には掘ってみたいとわからないというのが真実でしょう。土かぶりよりも、むしろ、地質や湧水の方が大きな不安要因です。

上越新幹線の中山トンネルの工事では、異常出水のため二度のルート変更を余儀なくされています。[3] リニア新幹線のルートは日本の鉄道史上、もっとも困難なものかもしれません。しかし、そもそも地震国で高速鉄道を走らせること自体が挑戦であり、これまでの鉄道でもリスクゼロではありませんでした。阪神淡路大震災では山陽新幹線始発時刻の直前に地震が起きたために辛くも難を逃れたという幸運もあったのです。中越地震、東日本大震災でも幸い大きな被害は出ませんでした。一方で、社会と経済が発展すると人の高速大量輸送は必須となります。

今回、JR 東海は大きなリスクをとったことになります。南アルプスの長いトンネルが、関門トンネル、青函トンネルよりもはるかに高リスクであるという印象は私にはありません。ただし、エネルギー効率と残土を現地付近に野積みすることに関しては配慮と対策が抜本的に欠如しているように思います(別項 B = 建設と運営のコスト、エネルギー効率)。

なお、静岡県知事の「無礼千万」もからんだ

南アルプスの大井川減水問題も大きな問題の一つですので、このホットな問題については、あらためて項目を立てて後述します。

● 第三の理由 リニアでまず着工し最終的には新幹線、その大きな利点

まず、この秘策には新幹線は直線ルート、という JR 東海のみそかなる悲願があります。どういうことか。

現在、東海道新幹線のダイヤは、1 時間あたりのぞみ 10 本、ひかり 2 本、こだま 2 本で限界に達しています。列車待避と急カーブが大きな制限になっています。また、1960 年当時の諸事情から東海道新幹線は、旧東海道に沿っているわけではなく、大きく湾曲しています。図 1 から、直線に近いルートとして、今回のリニアルートが理想的であることがわかります。しかし、このルートはリニアでなければ到底通らなかったでしょう。なぜか。

中央新幹線ルートが全国新幹線鉄道整備法で、東京～甲府～名古屋～奈良～大阪とされているとはいえ、新幹線規格となれば地元要望で停車駅が増え、カーブもきつくなり、距離も長くなり直線ルートから遠ざかります。したがって、JR 東海としては今回の計画はリニアといわざるを得なかったのでしょうか。現在東京～名古屋(366 km)はのぞみで 1 時間 40 分、リニア品川～名古屋(286 km)は 40 分の予定ですが、距離換算した際の新幹線規格で計算すると、中央ルート新幹線の所要時間は 80 分となります。高低差はあるものの、途中駅が少なくカーブが緩いので 70 分も可能かもしれません。そう考えれば、今回の計画は、いわばかつて描いた理想を実現するため、新幹線を複々線にして、のぞみルートを分けたと考えることができます。

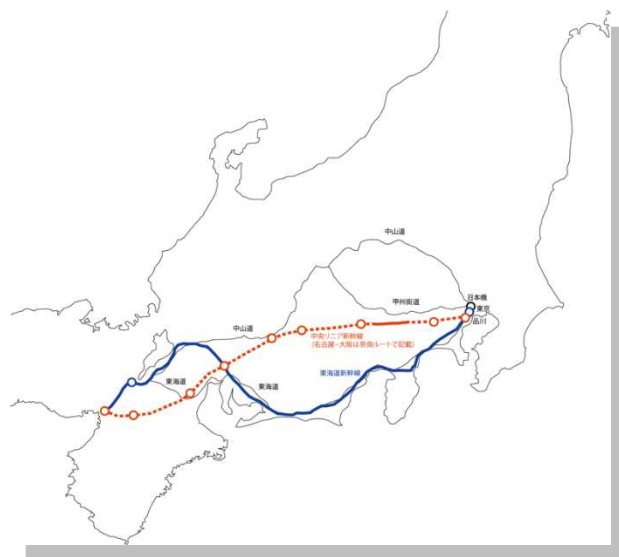


図 1. 二つの新幹線ルートと旧街道(中山道、東海道、甲州街道)の比較

それでは、実際にそんなことが、技術的にできるのかなど、技術的な詳しいことについては、**文末別項 C の <逆は無理だが、新幹線への変更は可能>**を参照してほしい。

● **いまだ本格着工できない静岡工区 バランスを欠く南アルプス水量問題**

最近の話題ですが、静岡県の南アルプスのトンネル工区が、JR 東海と静岡県との合意が成立せず、本格着工できない状況が続いています。JR は上流域で毎秒 2 t、水量が減少すると予想しています。静岡県はこれが 60 万人分の水資源に相当するとして、大井川に全量戻すことを要求しています。この状況を私は複雑な思いで見えています。

