

# 営業サービスの革新をもたらした座席予約システム

A seat reservation system that has revolutionized sales services

ジェイアール総研情報システム 後藤浩一

信号・情報技術研究部 川崎邦弘

Koighi Goto, JR Soken Information System

Kunihiro Kawasaki, RTRI Signal and Information Technology dev.

JR グループの座席予約システム MARS (マルス) は、係員が手作業で行っていた指定席券の予約販売業務を自動化するために開発されたシステムです。初号機が 1960 年に開発されて以来、半世紀にわたって進化を続け、現在は約 1 万台の端末から乗車券・指定券をはじめとする多彩な旅行商品を予約・販売できるシステムとなっています。ここでは、初号機の開発から旧日本国有鉄道 (旧国鉄) の分割民営化を経て現在にいたるまでの、座席予約システム MARS の開発過程と研究所の関わりなどを紹介します。

The JR Group's seat reservation system MARS is a system developed to automate the reserved-seat ticket reservation and sales work that was manually performed by the staff. Since the first machine was developed in 1960, it has continued to evolve for half a century, and now it is a system that can reserve and sell various travel products such as tickets and reserved tickets from about 10,000 terminals. Here, we will introduce the development process of the seat reservation system MARS and the relationship between the research institute, from the development of the first unit to the present through the division and privatization of the former Japanese National Railways (former Japanese National Railways).

## はじめに

鉄道をはじめとする交通機関では運行サービスごとに利用可能な定員が存在し、着席サービスの場合は座席単位の管理が必要となります。座席予約システムはその名のとおりに、希望する利用者のために座席を予約するためのシステムです。

コンピューターシステムが導入される前にも座席予約の手続きは存在し、それは台帳と電話による通信を用いた係員の手作業で行われていました。図 1 はそのような時代の旧国鉄での風景です。中央のターンテーブル上に置かれた各列車の座席予約状況を記載した台帳の回りに係員が座り、駅からの問合せに応じて台帳の記載事項を変更する仕組みでした。

運行路線が拡大し、指定席をもつ列車の数も増えていくにしたがい、前述のような手書きの台帳方式では対応できなくなるのは明らかでした。その効率化のためにコンピューター技術の発展とともに座席予約システムが開発・実用化されました。

## Introduction

In transportation such as railroads, there is a capacity that can be used for each operation service, and in the case of seating service, it is necessary to manage each seat. As the name implies, the seat reservation system is a system for reserving seats for the desired user.

Even before the introduction of the computer system, there was a seat reservation procedure, which was done manually by the staff using the ledger and telephone communication. Figure 1 shows the scenery of the old Japanese National Railways in such an era. Describe the seat reservation status of each train placed on the central turntable

A staff member sat around the ledger and changed the items in the ledger in response to inquiries from the station.

As the number of trains with reserved seats increased as the number of trains operated increased, it was clear that the above-mentioned handwritten ledger system could not be used. A seat reservation system has been developed and put into practical use along with the development of computer technology to improve its efficiency.

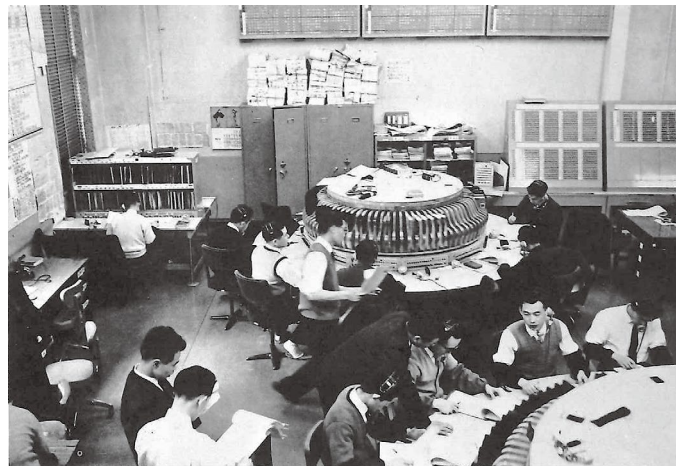


図1 手作業による座席予約（出典：国鉄百年史写真版）

Figure 1 Manual seat reservation (Source: JNR 100-year history photo version)

