

## 10 磁界

### 10-1 磁界に関する基本的な内容について

磁界に関する基本的な内容については、平成 24 年度及び平成 25 年度に開催した「中央新幹線計画の説明会」において以下のとおり説明を行っている。

#### 10-1-1 磁界とは

電線などに電流が流れると、左側のイメージのように、その周りには電界が発生する。

また、下記のイメージのように磁石の周りには「磁界」が発生する。また、電流が流れている導体の周りにも「磁界」が発生する。

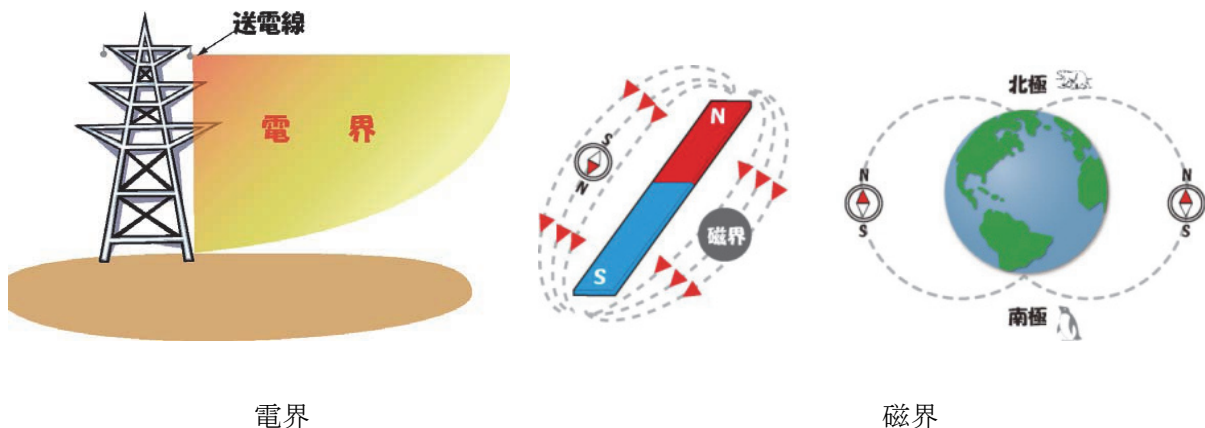


図 10-1-1 電界・磁界のイメージ

(出典：環境省環境保健部環境安全課「身の回りの電磁界について」(平成 24 年 3 月))

#### 10-1-2 リニアの磁界について

電界や磁界が変化する度合のことを周波数（1 秒間に何回変化するかを表わす値）という。環境省の資料「身の回りの電磁界について」によれば、電界や磁界は、図 10-1-2 のとおり、周波数が高い領域から順に、エックス線などの「放射線」、太陽光などの「光」、携帯電話やラジオなどの「中間周波・高周波」、そして 50Hz や 60Hz の家電製品などは「超低周波」に分類される。超電導リニアからは主に、0～12Hz の非常に低い周波数の磁界が発生する。これは、携帯電話と比べると大幅に低い周波数となっている。

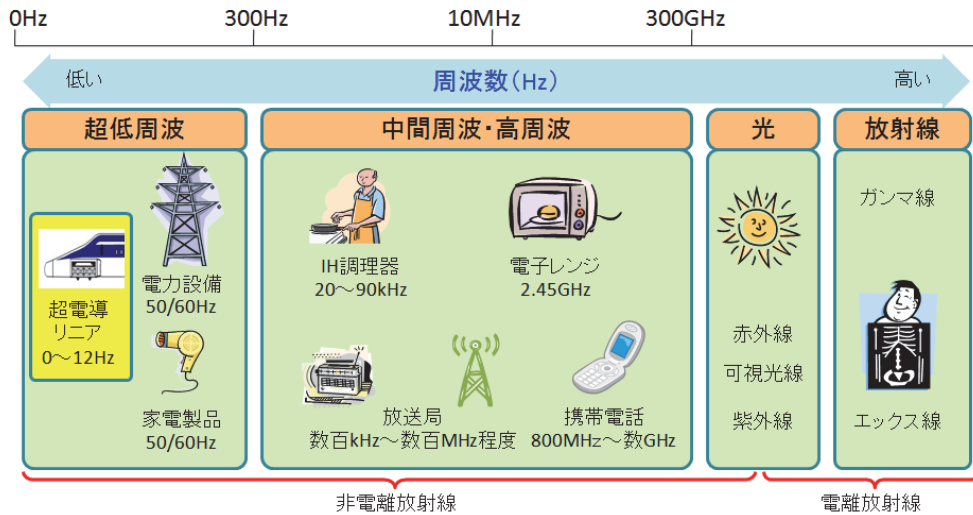


図 10-1-2 周波数ごとの電磁界の分類

(出典：環境省「身の回りの電磁界について（電磁界の分類）」に基づき作成)

### 10-1-3 磁界による人体への影響

WHO（世界保健機関）による磁界の影響に関する見解によると、図 10-1-3 のように、非常に強い磁界の中では、体内に電流が誘導され、この電流によって、人の神経や筋肉を刺激する、「刺激作用」と呼ばれる現象など、人体への何らかの影響が生じることがある。

また、物理学の法則（ファラデーの法則、マクスウェルの電磁方程式など）により、磁界の強さと周波数に応じて、誘導される電流の大きさは変化する。例えば、磁界の強さが強いほど、また、周波数が高いほど、誘導される電流は大きくなる。

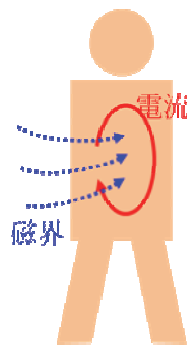


図 10-1-3 磁界の人体への影響のイメージ

(出典：WHO ファクトシート 322 より一部引用、要約して記載)

### 10-1-4 超電導リニアによる磁界の主な発生源

超電導リニアから発生する磁界の主な発生源は、車両に搭載された超電導磁石である。また、地上に設置された浮上案内コイルや推進コイル、それに接続するケーブルなどからも磁界は発生するが、超電導磁石による磁界に比べて非常に小さなものである。

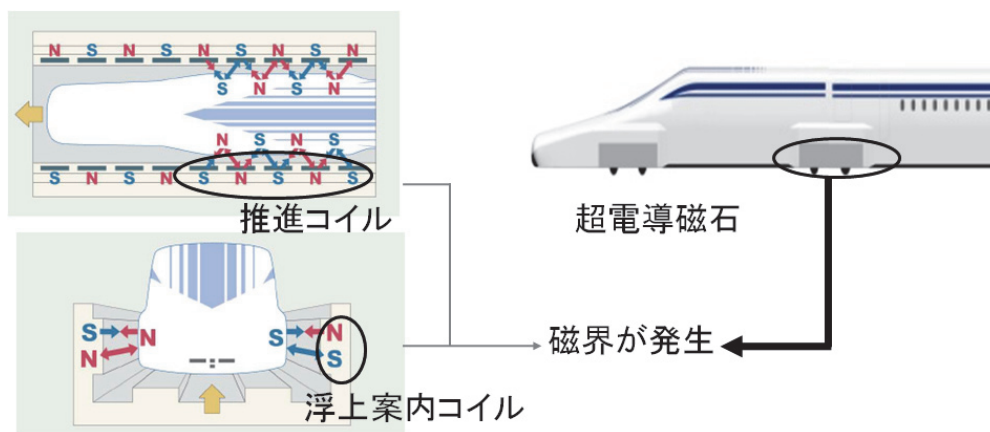


図 10-1-4 超電導リニアによる磁界の発生源

### 10-1-5 線路外への磁界

超電導リニアから発生する磁界とは、車両の台車部に搭載された超電導磁石がリニア車両と一緒に通過する際に発生する磁界のことをいう。走行中の列車から発生する磁界のイメージを図 10-1-5 に示す。

地上の測定点から見て、超電導磁石が 1 つ近づいて、離れていく時には、測定点における磁界の強さは、右側のイメージ図のように、ゼロから上昇していき、最も近づいた時がピークとなり、離れていくに従って、低下していく。

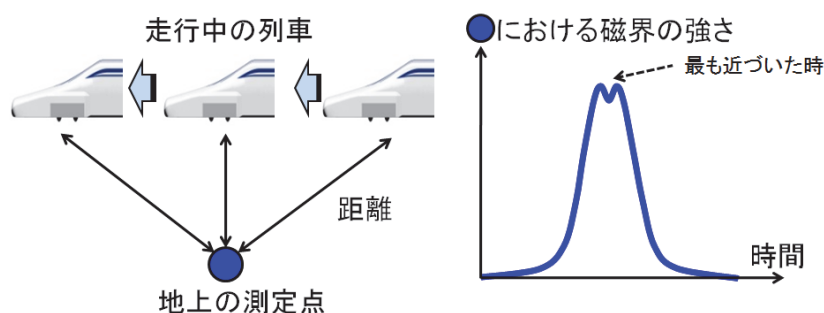


図 10-1-5 走行中の列車から発生する磁界のイメージ(超電導磁石が 1 つ通過する場合)

超電導磁石が連続して通過する場合には、超電導磁石が一つ通過する毎にこうした波が繰り返され、超電導磁石が近づく毎に、磁界の強さは強弱を繰り返す。

例えば、時速 500km で、16 両編成の列車、長さにして約 400m が通過する場合は、通過時間は約 3 秒間となるが、超電導磁石が取り付けられている台車は、車両の連結部 15 箇所と、1 号車、16 号車にそれぞれ搭載されており、計 17 個あるため、この場合、発生する磁界は約 3 秒間に 17 回、強弱を繰り返すことになる。

1 秒あたりでみた場合は約 6 回通過することになるため、周波数は約 6Hz となる。イメージを図 10-1-6 に示す。

また、速度によって周波数は変化する。速度が速いほど、1 秒間に来る波の数も多くなり、周波数も高くなる。

なお、沿線で止まっている人間から見た場合の最大は、時速 500km で約 6Hz となるが、車内のお客様から見た場合は、すれ違い列車からのものが最大となり、相対速度で時速 1,000km となるため倍の周波数の約 12Hz となる。