というのも、人間はなんとも身勝手です。今まで自然環境にひどいことをしておきながら、他者(今の場合、JR 東海)が入ってくると、今までのことは棚に上げて新参加者を攻めます。大井川は、天竜川や富士川と違い静岡県内で完結する一級河川ですが、開発により最も環境が改変された河川でもあります。かつて「越すに越されぬ大井川」と謳われましたが、電車から見ると子供でも越えられそうなきががあります。発電と利水にこれでもかと酷使され、果ては、ほとんどの水を用水に取られ、菊川へも導水され、たびたび瀬切れし河原砂漠状態です。確かに、畑薙第一ダムより上流には東京電力の小さな田代ダムがあるだけですが、ここでは山梨県側の早川に水を落として発電しています。この上流域の水資源と自然環境を守ろうというのが静岡県側の一貫した主張ですが、人間の取り分重視の考えです。

一方、上流域の土地が一企業の新東海製紙株式会社の所有地だということも事情を特殊にしています。JR 東海の姿勢もひどいものだと思いますが、これまでの他の大規模事業と比較して、その姿勢は特異ではないレベルです。静岡県の対応も、これ以後すべての事業について、今回同等のレベルで一貫して行われるのであれば画期的なことです。が、しかし過去の静岡空港、新東名高速道路、三遠南信道、太田川ダムの例をみても、静岡県側がその時今回の JR と同様の対応をしていたことがあります。それを思うと、もろ手を挙げて静岡県側を賞賛することはできません。

大井川はこういでしょう、「これまで大井川にさんざひどいことをしておいて、それを棚に上げ

て、いい子ぶるんじゃないよ。それも、自然環境のためでなく、まだ人間のための水を前面に持ち出すか！」と。河川環境を保全して、高山帯の生態系を守るというスタンスなら賞賛に値しますが、また人間のための水利権を持ち出しています。中流下流域の改善で最上流域を守ることはできませんが、これまでの現新東海製紙、国土交通省、中部電力、東京電力間の土地と水の権利の絡み合う中で蹂躪されてきた大井川が、これで救われるわけではありません。

かつて、住民と静岡県が中部電力と交渉して水利権の見直しを実現し、日本ではじめて維持水量を勝ち取ったのが大井川流域です。昔は、「川をただ水が流れるのはもったいない、人の役に立てよう」ということが賞賛されましたが、昨今、「農業用水」ならぬ「漁業用水」という考え方も登場しています。水の一部をただ流し、魚などの生物を守ろうという考え方です。今回は主に上流域の問題とはいえ、本質的な中流域の水利権に踏み込まずに弱みのある JR 東海だけを責める状況には違和感を覚えます。とともに、水利既得権の絶大さも痛感します。

図 3(文末別項 D = 人間活動の自然環境配慮の程度)は、私の独断で、近代日本での自然環境と人間の対峙を表現したものです。縦軸は上に行くほど自然環境に配慮、下にゆくほど人間社会重視の尺度としています。左側には人の営み、右側に地点を並べました。南アルプスが守られてきた貴重な自然であるのに対して、大井川流域は開発され尽くされた流域、それにリニアが絡んで、三つ巴のような様相に思えます。

豊川利水についての文章で、アサリとキャベツについて、私はかつて触れたことがあります。今回の件では、人とお茶が水を求めすぎると、アユは育ちません。

● **100 年の大計を見据え 今こそ国民的な議論を**

今回の JR 東海のリニア新幹線計画については、ぜひ利害関係者だけの駆け引き議論ではなく、一般市民を巻き込んだ国民的な視野の広いバランスのある論議を期待します。原発にしろ、普天間の問題にしろ、今となっては容易に針路変更できませんが、今思えば初期の段階できちんと議論を尽くすべきだったのでしょうか。リニアはスタートを切りましたが、色々な変更は今からでも可能です。当初大ブーイングだった東海道新幹線は、その後大成功しました。有意義な事業になるようみんなで考えるべきではないでしょうか。根拠に裏付けされた議論のためには、日本

人の自然科学、科学技術や人文社会科学のリテラシー教育の水準を上げるとともに、とみに低下している議論する姿勢を養うことも必要でしょう(その一助として別項 E= 参考文献を挙げておきました)。

最後に、一言。

JR 東海は、「リニア中央新幹線」と謳います。頭の「リニア」を取れば私の予想通りになるわけですが、これが当初からの秘められた予定であったとするならば、計画の主導者は相当の「策士」と言えるでしょう。むろん、私は、新幹線規格でこの計画が成就することを願っています。

