Special Issue

3. 超電導リニア、発進！～陸上交通システムの限界を越えて～

『JR東海 超電導リニア館』

山川 昭夫[†]

キーワード ● 超電導リニア、完成度の高さ、究極性と現実性、超電導リニア3Dシアター、超電導リニアMLX01-1、超電導ラボ

1. 国内外の注目を集める場で単独パビリオンを展覧

2005年日本国際博覧会（以下、愛・地球博）は、2005年3月25日から185日間、国内では1970年に開催された大阪万博以来の総合的な博覧会として愛知県で開催される。開催場所は、名古屋東部丘陵（長久手町・豊田市、瀬戸市）で、2005年日本国際博覧会協会（以下、博覧会協会）では1,500万人の来場を見込んでいる。

2002年3月に、博覧会協会から当社にパビリオン出展の要請があり、当社としてはこの愛・地球博に、国内をはじめ世界からの注目を集める場で、超電導リニアという日本先駆の先端技術を紹介し、次世代鉄道実現に向けての跳躍台とすることを目的として単独館でパビリオンを出展することとした。

その後、出展に向けた具体的な準備を進めるため、同年6月に総合技術本部リニア開発本部内にプロジェクトチー

ムが設置された。プロジェクトチームではまず博覧会協会と敷地の規模・位置などの調整を行い、同年7月には当社パビリオンの位置が決定した（図1）。この区画は企業パビリオンゾーンA内、北ゲート西側に位置し、主要アクセス手段となる東部丘陵線の万博会場駅に近く、会場内メイン動線であるグローバルループ（空中回廊）にも面し、さらに会場内の移動システムであるIMTSの乗降場（北ゲート駅）に隣接していることから、多くの方々にご来場いただけるものと考えている。

当社が出展するパビリオンに関しては、これまで新聞や雑誌など、数多くの媒体で紹介されてきているが、あらためてその概要について述べてみたい。

2. パビリオン概要

パビリオンの名称は「JR東海 超電導リニア館」、テーマは「超電導リニア、発進！～陸上交通システムの限界を越えて～」である。これまでの陸上交通システムの限界を越えた超電導リニアの完成度の高さを実感していただくことが出展のねらいであり、それをテーマとして表現している。

まずパビリオンの外観であるが、図2に示す通り、車両と建物を一体として捉え、シンプルな外観とすることで、車両の存在感と疾走感、躍動感、浮上感の訴求を調和させた。色彩は白色を基調として、超電導リニアの車両にも使われている青色をアクセントとして配している。

テーマに基づき、展示の具体的な内容として、日本が世

図1 当社パビリオンの位置（口絵カラー参照）

[†] 東海旅客鉄道株式会社 総合技術本部 副主幹
JR東海 超電導リニア館 総括副館長
"JR Central Pavilion; Superconducting Maglev Takes off! -Beyond the Threshold of Existing Surface Transit Systems-" by Akio Yamakawa (Senior Engineer, General Technology Division/Leader of Vice-Directors, JR Central Pavilion, Tokyo)

図2 JR東海 超電導リニア館（口絵カラー参照）

図3 パビリオンの構成 (口絵カラー参照)

界に誇る最先端技術「超電導リニア」を知적エンタテインメントとして紹介することとし、この超電導リニアの「究極性」と「現実性」の二つの事柄をパビリオンの展示を通じて訴求しようと考えている。

このために、超電導リニアのスピードを3Dで体感する超電導リニア3Dシアター、世界最高速を記録した実物車両を展示する超電導リニアMLX01-1、超電導リニアの技術や超電導現象のすごさの一端を紹介する超電導ラボの三つのゾーンでパビリオンは構成している (図3)。

超電導リニア3Dシアターでは、「興奮」と「大迫力のスペクタクル」をキーワードに究極性を、超電導リニアMLX01-1ゾーンでは「実感」と「581km/hのリアリティ」をキーワードに現実性をそれぞれ訴求する。また、超電導ラボゾーンでは、「理解」と「クールな知的エンターテインメント!」をポイントに“知る楽しさ”を提供しようと考えている。

2.1 超電導リニア3Dシアター

では、それぞれのゾーンの内容を詳しく紹介する。

まず、超電導リニア3Dシアターは、本パビリオンの最大の見どころとして、ハイビジョン、3D、800インチの大迫力で鮮明な画像と5.1チャンネルの臨場感あふれる音響で超電導リニアの時速500kmのスピードを体感するメインゾーンである。来館者には入口から入るとまずホワイエにてプレショーを見ていただくことになる。ホワイエでは、数々の革新を重ねて、超電導リニアに至る鉄道の歴史、技術開発、社会的背景などを紹介する。「今ここにある未来。超電導リニア、発進!」をテーマにこのホワイエは幅約6m、長さ約36mの縦に長い空間に、150インチ相当のスクリーンを天井から4基吊り下げプロジェクタで投影する。来館者はその場で立って見ていただくことになる。プレショーの上映時間は約7分30秒、2Dのデジタル映像である。「レールと車輪」というナレーションから始まる映像は、落ち着いた男性の語り、写真・動画を織り交ぜ過去から現代へとテンポよく流れる構成で、次に来る超電導リニアの迫力ある走行に期待を膨らませる内容となっている。

