

首都圏における地下鉄車内の騒音マップ*

横山 真男[○]，高木 広樹（明星大学）

Map of inside noise level of subway car in Tokyo metropolitan area

Masao YOKOYAMA and Hiroki TAKAGHI

ABSTRACT

The noise level in subway car in the metropolitan area was measured with a sound meter. Oedo Line, Touzai Line and Chiyoda Line were investigated and the sections where the sound level is over 100 dB and causes the high-risk of hearing impairment were identified and visualized using train route map.

Keywords: 騒音，地下鉄，路線図，可視化。

1. はじめに

地下鉄の車内騒音は極めて大きく，ときにその騒音が聴覚に悪影響を与えるのではないかと噂される．とくに東京メトロの大江戸線はうるさいと言われている．本研究では，実際にどれほどうるさいのか車内騒音の音圧レベルを測定し路線図上に可視化を行った．

一般的に，大きな音を聞き続けることは耳にも脳にもいいことではなく，イヤホンやヘッドホンで爆音の音楽を聴き続けると難聴になるという注意も良く聞かれる．長時間大きな刺激を聞くことによる障害は，騒音性難聴といわれ，治療が難しいといわれている¹⁾．

では，どのくらいの音の刺激なら問題となるのかということについては，WHO が騒音性難聴のリスクを音量×時間として Table 1 のように示している．これによると，音圧レベルが 100dB の地下鉄の騒音では 15 分までとなっている．そうすると，もし仮に大江戸線が 100dB の騒音で走り続けているとすると，都庁前から飯田橋までおおよそ 15 分乗る人は毎日通勤で乗っていると将来的に難聴になるリスクがあるということになる．地下鉄のような日常的に利用頻度が高い場所で騒音性難聴のリスクがあるとすると不安である．

そこで，実際に地下鉄の騒音を測定し，WHO の許容基準を超えているのか調査し，また，路線図と対応させる可視化を行った．地下鉄の車内の騒音はどこでどのくらい発生しているのかが分かれば，リスク回避や対策につなげることが期待できる．

2. 車内騒音の計測

車内の音は，騒音計（測定レンジ 30-130dB，誤差 1.5dB 以内）で 1 秒おきに音圧レベルを測定し記録した．東京メトロ大江戸線の他にも，比較として東西線と千代田線についても計測した．各路線の始発駅から終着駅まで 2 往

復の計 4 回測定した．なお，測定した車内の場所は先頭車両のドア際である．

Table 1 1 日あたりの音圧レベルの許容基準と目安となる音の種類（WHO）¹⁾

音圧レベル (dB SPL)	一日あたりの許容基準	音の種類
130	1 秒未満	航空機の離陸の音
125	3 秒	雷
120	9 秒	消防車・救急車のサイレン
110	28 秒	コンサート会場
105	4 分	工事用の重機
100	15 分	地下鉄車内、ドライバー
95	47 分	オートバイ
90	2 時間 30 分	芝刈り機
85	8 時間	街頭騒音
75	リスクなし	掃除機
70	以下リスクなし	洗濯機、乾燥機

3 路線の音圧レベルの時間変化を Fig.1 に示す．東西線と千代田線では，100dB を超えることがいくつかあるが限定的である．両線ともおおよそ 70-80dB を推移していた．一方，大江戸線で 100dB を超えるときが多く，全体的にも約 75-90dB を推移していた．Fig.2 は大江戸線のデータについて一部を拡大した図である．なお，始発終着駅は往路を基準に記しており，復路については時刻を逆順にしてプロットしている．往路復路でタイミングは少しずれるが大きなカーブでは同様に大きな騒音となっている (Fig.3)．

音圧レベルの高い 90dB 以上だった時間の累計と全区間の平均値を Table 2 に示す．往復で計 4 回の計測のなかでの下限・上限の秒数を示している．90dB 以上 95dB 未満では，東西線は始発駅から終着駅までの 1 回の乗車で 9 秒間，騒音が多く長かった場合でも 32 秒間だった．一方で，大江戸線では大幅に長く 891 秒間や 1067 秒間と，非常に長く騒音を聞いていたことになる．