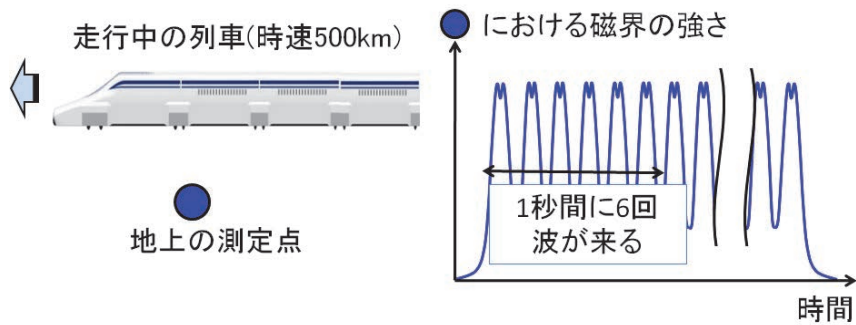


図 10-1-6 走行中の列車から発生する変動磁界のイメージ

一方で、距離による磁界の変化としては、物理学の法則（ビオサバールの法則など）では、ある程度、距離が離れている場合、超電導磁石からの距離の概ね 3 乗に反比例して低減する。ここで「ある程度距離が離れている」とは、磁石の大きさ程度以上の距離のことを意味する。

図 10-1-7 のように、リニアから遠くなるに従って、磁界の強度は急激に低減していく。具体的には、距離が 2 倍であれば、磁界の強さは  $1/8$ （3 倍であれば  $1/27$ ）となる。図の青丸と緑丸の測定点の例では、距離の割合に対して減少割合が大きくなる。

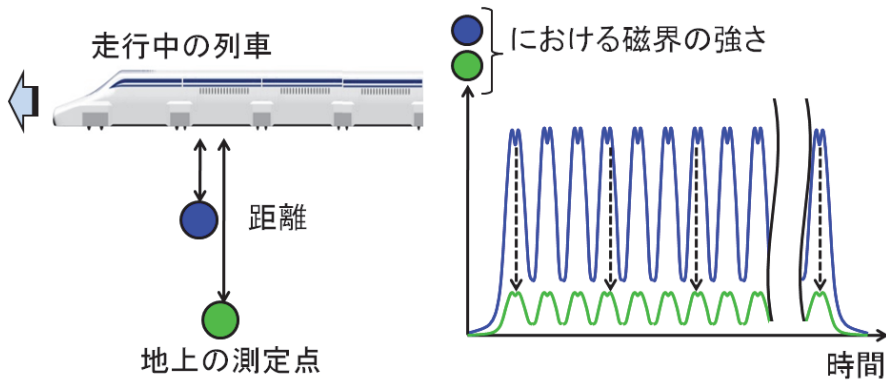


図 10-1-7 走行中の列車から発生する変動磁界のイメージ

## 10-2 磁界の測定結果について（公開測定データ）

山梨リニア実験線の沿線における磁界の測定データについては、環境影響評価準備書において、測定点 1（超電導磁石から水平 6m の位置：付属資料 4 を参照）で 0.19mT、測定点 2（高架下 8m の位置：付属資料 8 を参照）で 0.02mT という結果を提示した。本測定データ自体は、平成 9 年 3 月に山梨県及び山梨大学の立会いのもとに当社が計測したものであり、平成 10 年 6 月の（公財）鉄道総合技術研究所の論文” Environmental Magnetic Fields in the Yamanashi Test Line, T.SASAKAWA et al, QR of RTRI, Vol.39, No.2”（付属資料 1 を参照）にて報告された公知のものである。

また、山梨リニア実験線において、平成 25 年 12 月 5 日に沿線各都県市（東京都、神奈川県、川崎市、横浜市、相模原市、山梨県、静岡県、静岡市、長野県、岐阜県、愛知県、名古屋市）の環境審査会と自治体担当者の計 20 名及び報道各社の立会いのもと、公開で実施した測定作業において計測した磁界データを付属資料 2～12 に示す。測定方法については、鉄道に関する技術上の基準を定める省令等の解釈基準の一部改正について（平成 24 年 8 月 1 日国鉄技第 42 号）」によって通達された「特殊鉄道告示の解釈基準」に規定された IEC62110(2009)及び IEC/TS62597(2011)に則っている。

平成 25 年 12 月 5 日の磁界測定公開時の測定結果の有効性については、付属資料 2 にも記載があるが、次のように公知の事実となっている。

・当社の測定方法が国際基準に則った適切なものであることを、電磁気学の専門家にご確認頂いた、具体的には愛知県環境影響評価審査会リニア中央新幹線部会委員の藤原修・名古屋工業大学名誉教授（電磁環境工学）から、国際基準に則った方法により測定していること、測定方法に問題ないとのコメントを頂いており新聞等で報道もなされている。

また、環境影響評価準備書における実測値の有効性についても、次の事実から明らかである。

・環境影響評価準備書の測定点 1（超電導磁石から水平 6m の位置：付属資料 4 を参照）及び測定点 2（高架下 8m の位置：付属資料 8 を参照）の山梨県及び山梨大学立ち会いによる実測値に対して、上記のとおり測定方法の有効性が確認された中で行われた平成 25 年 12 月 5 日の磁界測定の公開における測定値は同等（測定点 1=0.19mT（準備書）、0.19mT（公開時測定値）、測定点 2=0.02mT（準備書）、0.021mT（公開時測定値））であり、値が一貫していることを確認し、準備書に記載の実測値についても改めて有効性を確認した。

なお、各付属資料の内容及びその測定箇所については下記のとおりである。

付属資料 1 山梨リニア実験線における沿線磁界に関する論文

付属資料 2 超電導リニアの磁界測定データについて

付属資料 3 測定地点図

付属資料 4 測定地点Ⅰ—都留保守基地

- ・環境影響評価準備書に記載の実測値測定点 1（超電導磁石から水平 6m 地点）

付属資料 5 測定地点Ⅱ—車両基地近傍

- ・浅深度地下トンネル模擬点・・・トンネル上の土被り約 2m 地点の地上高さ 0.5m

付属資料 6 測定地点Ⅲ—乗降装置・車内

- ・駅の乗降装置内（高さ 0.5, 1.0, 1.5m の最大値）
- ・超電導リニア車両内（出入台、貫通路、客室 2 か所の各箇所における高さ 0.3, 1.0, 1.5m での最大値）

付属資料 7 測定地点Ⅳ—都留市大原

- ・環境影響評価準備書に記載の予測値予測地点 02・・・高架橋高さ約 25m 地点の地上高さ 1.5m

付属資料 8 測定地点Ⅴ—大月市初狩

- ・環境影響評価準備書に記載の予測値予測地点 03・・・高架橋高さ約 5m 地点の地上高さ 1.5m
- ・環境影響評価準備書に記載の実測値測定点 2（高架下 8m 地点）

付属資料 9 測定地点Ⅵ—大月市黒野田

- ・大深度地下トンネル模擬点・・・トンネル上の土被り約 37m 地点の地上高さ 0.5m

付属資料 10（参考資料 1）磁界に関わる法令等及び当社の考え方

付属資料 11（参考資料 2）使用した磁界の測定機器と数値の読み取り

付属資料 12（参考資料 3）磁界測定作業公開時の配布資料に記載した 12/4 測定データ

資料の測定結果の内、×印を付している箇所は運営上の時間的な制約から、12/4 及び 12/5 の測定を行わなかった箇所である。

なお、心臓ペースメーカー等への対応について、当日の測定結果をもとに整理した結果を付属資料 13 に示す。

付属資料 13（参考資料 4）心臓ペースメーカー等への対応について

Environmental Magnetic Fields in the Yamanashi Test Line

Takashi SASAKAWA  
Senior Chief Researcher,  
Maglev Systems Technology Lab.,  
Maglev Systems Development Dept.

Masateru IKEHATA  
Researcher,  
Environmental Biotechnology Lab.,  
Fundamental Research Div.

Jun-ichi KITANO  
Senior Engineer,  
Maglev Development Div.,  
Central Japan Railway Company

*In this paper, we report on environmental magnetic fields in the Yamanashi Test Line. Magnetic field levels measured in several points are within the objective value of environmental protection and agree with assumed magnetic field levels. Based on this measurement, we show that the magnetic fields has main spectrum at the frequency corresponding to bogie pitch and assess environmental magnetic fields at 500km/h .*

*keyword : environmental magnetic fields, Yamanashi Test Line, Superconducting magnetically levitated trains*

1. Introduction

Recently, influence of magnetic field with Extremely Low Frequency (ELF) to electronic equipment and humans has been attracting peoples' attention. In addition to power supply lines and electric equipment, linear motor cars (including magnetically levitated trains) can be considered as a source of alternating magnetic field. Therefore, it is important to clarify the magnetic field levels of linear motor cars in the development process.

Superconducting magnetically levitated trains use Superconducting Magnet (SCM) for levitation, guidance and propulsion of vehicle, which is an essential part of this system. The magnetic field pertaining to this SCM moves with vehicles and, therefore, this magnetic field is observed as an alternating (AC) magnetic field in the environment of track. Propulsion current flowing in propulsion coils of Linear Synchronous Motor (LSM) might be another source of (alternating) magnetic field in environments. However, the alternating magnetic field originating from propulsion coils is negligible compared with the one from SCM because of difference in the magnitude of current of both sources, therefore, we will focus on the magnetic field by SCM hereafter.

In addition, the maximum frequency of magnetic field anticipated in the environment is about 50Hz at a vehicle speed of 500km/h. This frequency range belongs to ELF. This magnetic field does not have the property of electromagnetic wave and decreases more rapidly according to the distance between current source and observatory point.

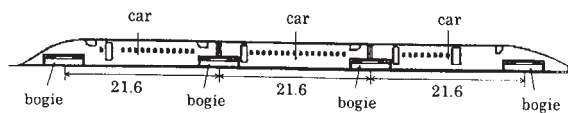


Fig. 1 Vehicles used for the Yamanashi Test Line (unit : m)

2. Yamanashi Test Line and vehicle

Fig.1 shows vehicles used for the Yamanashi Test Line (first train set)<sup>1)</sup>. This train set consists of three cars and four bogies. One bogie contains eight Superconducting coils (SC coils). Each SC coil is energized into the direction opposite to its adjacent SC coil on the same side, but two SC coils which constitute a pair on both sides are energized into the same direction. Arrows in Fig.2 mean the direction of energization of each SC coil. Table1 shows the specification of each SC coil<sup>2)</sup>. Based on this SC coils' configuration, we estimate the levels of alternating magnetic field in the Yamanashi Test Line, when vehicles run.

