

S9-1-4.

情報技術を利用した鉄道サービス

[電] ○荻野 隆彦 (鉄道総合技術研究所)

IT based New Generation Railway Services  
Takahiko Ogino, Member (Railway Technical Research Institute)

CyberRail is an IT based infrastructure or system concept on which a new generation of railway services are founded. One of the achievements of CyberRail is that it has proposed the fabric of the transport, which is so simple and strong that we cannot miss the future direction of the revolution towards an intermodal transport system. The second one is the creation of a tailor-made travel assistant model, that is, itinerary-based, situation-sensitive traveller information services. Considering the fast development of ubiquitous computing technology, functions of CyberRail will become more and more realistic. We have proposed system architecture and some of the service-oriented system packages, which are often referred to as "market packages." In addition, we have developed an experimental implementation of traveller support features of CyberRail. Using this system, passengers get train transfer guidance according to their enquiry through mobile phone. Once the passengers started travel, the system continues to give information during the travel when they arrived at particular transfer points as if the passengers have assistants with them.

キーワード: サイバーレール, インターモーダル輸送, ユビキタス環境, 旅行アシスタント, テーラーメイド旅行  
Keywords: CyberRail, Intermodal transport, Ubiquitous computing, Travel assistant, Tailor-made travel

1. はじめに

情報が移動を促進するということは、もはや証明された事実といっても良いと思われる。インターネットが張り巡らされ、ブロードバンドが導入され、世界中で必要十分な情報が供給されているにもかかわらず、会合や会議の数はますます増加している。この表現は誇張であるとしても、逆は少なくとも確かであろう。情報を知らない限り、誰も行ってみるとか、会ってみるということを考えることが出来ない。匂いや味まで伝送できればこの傾向は変わるかもしれないが、当面は「情報が移動を促進する」法則は、経験則として有効でありつづけるであろう。

大雑把に言って、輸送モードには、鉄道、航空機、自動車という3つがある。それぞれのモードは、他の輸送モードでは簡単に補えない利点と欠点を持っている。航空機は高速な旅行を提供するが、運賃が高く、統計的には証明されていないが安全性に不安が残る。勿論、この輸送モードを使用しないと、大陸間の移動は大変不便なものとなる。

自動車は、簡便な輸送手段である。明らかに、自宅やオフィスから駅や空港に行くには自動車の手助けが必要である。一方、安全性、移動時間、環境問題は自動車の大きな欠点である。このモードのライバルが鉄道といえる。鉄道は、安価、安全で快速な旅行を提供する。鉄道の欠点の一つは、自動車の持つ旅行に関する柔軟性の無さである。

柔軟性の無さは、鉄道や航空機など公共交通機関の共通の特徴である。これは、制限されたリソースを有効に利用するために必然的なものであった。航空機による旅行は、通常、海外旅行のような長距離、長時間であり、税関等のフォーマルな手続きもあり、代替手段もないことから、その柔軟性の無さは許容出来るものと考えられている。

鉄道旅客は、日常の移動が主なものであるから、その柔軟性の無さには飽き飽きしているものと考えられる。もし、新幹線、TGV、ICE、等々の高速列車が無かったら、通勤輸送や貨物輸送以外の鉄道輸送は今日の繁栄を迎えていないだろう。米国の状況を見ると、この観察があながち間違いでないと思われる。

2. 乗換のないインターモーダル輸送

各輸送モードがそれぞれの利点を持っているので、円滑で安全な輸送を実現するために、旅行の途中で輸送モードを乗り換えることが考えられる。しかしながら、この乗換が旅行者にとってもっとも嫌われる。従って、1つのハードウェアで、交通ネットワーク内の複数交通モードを利用可能な「乗物」の開発の試みは、古くから行われている。例えば、航空と船舶では飛行艇および水上飛行機、道路と鉄道では無軌道電車、鉄道と船舶では連絡船などである。

ところが、これらが交通ネットワーク内で主流な交通モードになり得なかった。これは、有史以来長年にわたりそれぞれの交通モードがそれぞれの特性の中でハード技術を発達させて来たためであり、現状における主流の交通モー