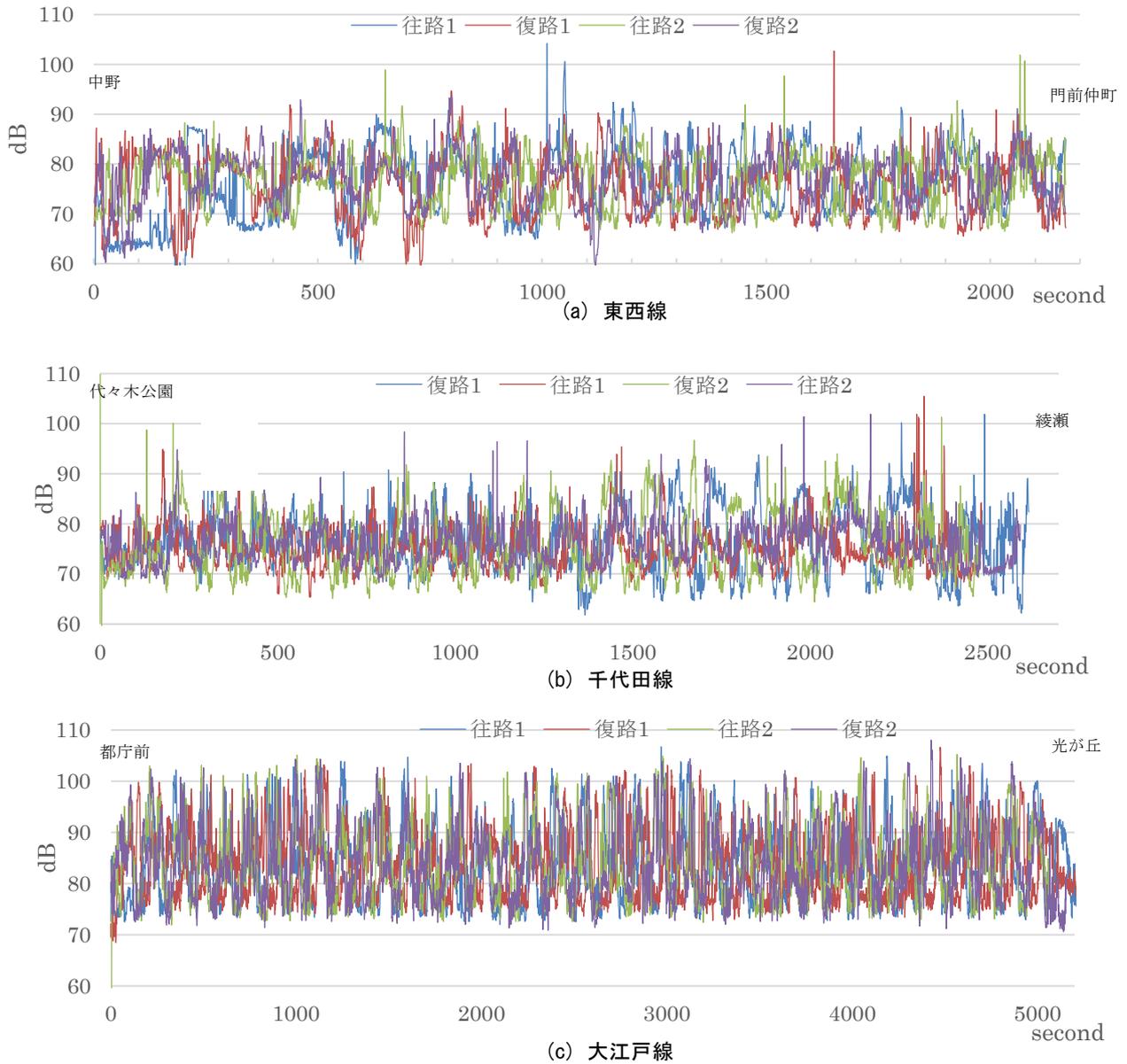


Fig. 1 騒音計による各線の音圧レベルの時間推移

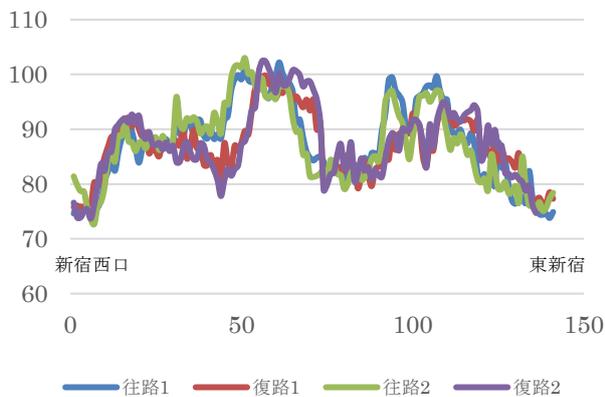


Fig. 2 大江戸線新宿西口～東新宿における音圧レベルの時間推移

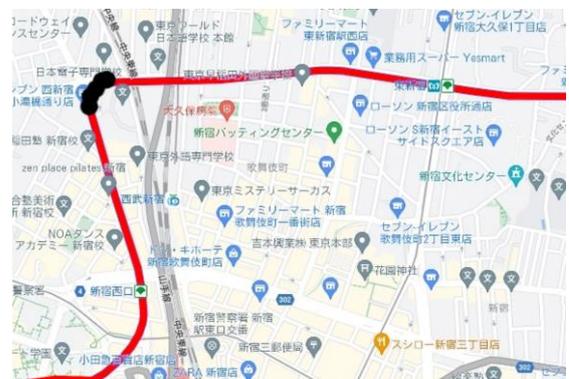


Fig. 3 大江戸線新宿西口～東新宿における音圧レベルの路線図による可視化 (●は 100dB 超えた箇所)

100dB 以上に関しては、東西線や千代田線は累積でも時折みられたが数秒間といった程度に対して、大江戸線については 124 秒間も累積で騒音となっていたことが分かる。

この結果からすると、確かに大江戸線はうるさい路線であると言えるが、それでも全線乗車しても 100dB を超えるのは 2 分くらいである。よって、WHO の示すリスクまでは及ばないという結果になった。

なお、本実験の当時は新型コロナウイルスの感染拡大防止の観点から窓が少し空いた状態であったことを付記しておく。

Table 2 90dB 以上となった累積時間(4 回計測)と全区間の音圧レベルの平均値

(a) 累積時間

	90dB~95dB	95dB~100dB	100dB~
東西線	9~32 (秒間)	0~7	0~2
千代田線	19~47	2~8	2~5
大江戸線	891~1067	440~464	74~124

(b) 平均

	全区間平均(dB)
東西線	75.9dB
千代田線	75.8dB
大江戸線	83.6dB

3. 騒音発生場所の可視化