Fig 3 shows the cross section of standard viaduct of the

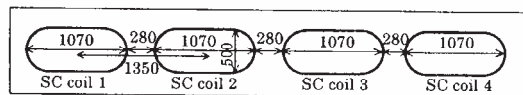
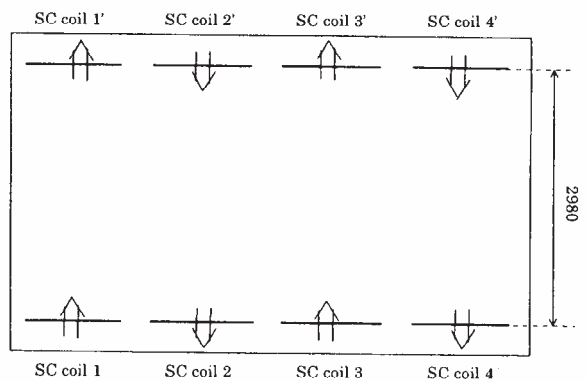


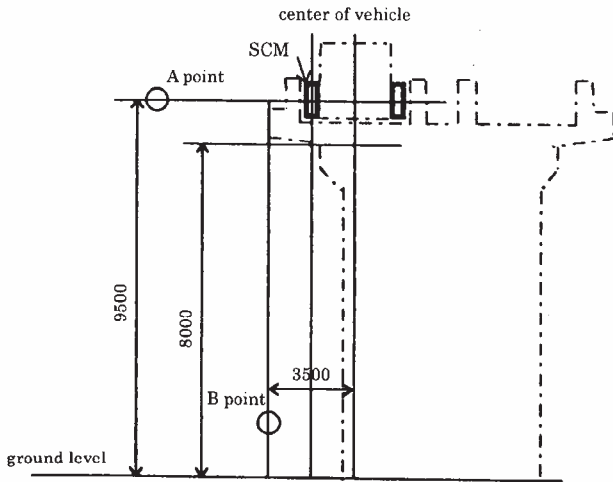
Fig. 2 Configuration of SC coils in a bogie (unit : mm)

**Table 1 Specification of each SC coil**

Shape	racetrack
Length	1.07m
Exciting current	700kA
	height 0.5m

**Table 2 Specification of MultiWave System II**

Precision	0.56 m Gauss (DC) and 0.02 m Gauss (AC)
Range of frequency	DC -3kHz
Range	0.05 m Gauss - 5.75 Gauss
Sensor	tri-axial fluxgate type



**Fig. 3 Cross section of standard viaduct (unit : mm)**

Yamanashi Test Line. Measurement was performed at the same level as that of SCM (point A) and directly under the end of track formation (point B). The point B is selected because its magnetic field level is higher than that of other observation points at the same height.

**3. Measurement result**

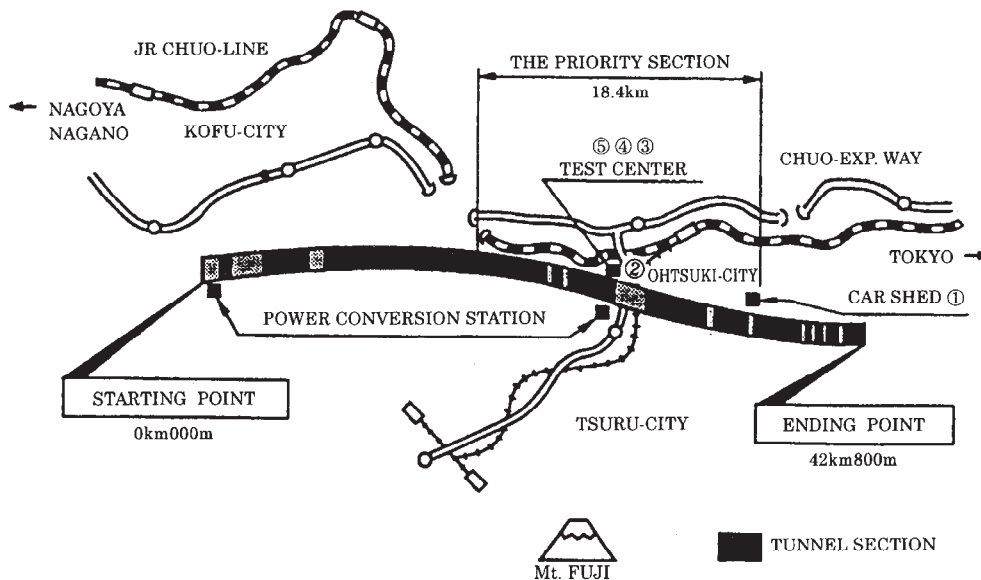
To measure magnetic fields, we use MultiWave System II (Electric Research and Management Inc. in US), which

was used to measure static and alternating magnetic fields in Transrapid in Germany and TGV in France.<sup>4)</sup> We show the specification of this instrument in table 2.

Fig.4 shows measurement positions in the Yamanashi Test Line. Measurement was performed at five measurement positions of ①,②,③,④ and ⑤ in Fig.4 on March 10 and 14, 1997, with the presence of Yamanashi prefecture office and Yamanashi University. A sensor was set at the same level (height) as that of SCM in positions ① and ⑤, set at the height of 1.5m from the ground level in position ④ and set at the ground level in positions ② and ③. Fig.5 shows a picture of measurement in position ③. Fig.6 shows measured and estimated (calculated) environmental magnetic field wave forms at position ①.  $B_x$ ,  $B_y$ ,  $B_z$  and  $|B|$  mean the component of direction of travel, direction of guidance, vertical direction and composed value (s.t.  $|B| = (B_x^2 + B_y^2 + B_z^2)^{1/2}$ ) of magnetic field, respectively. Fig.6 (a) is an observed wave form of magnetic field. The wave form is composed of two components. One is static (DC) field (bias), which exists regardless of whether vehicle exists or not. The other is alternating magnetic field originating from SCM, which is superimposed on the static field. Fig.6 (b) shows the wave form of the magnetic field in Fig.6 (a) from which the static field (bias) is subtracted. Fig.6 (c) is a wave form calculated by Biot-Savart formula. From this Fig., we conclude the following.

- 1) Fig.6 (b) and (c) are in agreement.
- 2) Four wave cycles are observed, each corresponding to one bogie (with eight SC coils).

Thus, the fundamental frequency of this alternating magnetic field can be regarded as  $21.6/v$  (Hz), where  $v$  is



**Fig.4 Yamanashi Test Line and its measurement positions**



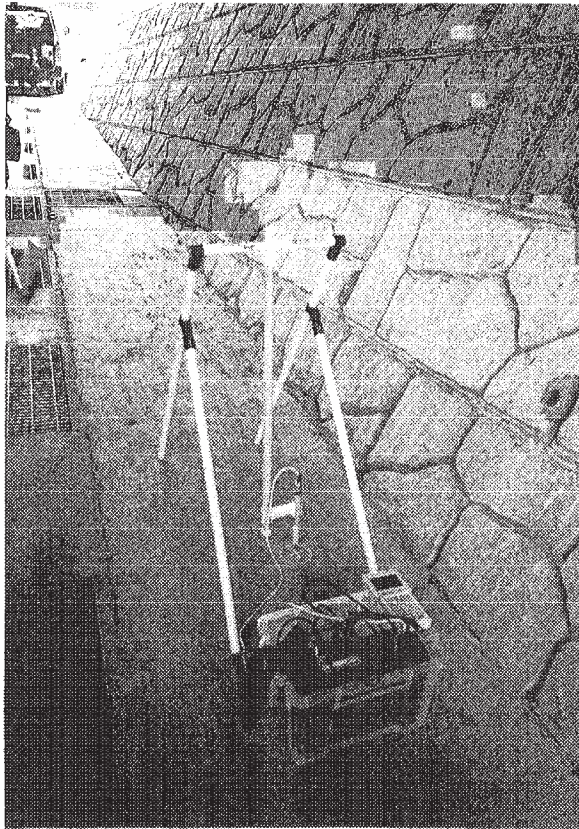


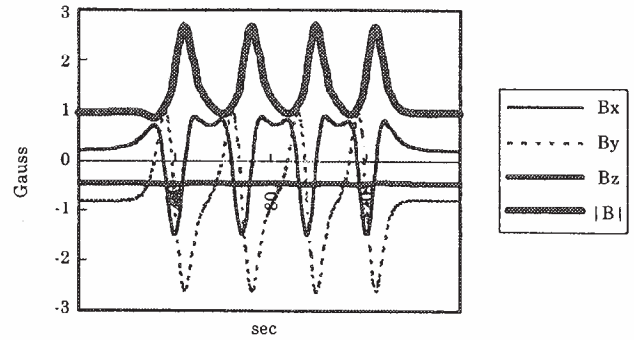
Fig. 5 Picture of measurement in position ③

vehicle speed and 21.6 (m) is the interval between two bogies (See Fig.1.).

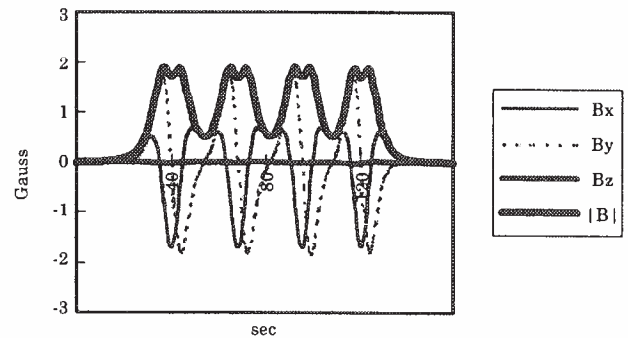
Table 3 shows measurement results of environmental magnetic field at five positions of Yamanashi Test Line in Fig.4. 'Vertical distance' means the vertical distance from the center of ground coil (which nearly equals to the center of SC coil) to the measurement point and 'Horizontal distance' means the lateral distance from the center of vehicle to the measurement point. 'Measured magnetic field' means the maximum value of  $|B|$  in Fig.6 (a) and 'Measured magnetic field by vehicle' means the maximum value of  $|B|$  in Fig.6 (b).

In all measurement positions, the maximum of measured magnetic field by vehicle is less than 2.41 Gauss to satisfy the objective level of environmental magnetic field required for the Yamanashi Test Line (less than 20 Gauss)<sup>3)</sup>.

In ordinary viaducts (8m girder), the vertical distance from the center of ground coil to observatory positions at 1.5m height from the ground level is about 9m-10m. Therefore, '4.6m' in position ④ is the minimum value in the neighborhood of viaduct structure accessible by ordinary people. In the case of positions ① and ⑤, ordinary people are prevented from entering the area within about 4m from the end of track formation (s.t. the area in which the horizontal distance is less than about 7.5m) by a fence.