ドの中にハード的に相互に相容れない基本的な技術的要素の素地が出来上がっているためであると考えられる。

これが本質的な制約になりつづけるか否かは不明であるが、主流となる交通モードとしてのハード的なインターモーダル技術的な発想は、現状では実現に無理があると考えた方が妥当である。従って、ハード技術によるインターモーダル構想は、当面副次的な交通モードの技術であろう。

### 3. 単一輸送モードの改良

交通手段は輸送モードの弱点を増強する方法で変革を遂げてきた。

鉄道は、車両中心のシステムとして始まったが、スピード、安全性、効率を高めるため、線路沿いに多くの機器を配置するという地上設備中心型に移行してきた。鉄道が、現在の速度や安全性を得るまでに、多くの投資と時間がかかっている。鉄道においてこのようなことが可能であった理由の一つは、線路の上を走るという制約のため、他の輸送モードに比べて、測定や制御が比較的容易であるという事実に基づくと考えられる。

自動車の変革も同様であると考えられる。ITS（高度道路交通システム）によると、安全性や効率を高めるため、より多くの機器や設備を路側に配置することが必要となる。特に、自動運転や、その補助的な機能を実現しようとする、多くの投資が必要となる。その理由は、その設備の必要なエリアの広さにある。家庭やオフィスなどの玄関が、通常旅行の出発点となり、これが主要道路に通じている。この幹線道路は、グラフで言うエッジを成し、国規模、もしくは大陸規模の道路輸送ネットワークを構成する。このため、道路輸送は、日常の人間生活とは区別出来ない。これこそ、道路交通がより危険要素を含み、また、鉄道より便利な手段を提供している理由である。

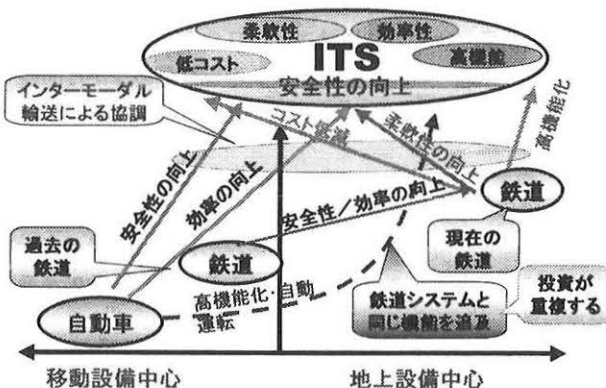


図1 輸送システムの変革

自動車輸送に対しても新たな投資は、新しいより安全な輸送手段を生み出すかもしれないが、測定や制御が複雑であるため、鉄道がこれまで使ってきた以上の時間や、費用を要するものと考えられる。従って、我々は、この研究の方向は、交通分野に於ける不必要な重複であると宣言する。

現実問題として、鉄道自体も、コストを下げ、効率を高めるために、磁気浮上式鉄道など高度の機能性を要求される鉄道以外では、地上設備を簡易化する方向に進む必要がある。従って、この時期に二つの輸送モードが協調してインターモーダル輸送を実現することは賢明であると考えられる。図1参照。

### 4. 情報中心のインターオペラビリティ

非常に重要なことであるが、道路交通、鉄道交通においてともすれば忘れられがちなのが、旅行（移動）するのは、人間であるということである。我々が輸送のことを考えるとき、運ぶべき人間ではなく、運ぶ手段である自動車や列車をまず思い浮かべてしまう。安全は大前提として、乗車中に快適に過ごしてもらうようにするかは非常に重要であるが、どうしても優先度が低くなっていた。輸送システムを再構築する場合には、人間からスタートすることを考えるべきである。それに加えて、旅行中に危険な状況から旅客を守ったり、その様な状況を緩和させたりする必要がある。サイバーレールはその様な相容れない要求事項を満足させるための代案の一つである。

インターモーダル輸送の目的は、対等な輸送モードを用いて、効率的で快適な輸送を実現することである。サイバーレール研究プロジェクトは、輸送の効率性と快適性を向上させるためのソフトウェアをもととするインターモーダル輸送概念の実現である。インターモーダル技術が目指すことは、交通ネットワーク内の交通モード相互の効率的な利用であるが、当面ハード的な発想で交通ネットワークの主流となるインターモーダル技術を実現し難いと思えば、ソフト的な発想によるインターモーダル技術としてのサイバーレールは、情報技術を利用した鉄道サービスを考えるための重要な研究分野の一つになると考えられる。