次に、具体的に路線内のどの地点がうるさい場所なのかについて地図上で可視化した図を Fig.5 に示す。東西線・千代田線・大江戸線の各駅間における、駅間ごとの音圧レベルの平均と、100dB を超えた推定位置を Google マップ上に示している。駅間ごとに騒音計の音圧レベルの平均値を求め路線図を色分けしている。図中の色は、青は音圧レベルが 75dB 未満、緑は 75-80dB、黄色は 80-85dB、赤は 85dB 以上をそれぞれ示す。また、秒単位で記録したデータから駅間における距離を推定して、100dB を超えた場所に●を記している。

東西線はおおよそ緑になっており、それなりに騒音はあるものの“普通”レベルのうるささとも言える。早稲田-神楽坂間のカーブあたりの騒音が大きい。ここは早稲田通りに沿って道路下を掘って敷設されているので、カーブがどうしても道路の形状に合わせざるを得なくなっている。そういった区間ではレールと車輪の軋み音が鳴ったり、ゴーという音(転動音)が発生したりしていることが原因である。

千代田線も、うるささで言うと緑の区間が主であるが、カーブや鉄橋(図中右上)に 100dB となる場所が現われている。そして、大江戸線については、黄色や赤が目立っている。カーブという要因以外にも、構造的な原因もあると考えられる。

4. 騒音の原因の考察

4.1 カーブによる騒音

鉄道工学と音響工学は関係が深く、古くから研究されている³⁻⁶⁾。列車による騒音源³⁾には、車輪がレール上を転がる摩擦や振動から発生する転動音、レールのつなぎ目における衝撃音(いわゆるガタンゴトン)、車輪のフランジがカーブでこすれるきしみ音、モーターなどの振動音、車体が高速で移動することによる空力音、パンタグラフからの集電音などがある。