(a) Observed wave form of magnetic field



(b) Wave form with the static bias subtracted

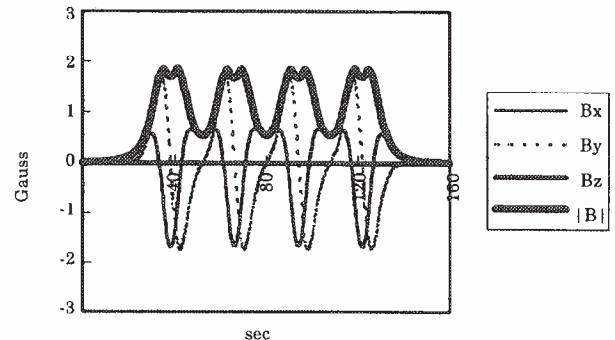


Fig. 6 Magnetic field wave form at position ①

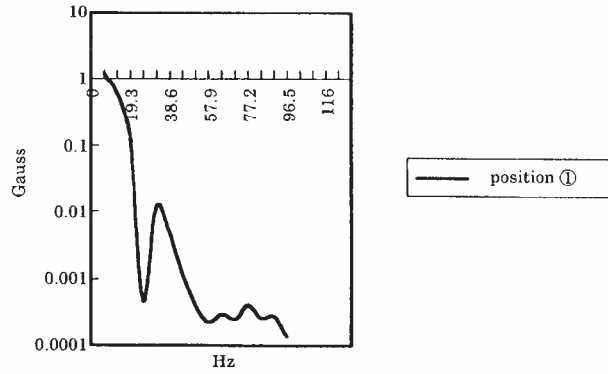
#### 4. Spectrum of alternating magnetic field at a speed of 500km/h

In this chapter, we assess the environmental magnetic field at the maximum vehicle speed (500km/h).

In commercial operation, one train set consists of a number of cars (14-16 cars). The peak of wave form in Fig.6 will repeat further when the train set becomes longer. So we suppose periodic magnetic fields at every pitch of bogie (21.6m, see Fig.2) and calculate Fourier coefficient of this periodic magnetic field as below. The expression (1) shows this periodic (alternating) magnetic field by SCM expanded into Fourier mode.

**Table 3 Measurement results of environmental magnetic field in Yamanashi Test Line**

Position	Vertical distance	Horizontal distance	Measured magnetic field	Measured magnetic field by vehicle (calculated)	Vehicle speed unit : km/h
	Zdirection unit : m	Ydirection unit : m			
① Entrance of car shed	0.0	7.5	2.68	1.89 (1.83)	3 Transmission system Pulled by diesel car
② Under the viaduct	19.0	3.5	0.45	0.02 (0.015)	15 Linear synchronous motor
③ Under the viaduct	9.2	3.5	0.50	0.19 (0.20)	15 Linear synchronous motor
④ Under the viaduct	4.6	3.5	1.76	1.41 (2.0)	15 Linear synchronous motor
⑤ Vehicle level	0.0	7.0	2.70	2.41 (2.43)	8 Pulled by diesel car



**Fig. 7 Spectrum of magnetic field at position ① at a vehicle speed of 500km/h**

**5. Conclusion**

We performed a measurement of environmental magnetic field at the Yamanashi Test Line. We conclude that the specification of Yamanashi Test Line guarantees environmental magnetic field level within the objective level required. And main frequency component is 6.4Hz at a vehicle speed of 500km/h, which is low compared to that of power supply line.

**Acknowledgment**

The authors would like to thank Mr. Yutaka Osada of Central Japan Railway Co. and Mr. Hideo Nakamura of RTRI for their helpful comments and encouragement, and those of Yamanashi test center and Mr. M.Kawamura (TESS Co.) for their contribution to measurement.

**References**

- 1) Takao, K. and Takahashi, K. : "Vehicles for Superconducting Maglev System on Yamanashi Test Line", Quarterly Report of RTRI, Vol.35, No.3, pp.150-157, 1994
- 2) Suzuki, E. et.al.: "Superconducting Magnet for Maglev Train", Quarterly Report of RTRI, Vol.35, No.3, pp.158-163, 1994
- 3) Nakagawa, M. : "Electromagnetic Fields Issue with EDS Maglev System", RTRI Report (in Japanese), Vol.6, No.4, pp.3-9, 1992
- 4) Safety of High Guided Ground Transportation Systems, Comparison of Magnetic and Electric Fields of Conventional and Advanced Electrified Transportation systems, USDOT / FRA / ORD-93 / 07, Final Report, August 1993.

$$B(t) = \sum_{i=1}^{\infty} \{B_{Ci} \times \cos(2\pi \times (v/21.6) \times i \times t) + B_{Si} \times \sin(2\pi \times (v/21.6) \times i \times t)\} \dots\dots\dots(1)$$

where *i* is degree of Fourier mode; *v* is speed of vehicle; *t* is time (sec); *B<sub>Ci</sub>* and *B<sub>Si</sub>* are constant vectors (Fourier coefficients). When vehicle speed=500km/h, *v*=138.89m/s.

We show calculated magnetic field by SCM expanded by Fourier mode at a vehicle speed of 500km/h in Fig.7. The calculated point corresponds to position ① in Fig.4 and Table 3. In this case, the fundamental frequency is 6.4Hz (138.89/21.6) and the amplitude of harmonic frequency decreases rapidly, as frequency increases.

In addition, environmental magnetic field by SCM is intermittent in contrast to that of power supply line. In the case of commercial operation (we suppose that trains composed of 14 cars and 15 bogies run 12 times per hour in one direction.), the ratio of time when alternating magnetic field is generated by SCMs is as follows (at a speed of 500 km/h),

$$(21.6 \times 15 / 138.89) \times 12 \times 2 (\text{double track}) / 3600 = 0.016. \dots\dots\dots(2)$$

Namely, it is less than 2%.

## 超電導リニアの磁界測定データについて

平成 25 年 12 月 11 日  
東海旅客鉄道株式会社

超電導リニア特有の事項である磁界に関しては、方法書の説明会及び準備書の説明会に加えて、法の定めとは別に平成 24 年 5 月から 9 月、平成 25 年 5 月から 7 月に開催した各都県での計画説明会、更には当社ホームページ上など、あらゆる機会を通じて、図や数値などを用いて詳細に説明して参りました。

今回、改めて磁界データを実際にご確認して頂ける場として、山梨リニア実験線における測定作業を 12 月 5 日にご覧いただきました。

磁界測定の概要については、以下の通りです。

○日 時：平成 25 年 12 月 5 日（木） 9：00～17：00

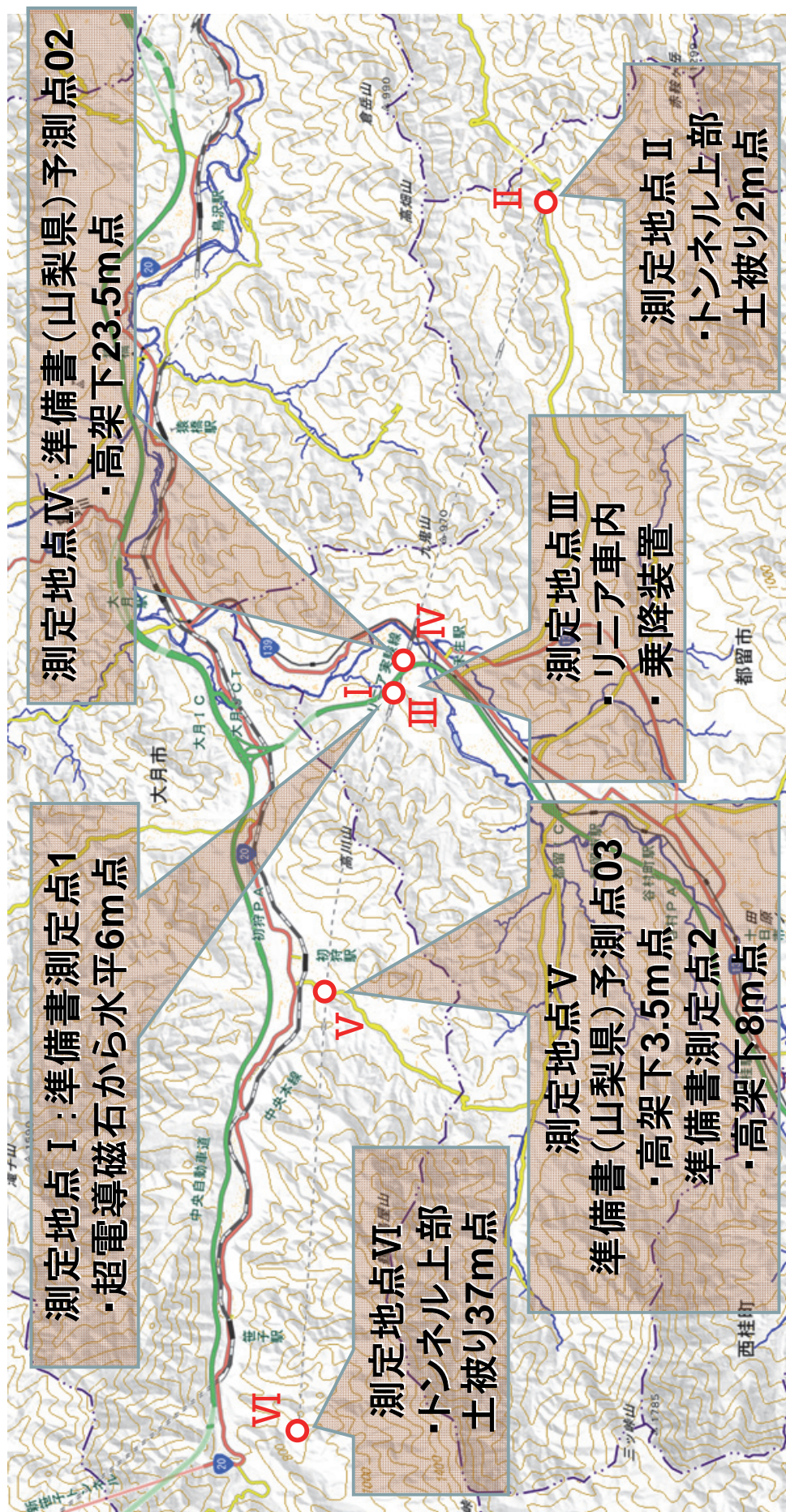
○場 所：山梨リニア実験センター（都留市）、沿線（都留市、大月市）

○ご確認頂いた事項（測定データの詳細は別紙をご参照下さい）

- ・沿線（測定地点Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ～Ⅵ）、乗降装置及び車内（測定地点Ⅲ）のいずれの測定地点においても、測定した磁界の値は ICNIRP ガイドライン\*を大幅に下回っていることをご確認頂きました。また、静磁界については「植込み型心臓ペースメーカー等承認基準」\*の 1 mT 以下であることをご確認頂きました。
- ・大深度地下トンネルを模擬した、トンネル上部の土被りが 37 m の測定地点では、測定された変動磁界の値は地磁気の大さきの約 0.5 % であり、全く問題ないレベルであることをご確認頂きました。
- ・環境影響評価準備書の測定点 1（超電導磁石から水平 6m）、測定点 2（高架下 8m）の予測値・実測値、環境影響評価準備書（山梨県）の予測地点 02（高架橋高さ約 25m）、03（高架橋高さ約 5m）の予測値に対し、今回の測定値は同等であり、これまでのご説明の内容通りであることを改めてご確認頂きました。
- ・当社の測定方法が国際基準に則った適切なものであることを、電磁気学の専門家にご確認頂きました。