しかし、ソフトウェアを利用してインターモーダル輸送を支援する方法には、色々なオプションが考えられる。従って、さまざまな地域や、事業者やメーカーは、それぞれ、人々の移動に伴う経済活動の利益享受の競争のため、独自のシステムを構築し、人々に情報を提供して、人々の移動を独自の利益のために囲い込もうとするに違いない。

このような方法がとられた場合、利用者のインターオペラビリティ（即ち、ひとつの機器、手段ですべての輸送モード、システムが利用可能であること）から見ると、別のバリアが発生することになり、グローバルに統一されたシステムが提供されるまで、別の不便さを強要させられるという問題が発生することになる。

このような状況で、利用者のインターオペラビリティを確保するためには、地域や事業者の特色を出し、競争原理にも反しない総合システムを構築するために、乱立が予想される多様なシステム間のルーズな結合と、オープン性がますます必要になってくる。予想される多様なハードウェアを融合し、ソフトウェア的に新しい社会に対応するためには、ソフトウェアによるインターオペラビリティの技術

を発展させることが、ますます重要になると思われる。

## 5. 乗客案内と何か異なるのか

鉄道輸送の従来の方法は次の行為から成ると考えられる：

- 潜在的な旅行デマンドにほぼ合致する、実際に運行されている列車に乗客が乗車する行為；
- 乗客の旅行デマンドは「現在設定されている列車運行に合致している」との前提のもと、計画に忠実に列車を運行させる鉄道事業者による行為；

サイバーレールが情報提供や誘導システムと根本的に異なる理由は、極論すれば、サイバーレールは、案内というユーザインターフェースを用いて、顧客の旅行デマンドを吸い上げ、それに合わせて、列車の新設や、車両の増設など新しく輸送力を作成する事まで目的にしていることである。また、乗客に情報を与えることによって、鉄道システム内の人の動きとしての輸送の流れを最適にする事も含まれている。

この新しい制御方法では、事故がない正常乗客フローや、事故時の異常乗客フローと言う概念は、存在するが、運行指令の制御の観点からは、正常、異常の区別はない。どの様な場合でも「輸送デマンドを最適に解決するための運行指令を行う」という考え方があるだけである。これは、乗客にのみ便利な機能だけでなく、輸送効率を最大にすることが可能であるという意味で、鉄道事業者にとっても有益である。

乗客と鉄道事業者との双方向通信は、サイバーレールにおいて根源的な部分である。実オブジェクトとサイバーオブジェクト間の双方向通信を利用し、実オブジェクトの実空間における移動をサイバー空間で追跡し、実空間の移動をサイバー空間で把握可能になれば、それによって、サイバーレールシステムにおける、仮想の添乗員の機能を始め、サイバー空間内での複数のプロバイダによる情報処理・制御が可能となり、様々な鉄道事業の発展や、新しいビジネス開発の可能性が生じることとなる。

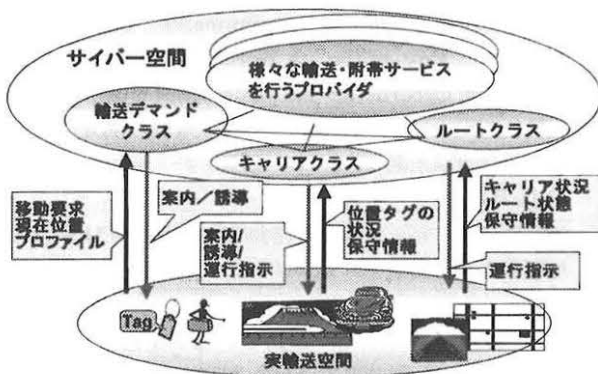


図2 サイバーレールの概念モデル

このようなシステムが実現した場合、現在鉄道の駅で行っている営業に関する業務は、実質的に、すべてサイバー

レールシステム内の仮想の添乗員が行えることとなる。サイバーレールシステムが稼動した後の駅の機能は、列車の運転、交通モード間の物理的な乗換え、電子商取引の行われるサイバー空間と旅行という実空間の接点におけるサービス機能が中心となる。このことは本質的かつ、象徴的に鉄道のビジネスモデルの転換を誘導することとなる。