カーブにおける半径の小ささ(きついカーブ)については、大江戸線のコンパクトサイズ設計による影響と言われている。乗車してみると大江戸線の車両は他の線に比べすぐに実感できるほど狭く小さい。他の鉄道の標準的な 20m 級の車両に比べると、長さで 3.5m、幅は 35cm、高さは 1m ほど小さい(長さ 16.5m、幅約 2.5m、高さ約 3m)。経費節約のためにトンネルの直径が他の路線より小さくする必要があったとのことである。最近の車両は性能が向上して、昔のような動力音やブレーキ音のような車両自体の騒音はかなり減って、大江戸線もリニアモーター式のコンパクトな車両により傾斜や急カーブに対応してスムーズに走行できるようになった。しかし、コンパクトな設計になった分、路線設計の当初の段階から急カーブとなる箇所が増えてしまい、結果、急カーブにおける転動音やきしみ音が大きくなってしまった。

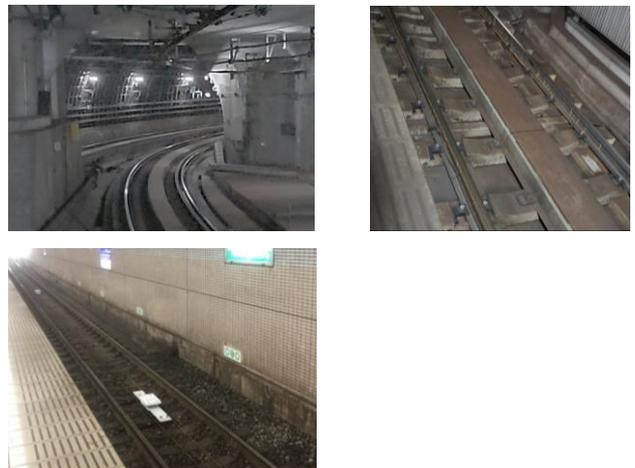


Fig. 4 上段左: シールド工法によるトンネル(西新宿駅), 上段右: 大江戸線の軌道(西新宿駅)筆者撮影, 下段: 千代田線のスラブ～バラスト軌道(Yahoo より引用)

4.2 軌道の構造

当然のことながら地下鉄は基本的にトンネルの中を走るため、トンネルの壁は丈夫で重いコンクリートで作られる。よって、音をよく反射し、また外部への音が逃げにくくなる。ここで、トンネル内の構造と軌道に視点を向けてみると、最近の地下鉄のトンネルの多くは、シールド工法とよばれる円盤状の岩盤掘削機で掘り進むようにして

作るため、トンネルの断面が円形になっている。この曲線の断面が音を反射・集約するため音が大きくなる可能性がある (Fig.4 左上)。また、経費削減のために断面を小さくすると、より音圧レベルが上がる⁹⁾。なお、古くからある丸の内線や銀座線などのように地上から穴を掘って作る工法だと、四角い断面の区間が多くなり、特に複線区間の上下線の間には強度のために柱がある。そうすると音の共鳴が押さえられたり乱反射されたりするので音圧レベルが下がると考えられる。大江戸線のように径の小さいシールド工法のトンネルで、しかも単線区間で車両サイズにぴったりの小さな断面では、音源から距離が近く車内の乗客に大きな音量で届くことになる。

さらに、大江戸線の軌道の写真 (Fig.4 右上) をみると、レールの下の枕木とコンクリート道床 (スラブ軌道) の間に空間がある。この空間も車輪がレールを通った時の音を響かせている可能性がある。新幹線や国鉄時代からの在来の古いスラブ軌道では、上記のような空間のないコンクリート板でできていて、空間がない分、音がレール下で共鳴する余地が少ないと思われる。砂利 (バラスト) をひいた軌道では、この砂利の隙間が振動の緩衝と共にレールの振動音を吸収する効果がある。実際、千代田線の乃木坂や大手町では防音のためにバラストを使っている箇所がある (Fig.4 下)。よって、枕木の下に砂利が無くしかも空間があるということが、いっそう騒音を大きくしていると考えられる。

5. おわりに

首都圏の地下鉄において、車内騒音レベルを実測し路線図と照らし合わせた騒音マップを作成した。大江戸線・東西線・千代田線を計測し難聴になる危険度の高い100dBを超える区間や時間を特定し、路線図に重ねて騒音レベルの高い位置の可視化を行った。難聴になるほどの危険度は見られず、また、カーブによる騒音の発生が可視化により明らかになった。