## 座席予約システム

現在では、JR グループの駅ではみどりの窓口とよばれる販売カウンターでこのような予約処理を行っています。また係員の操作ではなく、利用者が自分で駅の端末の操作を行って指定席券の購入を行ったり、インターネット経由で座席を予約したりすることもできるようになりました。このような機能を実現している座席予約システムはマルスとよばれています。アルファベットでは MARS と書き、Multi-Access Reservations System の意味ですが、開発当初は Magnetic electronic Automatic Reservation System だったとのことです。

最初に実用に供されたシステムは 1960 年に稼働した旧国鉄のマルス 1 ですが、旧国鉄だけでなく同時期に近畿日本鉄道も独自のシステムを開発しており、その他指定席をもつ列車を運行する小田急電鉄、西武鉄道、東武鉄道、京成電鉄、南海電気鉄道などもシステムをもっています。

### Seat reservation system

Currently, at JR Group stations, such reservations are processed at the sales counter called the Midori no Madoguchi. In addition, instead of operating the staff, users can now operate the terminal of the station to purchase reserved seat tickets or reserve seats via the Internet. The seat reservation system that realizes such a function is called Mars. In the alphabet, it is written as MARS, which means Multi-Access Reservations System, but at the beginning of development, it was a Magnetic electronic Automatic Reservation System.

The first system put into practical use was Mars 1 of the former JNR, which started operation in 1960, but not only the former JNR but also Kinki Nippon Railway developed its own system at the same time, and other trains with reserved seats were developed. Odakyu Electric Railway, Seibu Railway, Tobu Railway, Keisei Electric Railway, Nankai Electric Railway, etc. that operate also have systems.

### 鉄道技術研究所の活動

マルス実現のための研究開発を推進したのは旧国鉄本社付属の研究機関であった鉄道技術研究所（鉄道技研）、現在の鉄道総合技術研究所です。その研究開発を主導した主要人物として二人の先達がおられます。お一人は東京大学教授になられた穂坂衛先生<sup>1)</sup>。もう一人は京都大学教授になられた大野豊先生<sup>2)</sup>です。

座席予約システム研究を始められた穂坂先生が当時の思い出を書かれた情報処理学会誌の記事<sup>3)</sup>によれば、鉄道技研で初め車両運動の研究に従事されていましたが、1952年にフルブライト留学生となって渡米され、そこで情報と制御を研究分野として選択されたとのこと。帰国後にコンピューターの勉強会を催し、旧国鉄本社の通信課との交流も進められました。ある日の上野発の列車の中で座席と乗客の様子を見ているときに、コンピューターで効率的な座席指定と空席探索の方法を思いついたと書かれています。その後本格的に研究を進められ、1957年には研究に使うツールとして、研究所の上司に掛け合って米国の小型コンピューターBendix G 15というマシンが導入されました（図2）。

#### Activities of Railway Technical Research Institute

The research and development for the realization of Marus was promoted by the Railway Technical Research Institute (Railway Technical Research Institute), which was a research institute attached to the former JNR headquarters, and the current Railway Technical Research Institute. There are two pioneers as the main figures who led the research and development. One is Mamoru Hosaka, who became a professor at the University of Tokyo 1). The other is Professor Yutaka Ohno, who became a professor at Kyoto University 2).

According to Article 3) of the Information Processing Society of Japan, where Professor Hosaka, who started research on seat reservation systems, wrote his memories at that time, he was initially engaged in research on vehicle motion at the Railway Giken, but in 1952 he was fully engaged in research on vehicle motion. He went to the United States as a bright international student, where he chose information and control as his research field. After returning to Japan, we held a computer study session and promoted exchanges with the communication section of the former Japanese National Railways headquarters. It is written that while he was watching seats and passengers on a train departing from Ueno one day, he came up with an efficient method of seat selection and vacancy search on a computer. After that, research proceeded in earnest, and in 1957, a machine called the Bendix G 15 small computer in the United States was introduced as a tool to be used for research by consulting with the boss of the laboratory (Fig. 2).