\*参考資料 1 「磁界に係る法令等及び当社の考え方」 1.（2）（4） 参照

# 測定地点図



国土地理院 小縮尺図(200000)

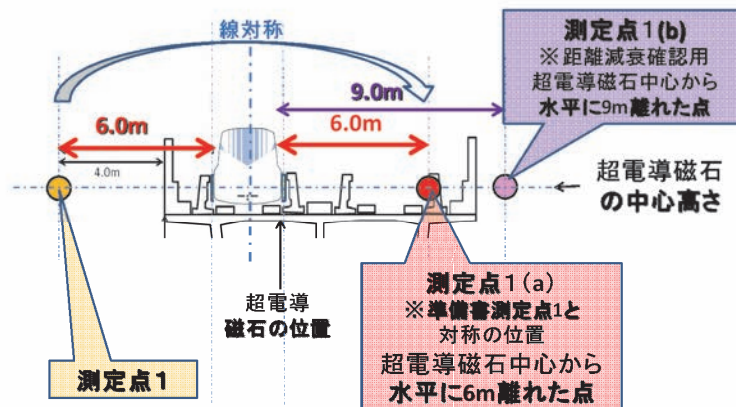
別紙 1 : データ (測定地点 I)

データ (測定地点 I)

平成 25 年 12 月 11 日  
東海旅客鉄道株式会社

●測定点の概要：環境影響評価準備書の測定点 1 (超電導磁石から水平 6 m 距離) \*

\*準備書において、計算した予測値と実測値とが合致することを示した点  
測定点 1 から更に 3 m 離れた地点 (超電導磁石から水平 9 m 距離)



●測定結果 (複数回測定したデータのうち最大値を記載)

【測定点 1(a) (超電導磁石から水平 6 m) での測定】

	速度条件	測定点 1(a) (超電導磁石から水平 6m)	ICNIRP ガイドライン
準備書予測値	0-500 km/h	0.18 mT	1.2 mT (5.7 Hz)
準備書実測値 (先行区間)	0-500 km/h	0.19 mT	
測定値 (測定機器 1) 500 km/h、30 km/h は 変動磁界の値	500 km/h	0.19 mT	40 mT (0.1 Hz)* 400 mT (静磁界)
	30 km/h	0.19 mT	
停車時	停車時	0.19 mT	
ICNIRP ガイドラインに 対する比率の測定結果 (測定機器 2)	500 km/h	24 %	—

\*30 km/h 時の変動磁界周波数は 0.34 Hz ですが、0~1 Hz はガイドライン未改訂のため旧ガイドライン(ICNIRP1998)によることとしました。

【測定点 1(a)(超電導磁石から水平 6 m)と測定点 1(b)(超電導磁石から水平 9 m)との比較】

条件	測定点 1(a)	測定点 1(b)
停車時	0.19 mT	0.061 mT

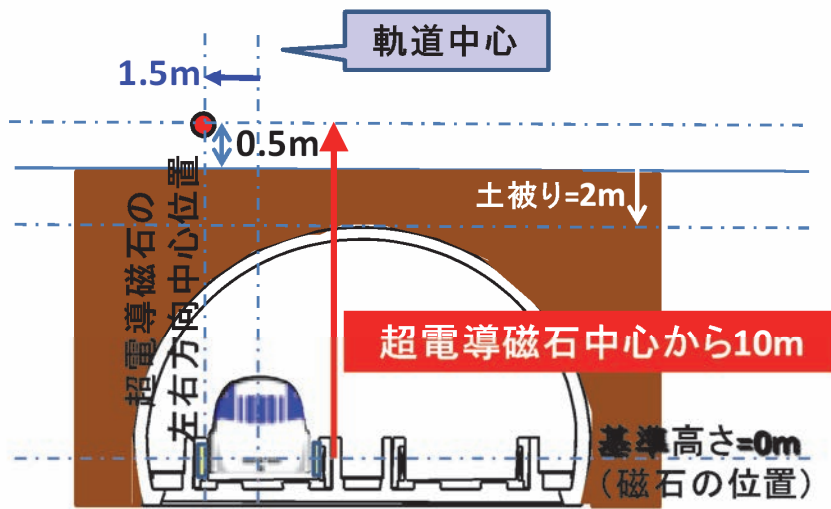
※地磁気 (リニア車両がない時の磁界) の大きさは、約 0.04 mT

別紙 2 : データ (測定地点 II)

データ (測定地点 II)

平成 25 年 12 月 11 日  
東海旅客鉄道株式会社

- 測定点の概要：トンネル上部で土被りが薄い箇所（土被り約 2 m）



- 測定結果（複数回測定したデータのうち最大値を記載）

	300 km/h 測定値	400 km/h 測定値
測定値 (測定機器 1) 変動磁界の値	0.017 mT	0.018 mT
ICNIRP ガイドラインに 対する比率の測定結果 (測定機器 2)	1.3 %	1.7 %
ICNIRP ガイドライン	1.2 mT (5.7 Hz@500 km/h) 3.4 mT (3.4 Hz@300 km/h)	1.2 mT (5.7 Hz@500 km/h) 1.9 mT (4.6 Hz@400 km/h)

※地磁気（リニア車両がない時の磁界）の大きさは、約 0.04 mT

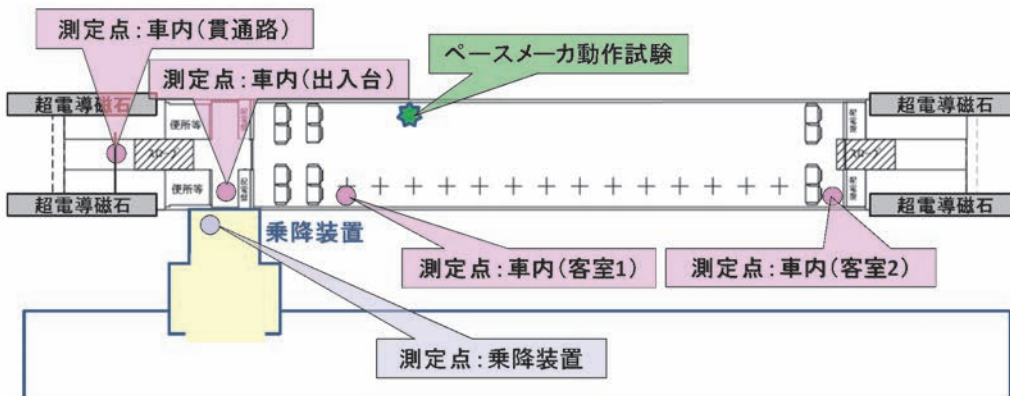
別紙 3 : データ (測定地点Ⅲ)

### データ (測定地点Ⅲ)

平成 25 年 12 月 11 日  
東海旅客鉄道株式会社

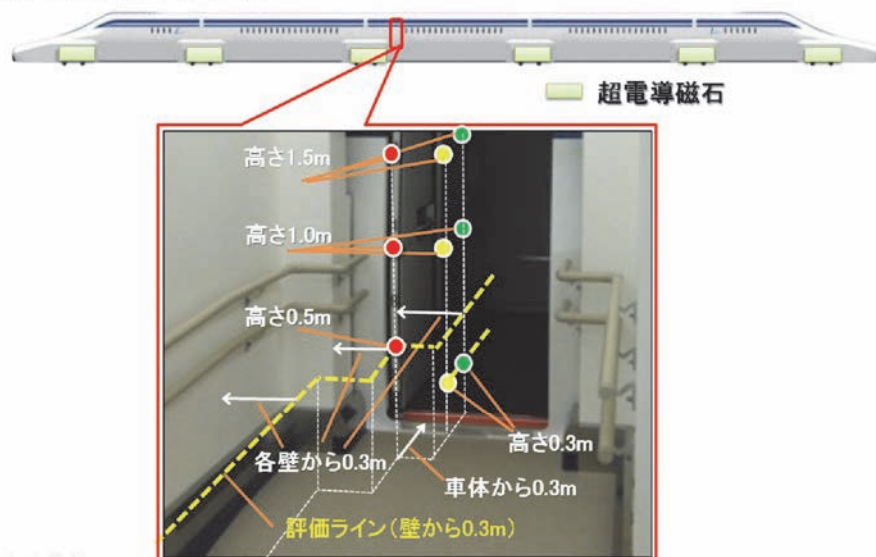
●測定点の概要

- ・乗降装置内 1 箇所、車内 4 箇所（客室内 2 箇所、貫通路、出入口）での測定
- ・ICNIRP ガイドライン及び「植込み型心臓ペースメーカ等承認基準」（静磁界 1 mT）との比較



●測定位置及び測定結果

◇乗降装置と車内（出入口）

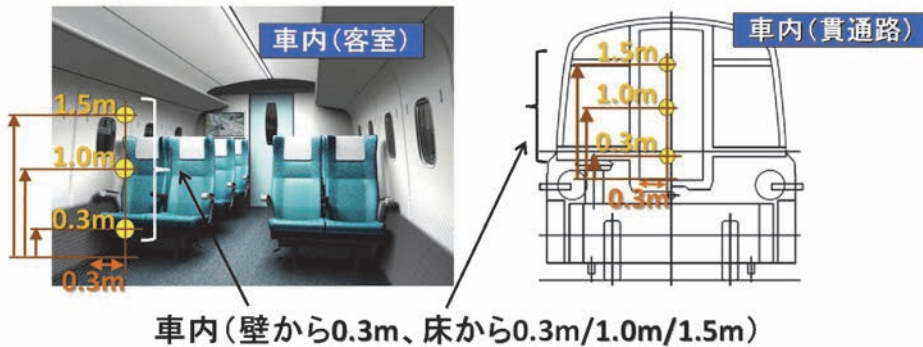


別紙3：データ（測定地点Ⅲ）

[ドア開状態での静磁界計測結果（測定機器1）]