[別項 A]

● リニアとリニアモーター

リニアモーターカー、英語ではマグレブ (Maglev: Magnetic levitation)。くるくる回るモーターを線状に伸ばした”リニアモーター”で推進します。浮上させることで鉄道の弱点をいくつか克服できるはずでしたが、地震国日本の事情で 10cm 程度浮上させることでエネルギー効率が悪いシステムとなってしまいました。すでに営業運転中のものとして、浮上式の上海トランスラピッド、愛知県リニモ、浮上しない鉄輪式リニアもあり、東京都営地下鉄大江戸線、大阪メトロ鶴見緑地線、福岡市地下鉄七隈線などがそれぞれです。しかし、今回の超伝導磁石は極低温に冷却する必要があります。

[別項 B]

● 建設と運営のコスト、エネルギー効率

リニアの品川～名古屋間は、ルートは 8 割以上が地下部分なので、建設コスト自体は地上や高架に比べて高くなります。発表されているトンネル形状は、新幹線トンネルの内径 9.5 m よりも広い内径 12.6 m ですので、新幹線規格よりも工費は増します。山岳地では発破工法を予定しているので、地上側の磁石を駆動するための軌道施設、送電線や変電所など電力供給のためのインフラが大規模なため、新幹線よりも運営コストは高くなり、新東名高速道路なみになります。乗客一人当たりの電力消費は、スピードが増すほど空気抵抗が大きくなることもあり、在来線<新幹線(4 倍程度)<リニア(4 倍程度)で、対新幹線でも 4 倍程度と、省エネではありません。これは、10 センチ浮上による様々なエネルギー効率の大幅な低下が大きく影響していると言われます。

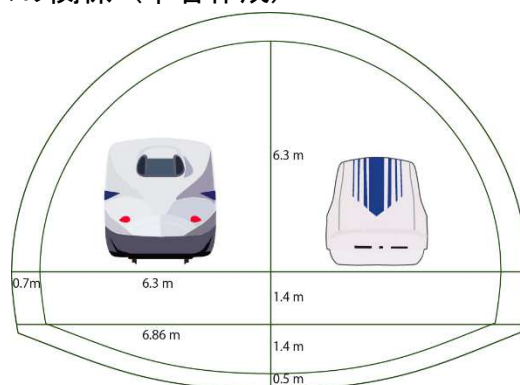
[別項 C]

● 逆は無理だが、新幹線への変更は可能

図 2 に、リニアのトンネル断面に対する、東海道新幹線とリニア車両のサイズの関係を示しました。トンネル断面は新幹線複線規格よりもリニアの方が大きいので、新幹線をリニアには変更できませんが、リニアを新幹線に変更することは可能です。リニアの最大勾配は 40 パーミル (1000 m 行って 40 m 上がる勾配)程度で、今の新幹線にはきついです。モーターを増強し、場合によっては急勾配の箇所を鉄輪リニアアシストを導入すれば問題は解決できるでしょう。

図 2.

リニアのトンネル断面とリニア、新幹線の両車両サイズの関係 (筆者作成)



[別項 D]

● 人間活動の自然環境配慮の程度

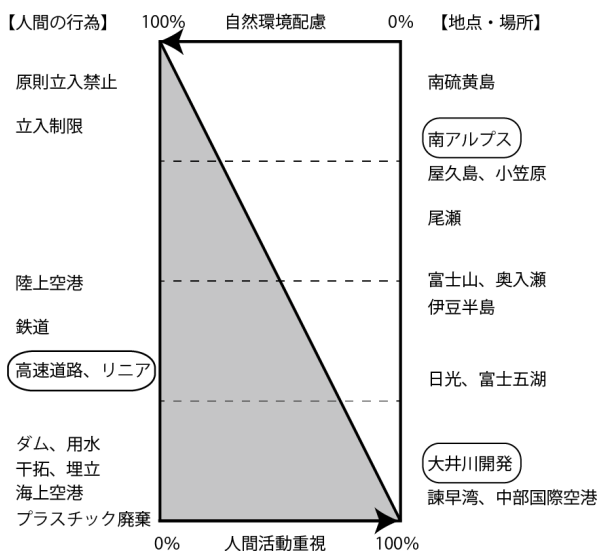


図 3. 人間活動に対する自然環境配慮の程度。図の説明は本文に。(筆者作成)

[別項 E]

● 参考資料

[1]JR 東海にとって中央新幹線を押さえることが不可避であることを前稿で記したが、他社に先んじて実施する必要性を指摘した以下の記事がある(下記[5]-(c))。

[2]JRは「超電導」を採用しているが、科学用語としては“超伝導”が主流。

[3]須藤 晋、「リニア新幹線の整備促進の課題-トンネル工事が抱える開業遅延リスク-」、国立国会図書館レファレンス、2018.