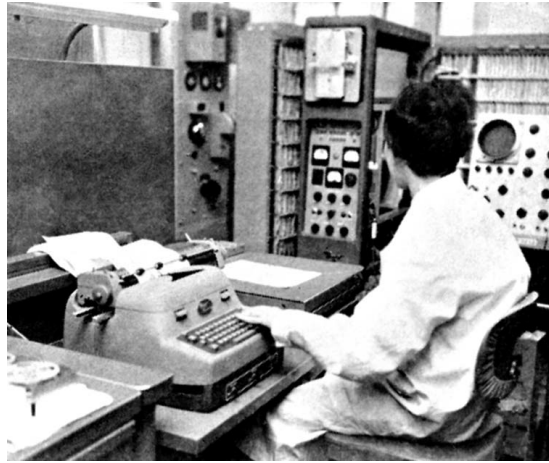


図2 Bendix G-15 D

Figure 2 Bendix G-15 D

その後研究グループに大野豊先生も中心メンバーとして加わり、旧国鉄本社の開発推進の意思決定も受けてハードウェア開発公募に応じた日立製作所との連携により1960年1月に12台の端末をもつマルス1が実用に供されました。マルス1は現在鉄道博物館に保存されています(図3)。その後、両先生は大規模オンラインリアルタイムシステムの先達として日本の情報技術の発展に貢献されました。

After that, Professor Yutaka Ohno joined the research group as a core member, and in January 1960, Mars with 12 terminals in collaboration with Hitachi, Ltd., which responded to the open call for hardware development in response to the decision to promote the development of the former JNR headquarters. Mars 1 was put into practical use. Mars 1 is currently preserved in the Railway Museum (Fig. 3). After that, both teachers contributed to the development of Japanese information technology as pioneers of large-scale online real-time systems.



図3 鉄道博物館に展示されているマルス1

(撮影協力：鉄道博物館)

Figure 3 Mars 1 on display at the Railway Museum

(Photographing cooperation: Railway Museum)

## 実用システムの発展

鉄道技研が主体となって開発したマルス 1 に発券機能はありませんでしたが、その営業試験の好結果からシステムによる自動化の有効性が認識され、本格的実用システムとしてマルス 101 が開発され、1964 年 2 月から稼働しました。マルス 101 は国立科学博物館に展示されています (図 4)。しかし、その後開業した東海道新幹線の座席はマルス 101 の取扱い対象ではなく、翌年 1965 年 9 月に稼働したマルス 102 から新幹線の座席も対象となりました。さらに 103 (1968 年 9 月)、201 (1969 年 6 月、団体・グループが対象)、104 (1970 年 1 月) が 103 と並行稼働し、この時点で全指定席が対象となりました。

### Development of practical system

Mars 1 developed mainly by Railway Technical Research Institute did not have a ticketing function, but the effectiveness of automation by the system was recognized from the good results of its sales test, and Mars 101 was developed as a full-scale practical system in 1964. It started operation in February. Mars 101 is on display at the National Museum of Nature and Science (Fig. 4). However, the seats on the Tokaido Shinkansen, which opened after that, were not covered by Mars 101, and the seats on the Shinkansen from Mars 102, which went into operation in September 1965 the following year, were also covered. Furthermore, 103 (September 1968), 201 (June 1969, targeting groups / groups) and 104 (January 1970) operated in parallel with 103, and at this point all reserved seats were targeted.