測定高さ	● 乗降装置	● 接続部	● 車内（出入台）	ICNIRP ガイドライン
1.5 m	0.46 mT			400mT (静磁界)
1.0 m	0.53 mT			
0.5 m	0.60 mT			
0.3 m		0.69 mT	0.54 mT	

◇車内（客室、貫通路）



[車内（客室、貫通路）測定結果]（複数回測定したデータの最大値を記載）

測定高さ	位置 条件	車内 貫通路	車内 客室1	車内 客室2	ICNIRP ガイドライン
1.5m	停車時測定値	0.44 mT		0.31 mT	400mT (静磁界)
1.0m	静磁界 (測定機器1)	0.81 mT	0.05 mT	0.37 mT	
0.3m	走行時測定値 (測定機器1) ※変動磁界成分は下段参照	0.92 mT	0.04 mT	0.37 mT	
	走行時のICNIRP ガイドラインに対す る比率の測定結果 (測定機器2)		3.2 %	3.3 %	

※当社では、厚労省「植込み型心臓ペースメーカー等承認基準」（静磁界 1 mT）を満たすように設計しています。

※超電導リニアは、リニア同期モータで走行しますので、車両の超電導磁石の磁界と地上の推進コイルの磁界とを同期させて、車両を駆動します。従って、推進コイルの磁界に乗って車両と一緒に波乗りをするように走行するため、車上の人からは推進コイルの磁界は自分に対して動かない＝変動しないように見えます（この推進コイルからの静磁界成分は、走行時に測定される磁界に重畳します）。原理的に車上では推進コイルによる変動磁界は、推進力の変化による緩やかな変化以外生じません。



別紙 4 : データ (測定地点IV)

データ (測定地点IV)

平成 25 年 12 月 11 日  
東海旅客鉄道株式会社

●測定点の概要

- ・環境影響評価準備書 (山梨県) 記載の予測地点 02 の①、②  
(高架橋高さ約 25 m での地上 1.5 m 高さ)
- ・測定点の高架下高さは 23.5 m

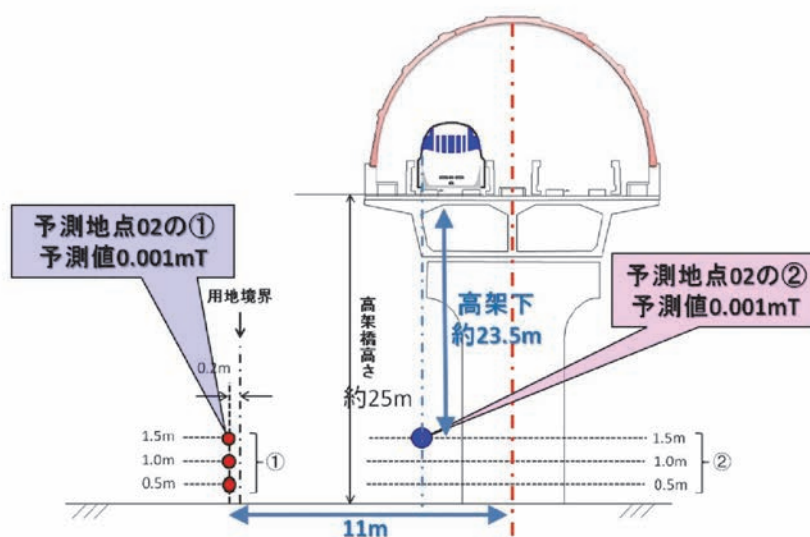
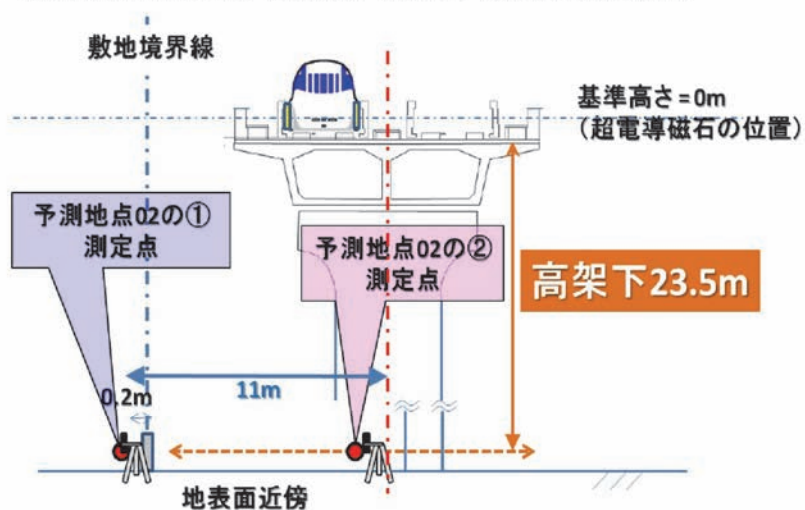


図 1 環境影響評価準備書 (山梨県) 記載の予測地点 02 の断面図



※高架橋高さ約 25 m の地上高さ 1.5 m = 高架下 23.5 m

図 2 12/5 に測定した予測地点 02 の①、②の測定点の断面図

別紙 4 : データ (測定地点IV)

●測定結果

	準備書 (山梨県) 予測地点 02 の ①	準備書 (山梨県) 予測地点 02 の②
準備書 (山梨県) 予測値	0.001 mT	0.001 mT
500 km/h 走行時の測定値 (測定機器 1) 変動磁界の値	X	0.0014 mT
ICNIRP ガイドライン	1.2 mT (5.7 Hz)	1.2 mT (5.7 Hz)
500 km/h 走行時の ICNIRP ガイド ラインに対する比率の測定結果 (測定機器 2)	X	1.1 %

※地磁気 (リニア車両がない時の磁界) の大きさは、約 0.04 mT

別紙 5 : データ (測定地点 V)

データ (測定地点 V)

平成 25 年 12 月 11 日  
東海旅客鉄道株式会社

●測定点の概要

- ・環境影響評価準備書 (山梨県) 記載の予測地点 03 の①、②  
(高架橋高さ約 5 m での地上高さ 1.5 m)
- ・環境影響評価準備書記載の「測定点 2」(高架下 8 m 点) \*

\*準備書において、計算した予測値と実測値とが合致することを示した点

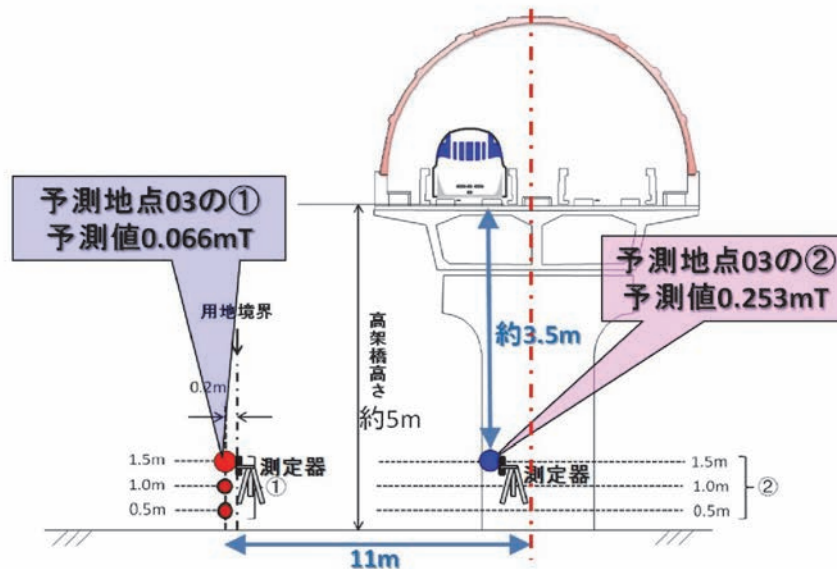


図 1 環境影響評価準備書 (山梨県) 予測地点 03 の予測値確認用測定点断面図

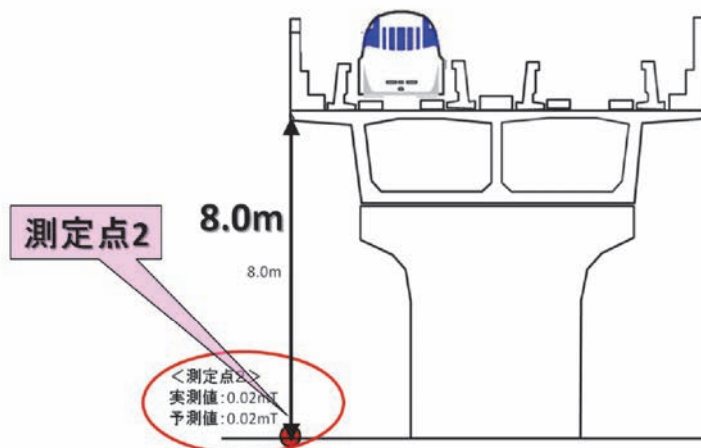


図 2 環境影響評価準備書測定点 2 の断面図 (実測値及び予測値を準備書に記載)

別紙5：データ（測定地点V）

●測定結果

	準備書（山梨県） 予測地点03 の①	準備書（山梨県） 予測地点03 の②	準備書 測定点2*
準備書予測値	0.066 mT	0.253 mT	0.02 mT
準備書実測値（先行区間）	—	—	0.02 mT
500 km/h 走行時の 測定値（測定機器1） 変動磁界の値	X	0.24 mT	0.021 mT
ICNIRP ガイドライン	1.2 mT (5.7 Hz)		
500 km/h 走行時の ICNIRP ガイドライン に対する比率の測定結果 （測定機器2）	X	37 %	2.3 %