## 6. サイバーレールの本質

前述のように、サイバーレールの研究は、本来は鉄道輸送を主体とした我国全体の交通に係る情報基盤の研究を指向しているものである。サイバーレールという言葉は、ある場合は、情報基盤そのものを、ある場合は、その情報基盤上で働くアプリケーションモデルとして、わざと曖昧に使用されてきた。特に、今まではその応用的成果であるインターモーダル輸送や、乗客に対する情報提供サービスを全面に出した説明をしてきた。これは二つの結果を生み出している。良い方は、サイバーレールがそのお陰で人口に膾炙されるようになったことであり、悪い方は、サイバーレールが乗客サービス提供システムであると捕らえられてしまった事である。

しかし、その本質は、図2の様に実交通を、旅行デマンド、キャリア、およびルートオブジェクトを持つサイバーレール空間に置き換え、この空間上で、図3の左に示されるように、乗客を含む鉄道システム運営の計画-実行-観察 (plan-do-see ; ISO9000 流では、Plan-Do-Check-Act) サイクルをマネージすることを基本にした鉄道システムの情報処理基盤の研究である。

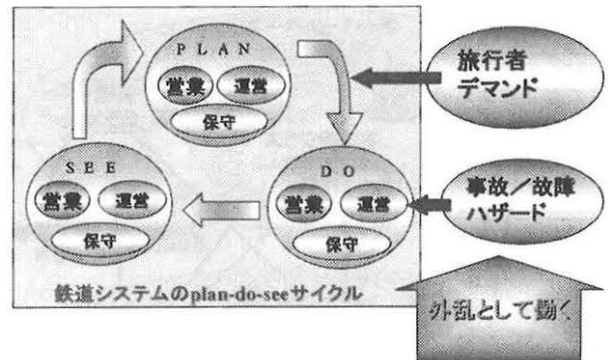


図3 鉄道のPDSサイクルと外乱

前に述べたように、鉄道輸送は、次の2点から成り立っている：

- 乗客および貨物が、それらが持っている潜在的な輸送要求をほぼ満足させる（実際に運行されている）列車を利用する行為
- 鉄道事業者は、（乗客および貨物個々の輸送要求が不明のため）選択された列車運行が顧客の要求であると仮定し、それを計画通り運行させることと、列車運行が円滑に行くために鉄道関連設備、施設を維持管理する行為

一方、旅客も旅行を行う場合には、独自の plan-do-see サイクルを持っていると考えられる。このサイクルから生まれる需要は必ずしも、過去の統計データに一致せず、従って、事故や故障のみならず、過去のデータに基づく計画外の需要変動も、鉄道システムからすると外乱となっている。

従って、需要の把握はこれまでも重要な問題であり、需要予測/調査としてこれまでも検討がされてきたが、移動中、各時点での旅客の需要をつかむ手段がなかったため、基本的には、統計に基づく確率的な推定しかできなかった。また、旅行の広告などで新たな旅客流動を生むことは可能であるが、実時間で旅客の行き先等を管理することは全く想定外であった。

サイバーレールが単に案内システムにとどまらない理由は、極論すれば、利用客の輸送デマンドに基づいて、それを満たす輸送を創造し、それを案内するということが最終目標としている点である。この機能は、旅客が便利であると言うだけでなく、事業者側も輸送力を効率的に提供出来るという利点があり、輸送ビジネスの理想の一つであろう。

その結果、今までの発想とは異なる「顧客の需要を把握するために案内を行い、その需要に従って列車を運行させる。また、乗客および貨物の需要を、個別に案内することで調整し、鉄道事業者としてもっとも効率的な運行を実現し、顧客満足度を高めながら、安全レベルを維持し、運行コストを下げる」新しい鉄道運営モデルが可能であるとの検討結果を得たため、その基となる情報処理基盤の研究がサイバーレールに関する研究である。