図 4 国立科学博物館に展示されているマルス 101  
(撮影協力：国立科学博物館)

Figure 4 Mars 101 on display at the National Museum of Nature and Science  
(Photographing cooperation: National Museum of Nature and Science)

多数の指定券や複雑な乗車券の発券要求を効率的に販売するためのみどりの窓口が開設されたのは 1965 年 10 月です。図 5 に初期のみどりの窓口の様子を、図 6 に端末操作する係員の様子を示します。

In October 1965, the Midori no Madoguchi was opened to efficiently sell a large number of reserved-seat tickets and complicated ticket issuance requests. Figure 5 shows the initial ticket office, and Figure 6 shows the staff operating the terminal.



図5 初期のみどりの窓口 (出典：国鉄百年史写真版)

Figure 5 Early Midori no Madoguchi (Source: Photograph version of the 100th Anniversary of the National Railways)



図6 端末を操作する係員

Figure 6 Personnel operating the terminal

このようにマルスはその性能と機能を向上していきましたが、小刻みにシステムを開発していったための問題もあり、機能や構成を改めて見直したマルス 105 (図 7) が 1972 年 9 月に稼働し、単なる座席予約システムではなく、旅客鉄道事業の全般を幅広く支援する旅客販売総合システムとしての位置づけが明確となり現在につながっています。マルス 105 では端末も N 型とよばれる新しいものが導入されて、ノートをめくるように動かす金属のページにピンを差し込んで駅や列車の指定を行い、切符の印刷も汎用的なタイプライター型となりました。時がたつにつれコンピューターの性能も向上し、現在ではこのような専用の機械ではなく一般的なコンピューターが使われるようになっていきます。マルス 105 の開発プロジェクトは大規模なもので、鉄道総研の尾関雅則初代理事長はプロジェクトリーダーとして推進役を務めました。

In this way, Marus improved its performance and functions, but due to problems due to the development of the system in small steps, Marus 105 (Fig. 7), which reviewed the functions and configurations again, was released in September 1972. It is now in operation and has been clearly positioned as a comprehensive passenger sales system that supports a wide range of passenger railway businesses, not just a seat reservation system. In Marus 105, a new

terminal called N type was introduced, and a pin was inserted into a metal page that moves like turning a notebook to specify a station or train, and ticket printing became a general-purpose typewriter type. I did. Over time, the performance of computers has improved, and nowadays, general computers are used instead of such dedicated machines. The development project for Mars 105 is a large-scale project, and Masanori Ozeki, the first deputy director of the Railway Technical Research Institute, acted as the project leader.

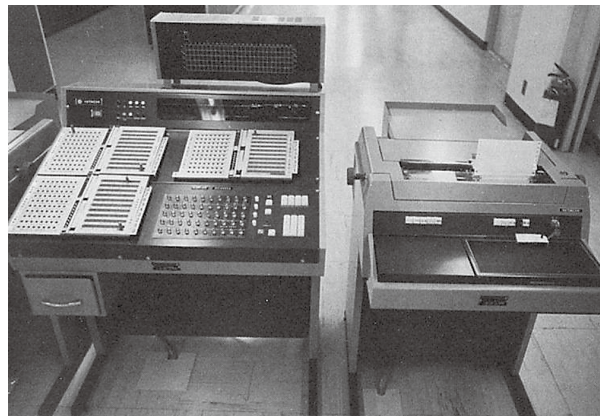
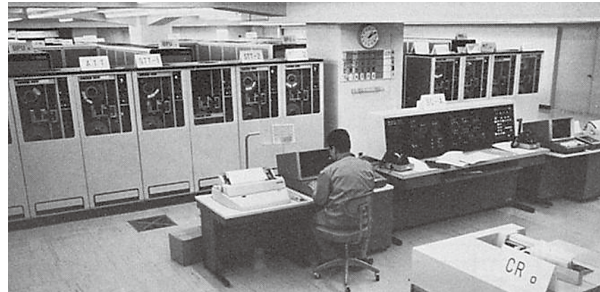


図7 マルス105 (出典：マルス一〇五総合報告書)  
Figure 7 Mars 105 (Source: Mars 105 Comprehensive Report)