\*準備書において、計算した予測値と実測値とが合致することを示した点

※地磁気（リニア車両がない時の磁界）の大きさは、約0.04 mT

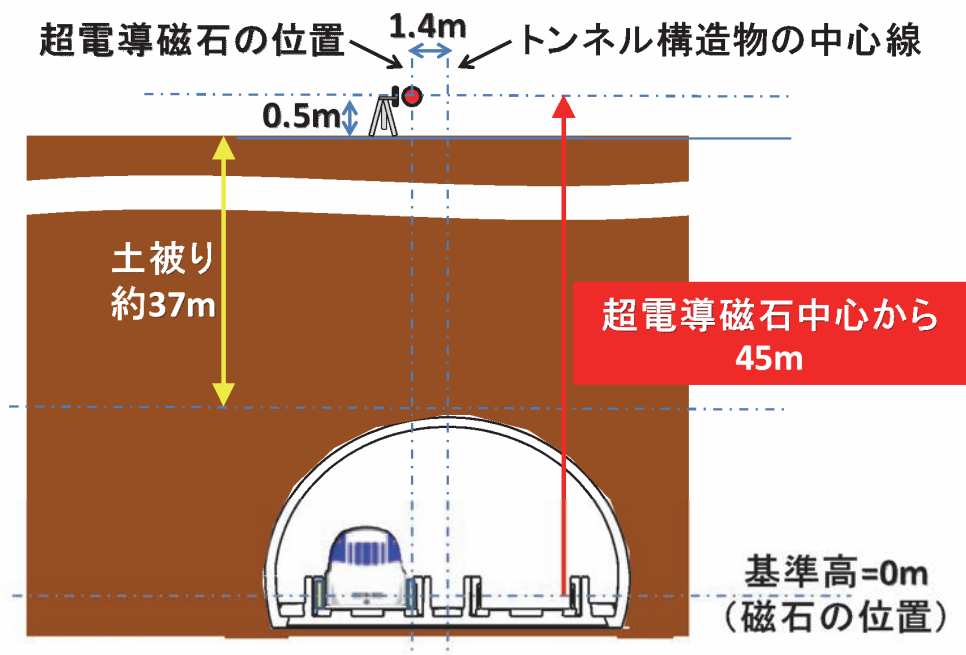
別紙 6 : データ (測定地点VI)

データ (測定地点VI)

平成 25 年 12 月 11 日  
東海旅客鉄道株式会社

●測定点の概要

- ・トンネル上部で土被りが厚い箇所 (土被り約 37 m)
- ・大深度地下トンネル模擬地点



●測定結果

	500 km/h 測定値
500 km/h 走行時の測定値 (測定機器 1) 変動磁界の値	0.00015 mT
500 km/h 走行時の ICNIRP ガイドライン に対する比率の測定結果 (測定機器 2)	1.3 %
ICNIRP ガイドライン	1.2 mT (5.7 Hz)

※地磁気 (リニア車両がない時の磁界) の大きさは、約 0.04 mT

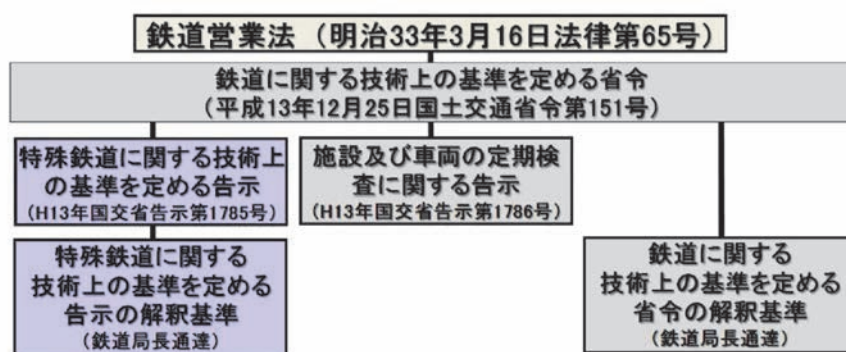
(参考資料 1) 磁界に関わる法令等及び当社の考え方

平成 25 年 12 月 11 日  
東海旅客鉄道株式会社

1. 磁界に関わる法令等

(1) 法令等の体系

超電導リニアの磁界については、「特殊鉄道に関する技術上の基準を定める告示」及びその解釈基準の中に規定されています。その要旨は、「施設及び車両は、それらが発生する磁界が一般公衆に対する ICNIRP のガイドライン以下となるよう施設すること」という内容です。



◎特殊鉄道に関する技術上の基準を定める告示

第 6 条 浮上式鉄道 5

四 き電線(動力発生装置の地上設備に供給する電気の周波数を変換する機器を備えた変電所及び当該変電所と動力発生装置の地上設備との間に施設される開閉所(以下この項及び第七項において「特定変電所等」という。))に施設されるものを除く。以下同じ。)、浮上装置、案内装置、動力発生装置及び車両の電源に給電する装置は、通常の使用状態において、当該設備から発生する磁界により、当該設備のそれぞれの付近において、人の健康に影響を及ぼすおそれがないように施設しなければならない。ただし、田畑、山林その他の人の往来が少ない場所において、人体に危害を及ぼすおそれがないように施設する場合は、この限りでない。

五 特定変電所等は、通常の使用状態において、当該特定変電所等から発生する磁界により、当該特定変電所等の付近において、人の健康に影響を及ぼすおそれがないように施設しなければならない。ただし、田畑、山林その他の人の往来が少ない場所において、人体に危害を及ぼすおそれがないように施設する場合は、この限りでない。

◎特殊鉄道に関する技術上の基準を定める告示の解釈基準

I-5 第 6 条 (浮上式鉄道) 関係 2(4)

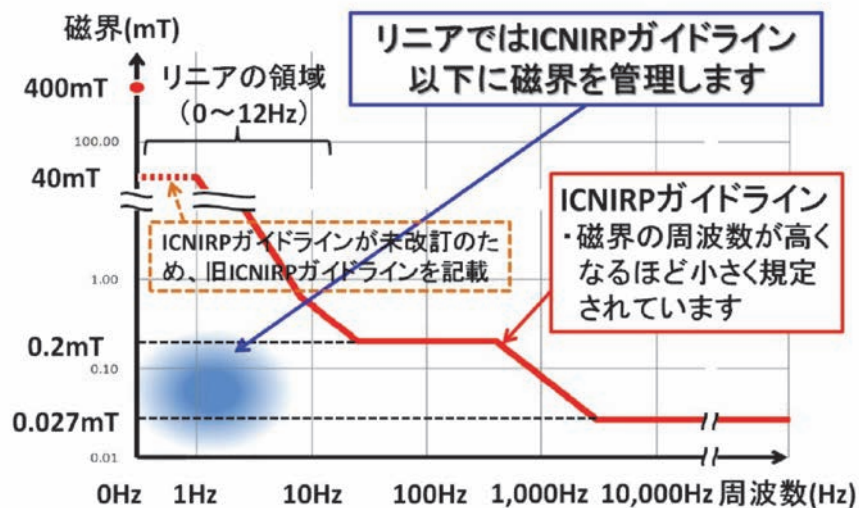
施設及び車両は、次の基準に適合するものであること。

- ① 施設及び車両は、き電線（動力発生装置の地上設備に供給する電気の周波数を変換する機器を備えた変電所及び当該変電所と動力発生装置の地上設備との間に施設される開閉所（以下「特定変電所等」という。）に施設されるものを除く。）、超電導磁石、浮上コイル、推進コイル、給電レール及び非接触集電地上設備並びに特定変電所等のそれぞれから発生する磁界を③の測定方法により求めた磁束密度の測定値（交流磁界にあつては実効値）が、国際非電離放射線防護委員会※1の「時間変化する電界及び磁界へのばく露制限に関するガイドライン（2010）」の公衆ばく露に対する参考レベル及び「静磁界の曝露限度値に関するガイドライン（2009）」の一般公衆曝露の曝露限度値以下となるように施設すること。
- ② 測定装置は、日本工業規格 JIS C 1910（2004）「人体ばく露を考慮した低周波磁界及び電界の測定－測定器の特別要求事項及び測定の手引き」に適合する3軸のものであること。
- ③ 測定方法は、IEC62110(2009)及び IEC/TS62597(2011)に適合するものであること。

※1 国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）

## (2) ICNIRP ガイドラインについて

- ・ ICNIRP のガイドラインは、長年の研究により蓄積された電磁界の健康影響に関する信頼性の高い科学的知識を根拠として、制定されたものです。健康への影響があるかも知れないとされるレベルに対して、5～10 倍厳しく制定されています。
- ・ ICNIRP とは、国際非電離放射線防護委員会(International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)の略称です。非電離放射線からの人体及び環境の防護の推進、特に非電離放射線からの人体の防護に関するガイドラインと勧告を提供することを目的とした国際組織（1992年設立）です。
- ・ WHO（世界保健機関）は、国際的なガイドライン（ICNIRP のガイドライン）以下では、健康への影響はない、とする見解を出しています。
- ・ 超電導リニアでは、ICNIRP ガイドライン以下になるよう、磁界を管理します。

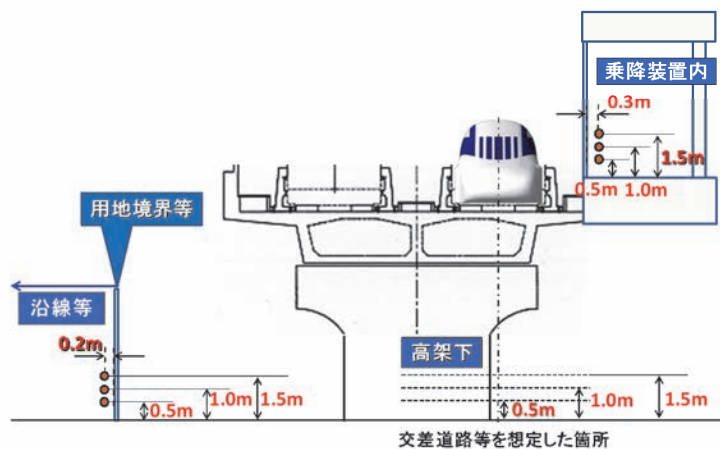


2 / 3

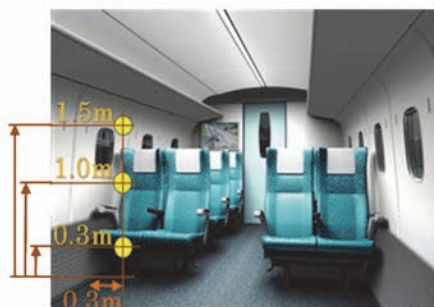
(3) 特殊鉄道告示の解釈基準における計測点の規定

特殊鉄道告示の解釈基準の中で、磁界に関する計測方法は IEC/TS62597 によることとされており、その中では計測点についても規定されています。

[地上計測点] 地面から 0.5/1.0/1.5m、用地境界から 0.2m/ホーム端から 0.3m



[車上計測点] 床から 0.3/1.0/1.5m、壁から 0.3m



(4) 医用機器（ペースメーカー）等に対する超電導リニアの対応

車両、ホーム等通常人が立ち入る空間について、自主規制として厚生労働省のペースメーカー等の承認基準である静磁界 1 mT を守るよう、施設や車両の設計を行うこととしています。