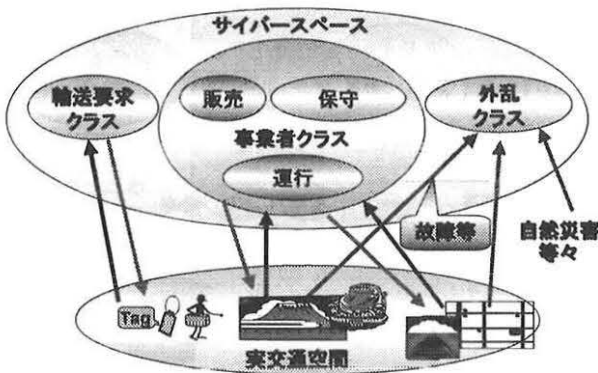


図4 サイバーレールモデルの異なる視点

図4は、鉄道輸送に関するすべての情報を、タグ、ルート、およびコンテナをオブジェクトとするサイバー空間で処理するとともに、すべてのクラスが、あまり良い言い方ではないが、鉄道事業者が把握可能となるメカニズムが示されている。

各鉄道事業者の経営方針や、顧客対応の方針は、情報基盤であるサイバーレールシステムにおける外部パラメータであり、総研におけるサイバーレールの研究は、我国全体の交通に係る情報基盤・標準のあるべき姿の研究であり、それは、鉄道事業者各社が、それぞれの経営方針、経営事

情に基づいて独自に乗客・貨物の輸送に対するサービスを構築していく土台が、将来どのようなようになるかについて、先取りしていく研究である。

## 7. 結論

サイバーレール研究は、具体的な乗客に対する情報提供のモデルの試用実験と、システムアーキテクチャの完成を持ってその第一フェーズを終えた。今から5年前にサイバーレールを提案した当時と比較すると、日本全体がユビキタス社会の到来を確信し、サイバーレールが予想していたシステムが、鉄道事業者の経営方針に従って、具体的に個々に移動し始めている。これらはいずれ、日本全体に普及すると同時に、サイバーレールが予想してきた、その共通化の課題が現実のものとなるであろう。また、交通全体から見ると、サイバーレールが予想しているITSとの連携など、鉄道事業者と他の交通システムとの連携の必要性も、現実のものとなって来ることが考えられる。サイバーレールの研究の第1フェーズは、これら将来の発展において、その上に、各鉄道事業者が実りあるシステムを構築するための小さな一歩に過ぎない。今後とも、鉄道総研での基礎技術の研究と鉄道事業者、関連メーカ等との連携によって一歩ずつ完成してゆくと思われる。

## 参考文献

1. 荻野, "サイバーレールーインターモーダル時代のITインフラを求めてー," JREA, Vol.45. No.1(2002)
2. TSUCHIYA, R, GOTO, K., MATSUOKA, A., OGINO, T, "CyberRail and its significance in the coming ubiquitous society," Proc. of the World Congress on Railway Research 2003(Sept., 2003)
3. 渡邊他, "Bluetooth を用いたパーソナルナビゲーション," 第4回情報処理学会ITS研究会(2001年3月)
4. TSUCHIYA, R, GOTO, K., MATSUOKA, A., OGINO, T, "Deriving interoperable traveler support system specification through requirements engineering process," Proc. of the 7th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (July, 2003)
5. 土屋他, "個別的旅客案内サービスとサイバーレール," 第4回情報処理学会情報家電コンピューティング研究グループ発表会(2002年11月)
6. 松岡他, "サイバーレール研究会活動報告," 第11回情報処理学会高度交通システム(ITS)研究会(2002年11月)
7. 松岡他, "サイバーレールと新しい旅客案内サービス," 電気学会 交通・電気鉄道研究会 TER-03-22 (2003年6月)
8. 中尾他, "モバイル端末を利用した鉄道デジタルチケットの開発," 第6回情報処理学会ITS研究会(2001年9月)
9. 土屋他, "利用者の移動行程と位置に基づく情報配信システム" 第16回情報処理学会ITS研究会(2004年3月)