これらのシステムの開発には旧国鉄の工事組織であった東京第二電気工事局、のちの東京システム開発工事局がその任にあたり、旧国鉄最後のマルスとして1985年にマルス301が稼動しました。実用システムの開発はこのように工事局が主体となって進められましたが、システムの新機能や新技術の導入などには鉄道技研が継続的に支援を行い、研究者が一時的に本社の情報システム部や工事局の職員として働くこともありました。また新しい機能や端末の開発においては、本社から鉄道技研への技術課題が出され研究開発や試作が行われ、その成果をもとに実用化されていきました。

1987年の旧国鉄の民営分割によるJRへの移行時には、マルスその他の全国にわたる情報通信システムを引き継いでサービスを行う鉄道情報システム株式会社(JRシステム)が設立され、以後はJRシステムが旅客鉄道各社の要望を受けて新しいマルスの開発・運用を行い、1993年にはマルス305が2004年にはマルス501が稼動しています。マルス501の取扱い券種には、指定券、自由席券、乗車券、定期券、特別企画乗車、レンタカー券、イベント券などがあり、約100万座席を管理・販売しています。各券種の大きさは自動改札機で使用可能なようにほとんどの券片が横幅85mmの磁気化券に統一されました。

The Tokyo National Railways' second electrical construction bureau, which was the former JNR's construction

organization, and later the Tokyo System Development and Construction Bureau were in charge of the development of these systems, and the Mars 301 was put into operation in 1985 as the last Mars of the former JNR. In this way, the construction bureau took the lead in developing the practical system, but the Railway Giken continued to support the introduction of new system functions and new technologies, and the researchers temporarily headquartered. I also worked as a staff member of the Information Systems Department and the Construction Bureau of. In the development of new functions and terminals, technical issues were raised from the head office to the Railway Technical Research Institute, research and development and trial production were carried out, and the results were put into practical use.

At the time of the transition to JR due to the private division of the former Japanese National Railways in 1987, Railway Information Systems Co., Ltd. (JR System) was established to take over Mars and other information communication systems nationwide, and since then, JR Systems have been used by passenger railway companies. In response to the request of Mars, we developed and operated a new Mars, and Mars 305 was in operation in 1993 and Mars 501 was in operation in 2004. Mars 501 handles reserved tickets, non-reserved seat tickets, tickets, commuter passes, specially planned rides, rental car tickets, event tickets, etc., and manages and sells approximately 1 million seats. The size of each ticket type has been unified to a magnetized ticket with a width of 85 mm so that it can be used with automatic ticket gates.

## 社会インフラとしてのマルス

マルスは現在では一つの社会インフラとして位置づけられます。列車の本数や販売座席量には年間の需要変動のために季節変動がありますし、列車運行の1か月前に販売が開始されるため、最繁忙時期の販売開始時間である10時には膨大な数の要求が全国の端末から送信されます。大量の処理を高速で実現するため、各端末における処理の高速化、ネットワークの通信時間の短縮、中央システムにおける高性能CPUの採用など、その時点での最新技術が適用されています。その結果、システムは約250件/秒の処理要求に耐えられる性能があり、各端末への応答時間も約6秒程度となるよう設計されています。

端末装置についても専用回線を介して、最寄りのアクセスポイントに接続され、JRネットとよばれる全国規模のネットワークであるIP通信サービスを利用して、ホストコンピューターとの間で高速高信頼度の通信を行っています。マルスに接続されている端末としては、係員操作端末、顧客操作型端末以外にも、リアルタイムの空席を表示する端末などがあります。またJR各社はインターネットなどを介した携帯端末やPCからの予約も提供しており、共通的なサービスとしてJRサイバーステーションによるインターネット空席照会サービスもあります。

このように大量の情報を管理し販売を行っているため、何らかの障害が発生してシステムが停止することがあれば、社会への影響も大きくニュースにも取り上げられます。システムの安定稼働を実現するために、システム構成上さまざまな信頼性確保の対策が採られており、99.999%の稼働率を維持しています。信頼性向上のための技術としては、負荷分散のためのロードシェア構成（処理を複数のCPUに分散し、1台が故障しても処理を継続する）やホットスタンバイ構成（常に待機しているCPUを用意しておき、稼働中のCPUが故障しても短時間で待機していたCPUに処理が移行する）などがあります。