プレショーが終わると、アテンダントの誘導に従いメインの3Dシアターに入っていただく。ここでは山梨県都留市・大月市にある山梨リニア実験線で走行試験を行ってい

図4 超電導リニア3Dシアター内部 (口絵カラー参照)

図5 超電導リニアMLX01-1 (口絵カラー参照)

図6 超電導リニアMLX01-1 車内 (口絵カラー参照)

る超電導リニアのドキュメント映像を、縦10m×横18m、大迫力のハイビジョン3D映像で再現する。時速500kmで走行する超電導リニアの浮上する瞬間や併走するシーンなど多彩なアングルと臨場感あふれる音響で、超電導リニアの迫力ある走行シーンを体感していただける (図4)。

2.2 超電導リニアMLX01-1

次は、本パビリオンの中心であり注目を集める展示、超

図7 超電導ラボ (口絵カラー参照)

電導リニアMLX01-1のゾーンである。2003年12月に山梨リニア実験線で有人走行による世界最高速度時速581kmを達成したダブルカスプ形状の先頭車 (MLX01-1・車両長28.0m) の実物1両を展示する。リニア走行の原動力である超電導磁石が装着された台車や、空気抵抗を徹底的に軽減した軽量車体など、実物のみが醸し出す本物の迫力を間近で見ることができる。また、車両に乗り込んで、内部空間も見ていただくことにしている (図5、図6)。

この超電導リニアMLX01-1は、新聞やテレビを見てご承知のことと思うが、2004年12月6日未明に山梨県都留市にある山梨リニア実験線車両基地を出発し、陸路を経て翌7日早朝に静岡県富士市の田子ノ浦港に到着した。そこから船に積み込み、海路を経て8日朝、無事名古屋港に陸揚げされた。三菱重工小牧南工場にて塗装をし直し、2005年1月21日早朝、長久手会場のパビリオンに運ばれた。

2.3 超電導ラボ

最後に、超電導ラボのゾーンでは超電導リニアの技術をわかりやすく紹介する。超電導リニアはすでに実用化の域に達しているということを示すため、日本が世界に誇る最先端技術のパワーや仕組みを、世界最高性能の高温超電導磁石による飛翔体の発射実演や超電導現象を利用した浮上実演などで解説・紹介する。また、超電導リニアの開発で使用された装置などの実物により開発の足跡を知ることができる (図7)。

3. 3Dシアターのシステム

これまで、「JR東海 超電導リニア館」の全体概要を紹介してきた。これからは、当パビリオンにおける最も見どころとなる超電導3Dシアターのシステムについて紹介したい。このシステムの最大の特徴は、立体映像でデジタルハイビジョンでありながら800インチ相当の巨大スクリーンで上映することにある。過去に例を見ない巨大スクリーンで超電導リニアの走行を再現しよう、という試みに至

るまでにはさまざまな検討を積み重ねてきているわけであるが、そもそも映像でやってみよう、という結論を導き出す経緯から、上映方法、機械装置の選定、観客に迫力感、臨場感を体感してもらうための工夫等を説明し、3Dシアターのシステムを紹介していこうと思う。

繰り返しになるが、当社パビリオンの出展のねらいは、これまでの陸上交通システムの限界を超えた超電導リニアの完成度の高さ、超電導リニアの技術は完成している、このことを人々に実感していただくことである。すなわち、パビリオンの主役は超電導リニアであり、テーマも超電導リニアそのものである。では、どのような手法を用いることで人々に実感していただけるのか、まず最初に考えなければならない課題であった。これはパビリオンの全体構成を決定する上で最も重要なことであり、多くの時間と労力を費やした。手法を検討する上での与件としては、①超電導リニアを知らない人々、初めて見る人々にも実感してもらえること、②国内だけでなく海外からの人の目にも触れること、③難しいことをわかりやすく、確実に伝えること、④JR東海らしい演出であることが挙げられた。

山梨リニア実験線で実際に走行試験を行っているわけであるから、直接試乗していただくことが一番ストレートで、わかりやすく、実感できる方法であるが、これはできない。一方、実験線の一部を移して実際に走行させることもあり得るが、費用の面で現実的ではない。そこであたかも山梨リニア実験線に立ち、目の前で超電導リニアが走行しているのを目の当たりにする、実際に乗車しているような体感をしてもらおう、という結論に達し、次の三つの手法を考えた。