参考文献

- 1) 吉耳鼻咽喉科アレルギー科, 騒音と難聴: そのスマホの音量で大丈夫?, <http://yoshi-ent.jp/騒音と難聴: そのスマホの音量で大丈夫?>
- 2) 日本耳鼻咽喉科学会, 「難聴」のリスクを生む, 危険な音量とは, [http://www.jibika.or.jp/ owned/hwel/news/004/](http://www.jibika.or.jp/owned/hwel/news/004/), 参照日: 2021年8月1日 Hutchins, C.M. and Benade V.,
- 3) 北川敏樹. 鉄道騒音における最近の話題 音源側. 日本音響学会誌, 2017, 73.11: 710-717.
- 4) 松本嘉司; 小沢康人; 渡辺義則. 都市鉄道の騒音発生に関する研究. 土木学会論文報告集, 1977, 1977.262: 101-112.
- 5) 吉久信幸; 深井昌; 山口高文. 西欧, 米国, 日本における地下鉄電車内の騒音レベル. 日本音響学会誌, 1968, 24. 2: 69-75.
- 6) 市東邦生; 遠藤博哉. 地下鉄の車内騒音. 騒音制御, 1983, 7. 5: 261-266.

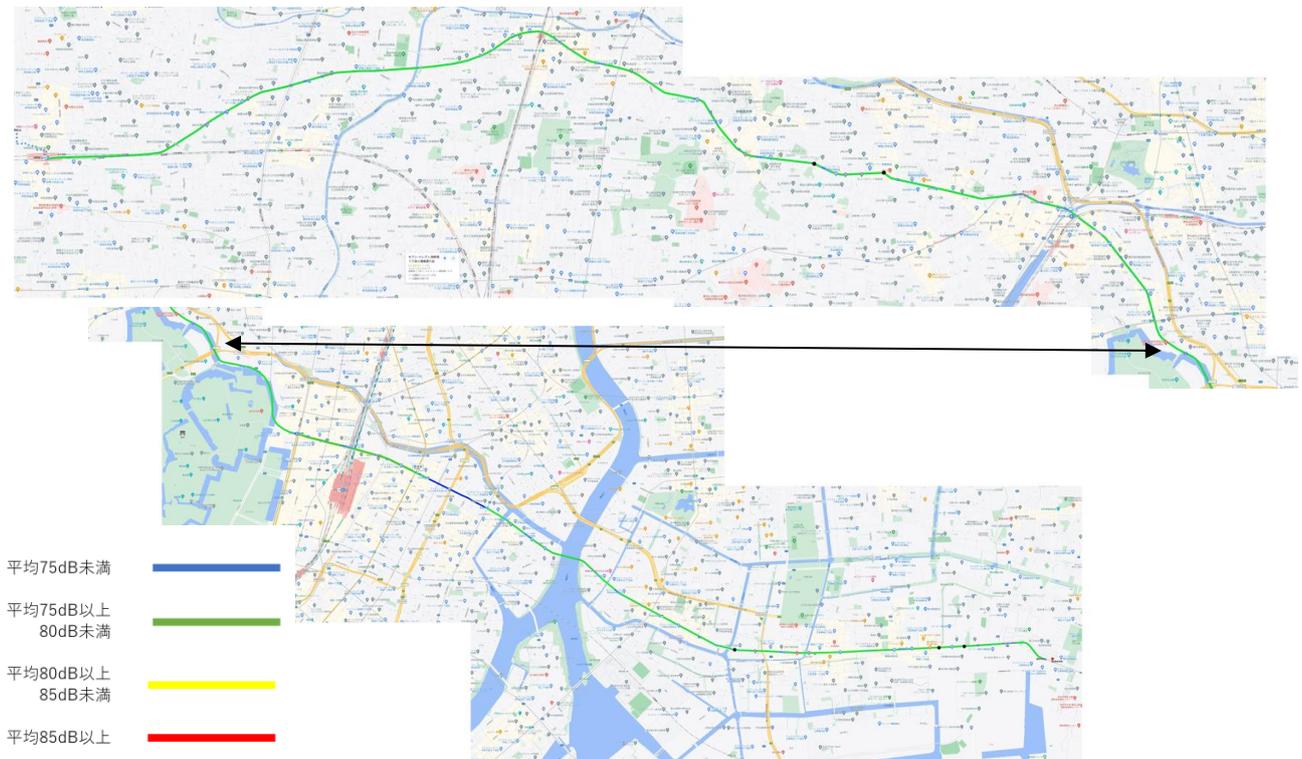


Fig. 5-a 東西線の騒音マップ (拡大図 <https://www.cello-maker.com/images/touzai-souon-map.jpg>)