Mars as a social infrastructure



Mars is now positioned as a social infrastructure. The number of trains and the number of seats sold have seasonal fluctuations due to annual fluctuations in demand, and sales start one month before train operation, so it is enormous at 10 o'clock, which is the busiest season. Number requests are sent from terminals nationwide. In order to realize a large amount of processing at high speed, the latest technologies at that time are applied, such as speeding up processing at each terminal, shortening network communication time, and adopting a high-performance CPU in the central system. As a result, the system is designed to withstand processing requests of about 250 cases / second, and the response time to each terminal is about 6 seconds.

The terminal device is also connected to the nearest access point via a dedicated line, and high-speed and highly reliable communication is performed with the host computer using the IP communication service, which is a nationwide network called JR Net. going. Terminals connected to Mars include not only staff-operated terminals and customer-operated terminals, but also terminals that display real-time vacant seats. JR companies also offer reservations from mobile terminals and PCs via the Internet, and as a common service, there is also an Internet vacancy inquiry service using the JR Cyber Station.

Because we manage and sell a large amount of information in this way, if some kind of failure occurs and the system stops, it will have a great impact on society and will be covered in the news. In order to realize stable system operation, various measures to ensure reliability have been taken in the system configuration, and the operating rate of 99.999% is maintained. Techniques for improving reliability include a load-sharing configuration for load balancing (processing is distributed to multiple CPUs and processing continues even if one fails) or a hot standby configuration (always on standby). A CPU is prepared, and even if a running CPU fails, processing will be transferred to the CPU that has been waiting for a short time).

## 営業サービス革新への貢献

座席予約システムは、営業サービスに以下のような革新をもたらしました。

### (1) 迅速で大量の座席の管理

新幹線の開業など新規の路線、列車の拡充が続く時代に手作業での座席予約では不可能なことは明らかでした。高度な処理システムによって大量の座席を管理し、また係員操作の窓口端末や顧客操作端末によって手際よく販売できることによって、管理の不安なくサービスとしての座席の数や種類の拡大ができること、営業戦略における技術的な制約がなくなることは、当たり前といえれば当たりのことですが、非常に重要なことです。

### (2) 信頼性の高さ

手作業で座席の管理を行っていたときは二重販売などの誤りも珍しくなかったようですが、今は非常にまれなことです。社会インフラとしての役割をもっている座席予約システムは停止することが許されないシステムです。どんなに高度なことを行っても障害が多発すれば混乱を招いてしまいますが、そのようなことがまれであることは重要なことです。

### (3) 旅行に関わるほかの商品の販売

利用者にとって鉄道は一つの交通機関であり、それだけで旅行が完結することの方が少ないと思われます。利用者に対し鉄道の窓口だけで旅行に必要な種々のチケットが便利に購入できるよう、マルスは他社のシステム（レンタカー会社、大手旅行会社、クレジットカード会社など）と

接続されています。このことから、今ではマルスは単なる座席予約システムではなく、旅客販売総合システムとよばれるのです。

#### (4) 販売座席の分析・管理

座席の販売実績はすべてデータとしてシステムに保存されるため、発売開始からどのような傾向で指定席が購入されていくのか、よく売れる列車とそうでない列車の違いはどこにあるのか、全体として販売額を増やすにはどうするのか、最近の言葉で言えばビッグデータとしての価値のある情報源となっています。これらの分析を各旅客鉄道会社が実施できるように、予約・販売された座席がどのような推移で販売されてきているのか実績データは各社に提供され列車設定などの営業施策に反映されています。自由席と指定席の柔軟な取り扱いなどさまざまな施策の検討にも流用できる可能性があります。

#### Contribution to sales service innovation

The seat reservation system has brought about the following innovations in sales services.