- (1) リニアムーバー&ライドシアター
- (2) シミュレーションライドシアター
- (3) 大画面映像シアター

(1) では、時速500kmの体感と映像の調和、映像コンテンツ、ライドの収容人員、メンテナンス、ライド方式、故障した場合の予備機の確保など、解決すべき課題が多く、また延べ床面積に占めるライド面積を充分確保できないこともわかり、選択肢から除かれた。

(2) では油圧装置により加減速感、臨場感は得られるものの、そもそも超電導リニアを次世代の大量高速輸送システムとして提案しようと考えている中で、急加速急減速で一種のスリルと臨場感、身体が揺さ振られる感覚は、我々が目指すべき乗り物とはまったく異なるものである。つまり、安全で快適な、乗り心地良い鉄道車両とは相反する事柄である。さらに、鉄道車両としての加速感を味わってもらう単純な装置としても、大勢の観客を同時に体感してもらうには大掛かりな装置となり、費用対効果の面でも疑問がある。

したがって、JR東海らしく小細工など行わず、いわゆる直球勝負、映像で体感してもらうということに固まった。

一口に映像といってもさまざまな手法があり、それらの中からあるいは新しい技術の中から最適な手法の選択が必要である。超電導リニアが時速500kmで走行する迫力感、見ている人が山梨リニア実験線に立っているような臨場感、超電導リニアの素晴らしさに身も心も入り込む没入感、この三つのキーワードを考え、これらを効果的に体感できる手法を検討した。

迫力感：大画面、音響効果

臨場感：高精細、実像に近い姿、音の空間的な広がり

没入感：実物大の車両、視野一杯に広がる映像

三つのキーワードにつながる手法を挙げてみると以上のようなになる。より大きな画面で、実際に自分がそこにいるような感覚で見えて聞くことができる。しかも最新の技術で、という観点で絞込みを行い、圧倒的な大画面でしかもより多くの人に見てもらおうことのできる方式として、大画面映像を採用した。

大画面、市中では既存の技術で実際に上映しているわけであり、当パビリオンにおいても既存の技術の延長で上映するのか、それとも技術開発の動向を見極めて上映できる最新の技術を使って上映するのか、次なる課題に直面した。決定しなければならない課題は、①3Dか2Dか、②デジタル方式かフィルム方式かの2点であった。

(1) 3Dか2Dか

2Dでは画面の大きさは別として、映像システムとしては既知のものであり、斬新性や話題性には乏しい。及第点は取れるが他館との差別化は難しい。3Dでも2Dと同様ではあるものの、画面の大きさが同じであれば、撮影を工夫することで、より迫力感、臨場感、そして超電導リニアの存在感を表現できる。コスト面では、大きく異なる点は撮影の効率性、制約から2Dの方が有利であるものの、極端な差は見られないと試算された。実際に上映されている映像を見て、立体映像の面白さ、不思議さ、驚きなどを実感し、撮り方によっては2Dよりはるかに超電導リニアの存在感をアピールでき、より話題性を得られると考えるようになり、3D方式で計画を進めることとした。

(2) デジタル方式かフィルム方式か

大画面で3D映像、これは現在でもフィルム方式では実績があり、技術もハイレベルにある。したがって、当初はフィルム方式で検討を進めており、パビリオン全体構成、シアターの設計を議論していた。しかし、時代はIT社会、アナログよりデジタル全盛である。映像ではハイビジョンがこれからの主流になりつつある。フィルム方式の映像は過去博でも多くのパビリオンで上映されており、21世紀最初の国際博覧会で従来の方式でよいものだろうか、という疑問が出てくるのは必至であった。デジタル方式で上映できないのか。現状の技術レベル、さらに2005年3月時点での技術開発の見込みを調査した。我々が最も注目していたのがスクリーンの大きさであり、当時の最高水準の技

表1 入場者数の考え方（想定入場者数から上映時間を算出）

1. 基本的考え方

- (1) 会場全体の入場者数は1,500万人
- (2) 会期中の平均入場者数は約80,000人
- (3) 当パビリオンの目標入場者数は2割の300万人
⇒ 300万人を最大値とする。
- (4) 1日の開催時間は12時間＝720分

2. 上映時間の算出

当社パビリオンへの1日あたりの入場者数の目標は、
80,000人×20%＝16,000人/日

座席数を400とすると、

16,000/400で、1日40回転となり、1回転に要する時間は、

720分/40回転＝18分

よって、上映時間：13分、入替時間：5分

同様に

座席数	300	350	400	450	500
単位時間(分)	13	15	18	20	22
上映時間	9	11	13	15	16
入替時間	4	4	5	5	6

*定時上映方式はしないものとする

術で上映しても2005年3月時点では時代遅れの技術になりかねない。どこまでレベルは到達でき、採用できるかどうか、それを見極めた上で方式を決定しよう、という方針が固まった。