Fig. 5-b 千代田線の騒音マップ (<https://www.cello-maker.com/images/chiyoda-souon-map.jpg>)

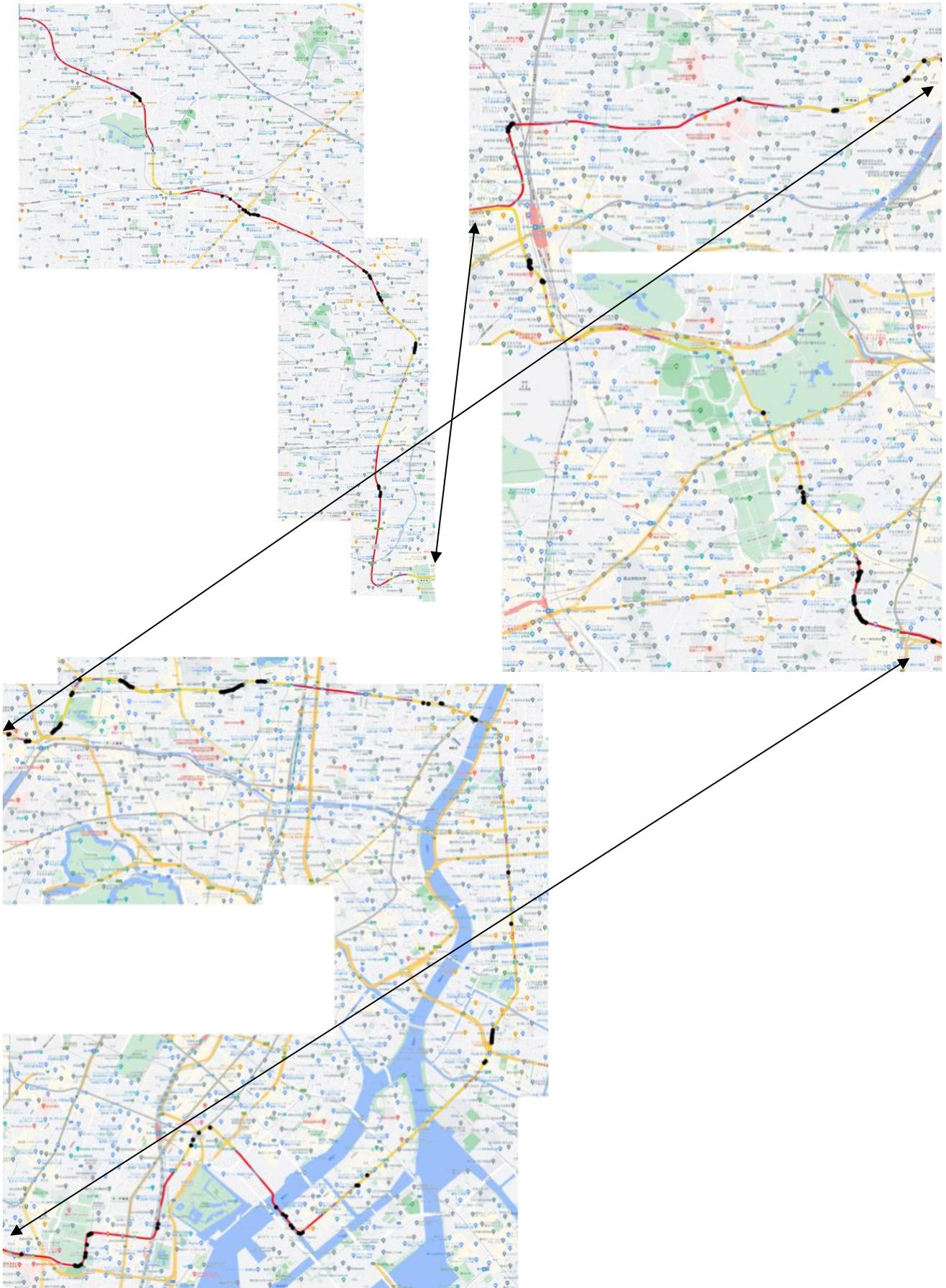


Fig. 5-c 大江戸線の騒音マップ (<https://www.cello-maker.com/images/ooedo-souon-map.jpg>)