##### (1) Quick and large number of seat management

It was clear that it was impossible to reserve seats manually in an era when new routes and trains continued to be expanded, such as the opening of the Shinkansen. By managing a large number of seats with an advanced processing system and being able to sell efficiently with a staff-operated window terminal or customer-operated terminal, it is possible to expand the number and types of seats as a service without worrying about management, and technology in sales strategy. It is natural, but very important, to remove the restrictions.

##### (2) High reliability

It seems that mistakes such as double sales were not uncommon when seats were managed manually, but now it is extremely rare. The seat reservation system, which has a role as social infrastructure, is a system that cannot be stopped. No matter how sophisticated you are, frequent failures can be confusing, but it is important that they are rare.

##### (3) Sales of other travel-related products

For users, the railroad is one means of transportation, and it is unlikely that the trip will be completed by itself. Mars is connected to the systems of other companies (rental car companies, major travel agencies, credit card companies, etc.) so that users can conveniently purchase various tickets necessary for travel only at the railroad window. For this reason, Mars is now called a comprehensive passenger sales system, not just a seat reservation system.

##### (4) Analysis and management of sales seats

Since all seat sales results are stored in the system as data, what is the tendency for reserved seats to be purchased from the start of sales, what is the difference between trains that sell well and trains that do not, and the overall sales amount In recent words, it has become a valuable source of information as big data. Actual data on how the reserved and sold seats are being sold is provided to each company and reflected in sales measures such as train settings so that each passenger railway company can carry out these analyzes. There is a possibility that it can be used for considering various measures such as flexible handling of unreserved seats and reserved seats.

おわりに

ここでは、みどりの窓口を実現した先進的な大規模オンラインリアルタイムシステムである座席予約システムであるマルスをご紹介します。

以前は鉄道の乗車券はすべて紙でしたが、最近は IC カードやスマートフォンのようなモバイル端末も利用できるようになりました。これは座席予約システムとして各種データがデジタル化されているから可能なことで、改札システムの進歩に合わせて出札システムである座席予約システムが最新の技術に対応する能力を備えているからこそできることです。最近は新幹線の車内で使用する携帯端末に座席予約情報を転送して車内改札を省略することや、IC カードだけで新幹線に乗車することも実現されています。

座席予約システムは、今後も情報技術の進歩に対応してそれらを柔軟に取り入れ、鉄道会社が導入する新しいサービスを実現するために終わりのない進歩を続けていくでしょう。

conclusion

Here, we introduced Mars, a seat reservation system that is an advanced large-scale online real-time system that has realized a green window.

Previously, all train tickets were paper, but recently mobile terminals such as IC cards and smartphones have become available. This is possible because various data are digitized as a seat reservation system, and it is possible because the seat reservation system, which is a ticketing system, has the ability to support the latest technology in line with the progress of the ticket gate system. Recently, it has become possible to transfer seat reservation information to a mobile terminal used in the Shinkansen and omit the ticket gate in the car, or to board the Shinkansen with just an IC card.

The seat reservation system will continue to make endless progress in order to flexibly incorporate them in response to advances in information technology and to realize new services introduced by railway companies.

## 文献

- 1) 小野田滋： コンピューターとともに 穂坂衛, RRR, Vol. 76, No. 5, pp. 42 - 43, 2019
- 2) 小野田滋： 座席予約システムの開発 大野豊, RRR, Vol. 75, No. 2, pp. 38 - 39, 2018
- 3) 穂坂衛： マルス開発初期の幸運, 情報処理, Vol. 56, No. 6, p. 588, 2015

## References

- 1) Shigeru Onoda: With a computer Mamoru Hosaka, RRR, Vol. 76, No. 5, pp. 42 --43, 2019
- 2) Shigeru Onoda: Development of seat reservation system Yutaka Ohno, RRR, Vol. 75, No. 2, pp. 38 --39, 2018
- 3) Mamoru Hosaka: Good luck in the early stages of Mars development, information processing, Vol. 56, No. 6, p. 588, 2015