[4]リニアの問題点を指摘した関連書籍例:(もちろん肯定的な書籍も多数ある)

橋山禮治郎氏は、(c)で発展型新幹線規格への方針転換を強力に提案しています。

(a) プロブレム Q&A リニア・市民ネット、「総点検・リニア新幹線」、緑風出版、2017.

(b) 樫田秀樹、「増補 “悪夢の超特急”リニア中央新幹線建設中止を求めて訴訟へ」、旬報社、2016.

(c) 橋山禮治郎、「リニア新幹線 巨大プロジェクトの「真実」」、集英社新書、2014.

(d) ストップリニア東京連絡会、「テクノロジー神話の終着点「リニア」破滅への超特急」、柘植書房、1994.

[5]リニアの問題点を指摘した論文等:

橋山禮治郎氏は、(f)で[4]-(c)同様に、発展型新幹線への方針転換を強力に提案しています。

(a) 西川榮一、「リニア中央新幹線、そのスピードの価値について考える」、日本の科学者、51(11)、612-616、2016.

(b) 佐伯有真、「長野県大鹿市フィールドワークの報告-リニア中央新幹線の建設・操業時の危険・自然破壊の問題」、日本の科学者、51(5)、264-267、2016.

(c) 小濱泰昭、「リニア新幹線の工学的諸問題-燃費はリニアの皮を被った蒸気機関車並み」、日本の科学者、49(10)、542-547、2014.

(d) 松島信幸、「南アルプスをリニア新幹線が貫くと」、日本の科学者、49(10)、548-555、2014.

(e) 糸魚川淳二、「環境保全から見た「リニア」-岐阜県東濃地方の事例を中心に」、日本の科学者、49(10)、556-561、2014.

(f) 橋山禮治郎、「経済的側面から見た「リニア新幹線」-必要性と採算性を事前評価する」、日本の科学者、49(10)、562-567、2014.

(g) 樫田秀樹、「リニア新幹線をめぐる全国の動き」、日本の科学者、49(10)、570-575、2014.

(h) 庄司善哉、「リニア中央新幹線の騒音問題-トンネル走行にともなう微気圧波の発生と環境破壊」、日本の科学者、49(10)、576-578、2014.

(i) 荻野晃也、「リニア中央新幹線の電磁波問題」、日本の科学者、49(10)、579-581、2014.

(j) 日本科学者会議、「リニア中央新幹線計画の撤回・中止を求める声明」、日本の科学者、49(10)、582-585、2014.

(k) 中野渡旬、「リニア新幹線をめぐる諸問題-国民知らぬ間に進められている大規模事業」、日本の科学者、48(9)、564-569、2014.

(l) 阿部修治、「エネルギーとしてのリニア新幹線」、科学、83(11)、1290-1299、2013.

(m) 竹内智、「リニア、何が問われているのか」、日本の科学者、27(7)、395-401、1992.

流減水問題。「そのけ、そのけ、リニアが通る」と言わんばかりの JR 東海の態度に先月の定例記者会見の席上、静岡県知事は「金科玉条であり、無礼千万」との表現で同社の最近の一連の対応に強い不満をぶちまけた。しかし、一方、知事には最近リニア建設にからんで、とみに「地域振興」に言及するなど、JR 東海への、ある秘められた思惑も見え隠れする。リニア建設は、地域振興も使命とする全国新幹線鉄道整備法に基づくものではないにもかかわらず、その法的解釈やリニア計画のこれまでの経緯もからんで微妙な双方の駆け引きが今年に入って活発化している。

戸田論考は、利害関係者だけの論議や駆け引きを脱却し、国民的な広い視野から考える時期に来ていると結論付けている。市民の側に立つジャーナリズムを掲げる小紙としても、その意見に賛成したい。おりしも、参院選挙が始まる。特に参院選静岡では、選挙の争点としてこの点を訴えてほしい。知事も同趣旨の発言をしている。良識の府として参院の存在意義も問われている。

「想像を超えた未来が、もうすぐ始まります」(JR 東海のリニア広報=冒頭写真)。そのブレイクスルー(困難突破)精神には敬意を表する。ただ、その精神が広く市民の後押しに裏付けられたものであってこそ、想像を超えた未来へと結びつくだらう。(井上正男)

月刊さなるこ新聞デジタル 2019 年 7 月号

編集長 コメント

● リニア、参院選静岡の争点の一つに ● 問われる良識の府の存在意義

南アルプス・トンネル工事にからんだ大井川上