- ・平成 19 年 3 月 2 日 薬食発第 0302004 号 厚生労働省医薬食品局長通知（薬事法に基づく）「植込み型心臓ペースメーカー等承認基準」
- ・27.6 植込み型パルスジェネレータは、1 mT までの磁束密度の静磁場により影響を受けないこと

**2. 当社の考え方**

- ・ICNIRP ガイドラインを遵守致します。
- ・車両、ホーム等、通常人が立ち入る空間について、自主規制として「植込み型心臓ペースメーカー等承認基準」による静磁界 1 mT を守るよう、施設及び車両の設計を致します。

以上



(参考資料 2) 使用した磁界の測定機器と数値の読み取り

平成 25 年 12 月 11 日  
東海旅客鉄道株式会社

1. 1 2 / 5 に使用した磁界の測定機器は、大別して 2 種類です。

**測定機器1:**  
**静磁界～低周波変動磁界(1kHz)用**  
 ・生波形、各方向成分等を含む一般測定用  
 (測定機器の台数確保のため、混ぜて使用)



○フラックスゲート



○ホール素子

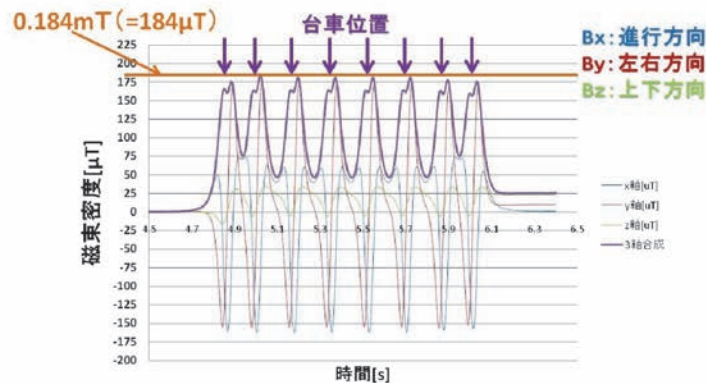
**測定機器2:**  
**変動磁界(1Hz～400kHz)用**  
 ・ICNIRP2010(変動磁界)ガイドライン  
 に対する相対値を%表示します



○サーチコイル

2. グラフからの数値の読み取り

- 測定機器 1 で計測する場合、静磁界、変動磁界とも、波形の最大値 (例: 図のオレンジ矢印) を読み取ります。



強さが変化する磁界(変動磁界)

※Bx (車両進行方向の磁界)、By (左右方向の磁界)、Bz (上下方向の磁界) を測定し、それらを合成して磁界の大きさ B を算出します。磁界の強さの単位としては、T (テスラ) を用います。本資料では、T (テスラ) の 1/1000 を単位とする mT (ミリテスラ) の表記で統一します。なお、1 mT = 10 ガウスです。

※肩凝り等の治療のために市販されている磁気治療器の磁界の強さは 130～190 mT (メーカーカタログ値) です。

以上

(参考資料 3)

磁界測定作業公開時の配布資料に記載した 12/4 測定データ

平成 25 年 12 月 11 日  
東海旅客鉄道株式会社

12 月 5 日の磁界測定作業の公開において、各測定地点での配布資料に記載した 12 月 4 日測定データは以下のとおりです。12 月 5 日のデータと比較すると、測定データに再現性があることをご確認いただけます。

◎測定地点 I

●測定結果（複数回測定したデータの最大値を記載）

【測定点 1(a)（超電導磁石から水平 6 m）での測定】

	速度条件	測定点 1(a) (超電導磁石から水平 6m)	ICNIRP ガイドライン
準備書予測値	0-500 km/h	0.18 mT	1.2 mT (5.7 Hz)
準備書実測値（先行区間）	0-500 km/h	0.19 mT	
測定値（測定機器 1）	500 km/h	0.19 mT	
500 km/h、30 km/h は 変動磁界の値	30 km/h	0.19 mT	40 mT (0-1 Hz)*
	停車時	0.19 mT	400 mT (静磁界)
ICNIRP ガイドラインに 対する比率の測定結果 (測定機器 2)	500 km/h	24 %	—

\*30 km/h 時の変動磁界周波数は 0.34 Hz ですが、0~1 Hz はガイドライン未改訂のため旧ガイドライン(ICNIRP1998)によることとしました。

【測定点 1(a)(超電導磁石から水平 6 m)と測定点 1(b)(超電導磁石から水平 9 m)との比較】

条件	測定点 1(a)	測定点 1(b)
測定値（測定機器 1）：停車時	0.19 mT	0.065 mT

※地磁気（リニア車両がない時の磁界）の大きさは、約 0.04 mT



うに設計しています。

※超電導リニアは、リニア同期モータで走行しますので、車両の超電導磁石の磁界と地上の推進コイルの磁界とを同期させて、車両を駆動します。従って、推進コイルの磁界に乗って車両と一緒に波乗りをするように走行するため、車上の人からは推進コイルの磁界は自分に対して動かない＝変動しないように見えます（この推進コイルからの静磁界成分は、走行時に測定される磁界に重畳します）。原理的に車上では推進コイルによる変動磁界は、推進力の変化による緩やかな変化以外生じません。

## ◎測定地点Ⅳ

●測定結果（複数回測定したデータの最大値を記載）

	準備書（山梨県） 予測地点 02 の ①	準備書（山梨県） 予測地点 02 の ②
準備書（山梨県）予測値	0.001 mT	0.001 mT
500 km/h 走行時の測定値 （測定機器 1） 変動磁界の値	0.0013 mT	0.0014 mT
ICNIRP ガイドライン	1.2 mT (5.7 Hz)	1.2 mT (5.7 Hz)
500 km/h 走行時の ICNIRP ガイド ラインに対する比率の測定結果 （測定機器 2）	1.0 %	1.0 %

※地磁気（リニア車両がない時の磁界）の大きさは、約 0.04 mT

## ◎測定地点Ⅴ

●測定結果

	準備書（山梨県） 予測地点 03 の ①	準備書（山梨県） 予測地点 03 の ②	準備書 測定点 2*
準備書予測値	0.066 mT	0.253 mT	0.02 mT
準備書実測値（先行区間）	—	—	0.02 mT
500 km/h 走行時の測定値 （測定機器 1）変動磁界の値	0.066 mT	0.24 mT	0.021 mT
ICNIRP ガイドライン	1.2 mT (5.7 Hz)		
500 km/h 走行時の ICNIRP ガイドラインに 対する比率の測定結果 （測定機器 2）	9.7 %	32 %	2.2 %

\*準備書において、計算した予測値と実測値とが合致することを示した点

※地磁気（リニア車両がない時の磁界）の大きさは、約 0.04 mT

## ◎測定地点VI

### ●測定結果

	500 km/h 測定値
500 km/h 走行時の測定値 (測定機器 1) 変動磁界の値	0.00023 mT
500 km/h 走行時の ICNIRP ガイドラインに 対する比率の測定結果 (測定機器 2)	1.5 %
ICNIRP ガイドライン	1.2 mT (5.7 Hz)

※地磁気 (リニア車両がない時の磁界) の大きさは、約 0.04 mT

## ※各測定地点図



国土地理院 小縮尺図(200000)

以上

(参考資料 4) 心臓ペースメーカー等への対応について

(1) 心臓ペースメーカー等を装着されている方々に対する当社の対応

心臓ペースメーカー等を装着されている方々に対する当社の考え方は次の通りです。

・車両、ホーム等、通常人が立ち入る空間について、自主的な管理として「植込み型心臓ペースメーカー等承認基準」(27.6)\*1による静磁界 1mT を守るよう、施設及び車両の設計を致します。(なお、変動磁界については ICNIRP ガイドラインを遵守\*2 致します。)

\*1：平成 19 年 3 月 2 日 薬食発第 0302004 号 厚生労働省医薬食品局長通知(薬事法に基づく)「植込み型心臓ペースメーカー等承認基準」

・27.6 植込み型パルスジェネレータは、1mT までの磁束密度の静磁場により影響を受けないこと

\*2：変動磁界によるペースメーカーへの干渉につきましては、「植込み型心臓ペースメーカー承認基準」(27.5)において、通常遭遇する外部擾乱として ICNIRP ガイドラインに対応する変動磁界を想定しており、その変動磁界によりリード線に生じる誘導電圧によってペースメーカーの動作が影響されないようにすることが定められています。

(2) 2013/12/4・5 磁界測定結果のペースメーカー等承認基準への適合状況

次に示す表の通り、測定した全個所で「植込み型心臓ペースメーカー等承認基準」を下回る磁界であることを確認しました。(データは全て付属資料 3~8,11 より再掲)

	測定場所	静磁界 (1mT)		変動磁界
		測定値*3 [mT]	承認基準 適合状況	ICNIRP ガイドラインに対する比率 (測定値) *4
車内	貫通路 (高さ 0.3, 1.0, 1.5m の最大値)	0.92	適合	3.5 %
	客室 1 (高さ 0.3, 1.0, 1.5m の最大値)	0.08	適合	3.1 %
	客室 2 (高さ 0.3, 1.0, 1.5m の最大値)	0.37	適合	3.5 %
	乗降装置 (高さ 0.5, 1.0, 1.5m の最大値)	0.69	適合	—
沿線	超電導磁石から水平 6m	0.19	適合	24 %
	トンネル上部土被り 2m 地点の高さ 0.5m	(0.018)	(適合)	1.7 %
	トンネル上部土被り 37m 地点の高さ 0.5m	(0.00023)	(適合)	1.5 %
	高架橋高さ 5m 地点の高さ 1.5m	(0.24)	(適合)	37 %
	高架橋端部直下の高架下 8.0m	(0.021)	(適合)	2.3 %
	高架橋高さ 25m 地点の高さ 1.5m	(0.0014)	(適合)	1.1 %

\*3：( )付きの測定値は、列車通過時の変動磁界の最大値を記載。なお、付属資料 3 に示すとおり、停車時の静磁界の最大値と通過時の変動磁界の最大値とは同等です。

\*4：測定された比率が 100%以下であれば ICNIRP ガイドラインに適合することを示します。