スクリーンサイズ、シアターの収容人員、この二つの与件はパビリオンの全体構成に大きく影響を及ぼす。当初は400インチ、500インチ相当のスクリーンを考えていたが、500インチ相当でデジタルハイビジョン方式で上映できるシアターがすでに国内に存在していた。我々はできればこれを上回る規模のスクリーンで試したい、そういう考えに変わっていったのは言うまでもない。

シアターの規模（収容人員）は、当時の目標入場者数との関係から表1のように考えた。

過去の博覧会の事例も参考にして、可能な限り多くの座席数を配置することとし、500席を目標とすること、また全体の単位時間は20分を最大として、その中で入替えを行うこととした。

スクリーンサイズであるが、先にも述べたように迫力あることを基本条件として、できるだけ大画面を採用することとして、プロジェクタの技術開発の動向の見極めと並行して検討を進めた。その結果、800インチ相当（ハイビジョン上映を前提として、横17.7m、縦9.7m）であれば上映可能であるとの結論に達し、この大きさに設計することとなった。

シアターの設計は、基本的な仕様、方針が固まってから細部の設計に入り主な事柄として、スクリーン仕様は観客の多さ（約500名）、3D上映における視向性を考慮のうえ、スクリーンゲイン2を目標とし、また、大画面の映写光量も鑑みて無穴スクリーンとした。客席の配置、配列につい

図8 超電導リニア3Dシアター内部正面（口絵カラー参照）

ては、客席最前列の位置をスクリーンからスクリーンワイドの0.5とし、3D上映を考慮してスクリーンセンターから左右35°の範囲内に納まるよう配置した。シアターの内装はシアターの音響効果という点を最重要視して設計を行った。あくまでも映像シアターであり、劇場でもなくライブハウスでも、ましてやオペラハウスでもクラシックコンサートホールでもない。したがって、シアターの遮音性能と残響時間として次のような点に留意し設計した。遮音性能は30dB以上としたいが、パビリオンの延べ床面積におけるシアターの占有面積から、ホワイエとの遮音空間は確保できているが、出入口扉においては二重扉の確保が観客動線などを考慮すると不可能となってしまう、25dBを目標とした。残響時間に関しては0.7～0.8を目標とし、その分スピーカの性能を重視した。残響時間に対する対応としては、壁は厚さ50mmのグラスウールを取り付けることで対応することとし、天井は岩綿吸音板、床はパンチカーペットで設計を行ってみたが、シミュレーション結果から吸音効果が予想以上に有効であることがわかり、壁は床面から3m位の高さまで吸音ボードでまかなうこととした。

これまで、大画面シアターの決定と細部の検討経緯を述べてきたが、最後にシステムの全体概要を簡単に述べておきたい。本シアターはハイビジョンで800インチという、今までに例を見ないスクリーンプロジェクションシステム

であるため、一番重要視したのは解像度である。ソフトの送出装置は、ハイビジョン対応非圧縮型のハードディスクとし、プロジェクタにおいてもハイビジョンフルスペックを出せるものを採用した。また、3D上映において重要課題である画面の明るさについては、前記したように無穴スクリーンを用い、プロジェクタはツインプロジェクション（4台）を用意した。

音響システムについては、当初5.1chサラウンドシステムを計画したが、シアター面積が広いことで前後のスピーカが離れているのを補うことと、超電導リニアの走行音を立体映像と重ねて再現するため、よりサラウンド効果を高めるよう左右の壁面にもスピーカを配置した。結果、スピーカの配置は次のようになっている。

- (1) スクリーン両サイドに2台ずつ
- (2) スクリーン上下に各2台ずつ（無穴スクリーンのため裏側には設置は不可）
- (3) スクリーン下部にサブウーハー2台
- (4) 左右の壁面に3台ずつ
- (5) リアスピーカ4台

音源送出は現場にていろいろ加工できるよう、14chハードディスク出しとした（図8）。

4. む す び

最後に、この「JR東海 超電導リニア館」の出展準備には、いろいろな分野の数多くの方々にご尽力をいただいたこと、この場をお借りしてお礼申し上げたい。超電導リニア館では、本物の超電導リニアやりニア技術の魅力を存分に堪能できるものと自負している。是非、3月25日から「JR東海 超電導リニア館」にお越しいただき、3Dシアターをお楽しみ願えれば幸いである。

（2005年2月17日受付）

やまかわ あさお
山川 昭夫 1988年、金沢大学大学院工学研究科土木工学専攻修了。同年、東海旅客鉄道（株）入社。建設工事部土木工事課、東海鉄道事業本部工務部保線課、建設工事部管理課。総合企画本部中央新幹線計画部、総合技術本部リニア開発本部を経て、現在に至る。

5章 図5 映像ソフト例