



表紙

水彩画

散策、旅

訪問:172732人

[└JR最長経路問題](#) [└JR最長経路の旅](#) [└私鉄と廃線の旅](#)

佐藤和夫>散策、旅> ☆2007/2/10版 JR最長経路問題・厳密解

今回の改訂

- (07/02/10)厳密解070210版: 新谷誠先生からのコメントを反映して、4章を更新しました。

[└→もっと見る](#)

[目次](#) [└はじめに](#) [└1.旅へのお誘い](#) [└2.どんな問題か](#) [└3.解けた](#) [└4.何が大変か](#) [└5.残る課題](#) [└改訂履歴](#)

はじめに

それは、つねに新しい経路(ルート)をたどりながら、[稚内駅](#)から[若井駅](#)までの総延長14412.8kmを、一筆書きで乗りつくす旅です。 数的解析の結果分かったことですが、行き止まりの路線を除くすべてのJRの乗り換え駅をたどる旅でもありました。 この記事は、その経路をどのようにして求めたかを説明するものです。

14412.8kmは地球半周よりも更に約2800km以上長くて、日本から地球の反対側のブラジルを越えて、大西洋のど真ん中までたどり着ける距離に相当します。 日本は広いですね。 また、JRの四分の三を乗り尽くします。 我が駅、[平城山\(ならやま\)駅](#)も通過することになっていたのも、安心しました。

[目次](#) [└はじめに](#) [└1.旅へのお誘い](#) [└2.どんな問題か](#) [└3.解けた](#) [└4.何が大変か](#) [└5.残る課題](#) [└改訂履歴](#)

1. JRの旅へのお誘い

途中下車をせずに、JRの異なる経路を次々と乗り継いで旅をしたら、一筆書き出来る最長経路の乗車距離は何キロメートルぐらいになるのでしょうか? いったい何駅から乗車し、最後にどこで下車することになるのでしょうか? また、途中でどんな情景が待ち受けているのでしょうか? これからご案内します。

この旅は結論から言うと、[稚内駅](#)から[若井駅](#)までの、乗車距離合計14412.8営業キロ[引用1.1]を、途中下車することなく乗り続けることとなります。 最長経路は新幹線が出来たり、新駅が出来たり、ローカル線が廃止されるたびに变化します。 新駅が出来たらなぜ最長経路は変わるのだから

う？と思われるかもしれませんが、新駅が出来るとそれにより新しい経路が出来上がるので、総延長距離は増える可能性が高いのです。

最近では、東北新幹線が八戸まで延伸されたり、九州新幹線が八代まで暫定開業されていますので、2007年1月号の時刻表を買ってきて計算してみたところ、残念ながら2001年5月に比べ短くなっていました。

↑ 関連記事

[引用1.1]: ↑ [営業キロ、ウィキペディア](#)

目次 [└はじめに](#) [└1.旅へのお誘い](#) [└2.どんな問題か](#) [└3.解けた](#) [└4.何が大変か](#) [└5.残る課題](#) [└改訂履歴](#)

↑ 2. JR最長経路問題とは何か

ここでは、JRの「**ある経路は一度だけ通過できる**」こととして、ある特定日の一筆書きできる最長経路のルート、その時の乗車距離、発駅、着駅を求めようとしています。

なお、JRには**最長片道切符**[\[引用2.1\]](#)なるものがありますが、これは「**ある駅は一度だけ通過できる**」という条件で、一筆書きできる最長経路のルートを求めようとするものです。この数値的解析はすでに行われています。

それによると、2000年当時東大大学院生であった葛西隆也は、**整数計画法と全探索という数学的に厳密な二つの方法で最長切符の経路（稚内→肥前山口、11,925.9キロ）**を求めた。[\[引用2.1\]](#)という記述があります。

またご本人による説明もWEBに記載されています[\[引用2.2\]](#)。

↑ 関連記事

[引用2.1]: ↑ [最長片道切符、ウィキペディア](#)

[引用2.2]: ↑ [最長片道きっぷの経路を求める、葛西隆也](#)

目次 [└はじめに](#) [└1.旅へのお誘い](#) [└2.どんな問題か](#) [└3.解けた](#) [└4.何が大変か](#) [└5.残る課題](#) [└改訂履歴](#)

↑ 3. 一筆書きJR最長経路はこれだ！

2007年1月現在の最新のものは、次の通りです。今回はJR定理1の2006年12月発見のおかげで8日間に計算が短縮されました。

JR時刻表横須賀線が新子安経由から鶴見経由に変更されていることに気がつきました。 次回計算時に変更します。

稚内から乗車し若井駅までの総延長で、乗車距離合計14412.8営業キロです。ここでは、北海道内と、本州および九州とを分けて表示しました。

稚内,電飛海底,1569.0営業キロ,

(稚内=*宗谷本線=新旭川=*石北本線=東釧路=*根室本線=新得=*根室本線=富良野=*富良野線=旭川=*函館本線=深川=*函館本線=滝川=*函館本線=岩見沢=*室蘭本線=追分=*室蘭本線=沼ノ端=*千歳線=南千歳=*千歳線=白石=*函館本線=桑園=*函館本線=長万部=*函館本線=竜飛海底)

電飛海底,若井,12843.813180.9営業キロ,

(竜飛海底=*海峡線=青森=*奥羽本線=川部=*五能線=東能代=*奥羽本線=秋田=*秋田新幹線=大曲=*秋田新幹線=盛岡=*東北新幹線=新花巻=*釜石線=花巻=*東北本線=北上=*東北新幹線=一ノ関=*気仙沼線=前谷地=*仙石線=仙台=*東北新幹線=福島=*山形新幹線=米沢=*山形新幹線=山形=*山形新幹線=天童=*山形新幹線=新庄=*陸羽東線=古川=*東北新幹線=一ノ関=*東北本線=小牛田=*東北本線=仙台=*仙山線=羽前千歳=*奥羽本線=南出羽=*奥羽本線=天童=*奥羽本線=新庄=*奥羽本線=横手=*北上線=北上=*東北新幹線=新花巻=*釜石線=盛岡=*田沢湖線=大曲=*奥羽本線=秋田=*羽越本線=余目=*羽越本線=坂町=*米坂線=米沢=*奥羽本線=福島=*東北新幹線=郡山=*東北本線=福島=*東北本線=岩沼=*常磐線=いわき=*磐越東線=郡山=*東北新幹線=新白河=*東北本線=黒磯=*東北本線=那須塩原=*東北本線=宇都宮=*東北新幹線=那須塩原=*東北新幹線=新白河=*東北本線=安積永盛=*水郡線=水戸=*常磐線=友部=*水戸線=小山=*東北本線=自治医大=*東北本線=宇都宮=*東北新幹線=小山=*東北本線=大宮=*上越新幹線=高崎=*上越新幹線=越後湯沢=*上越新幹線=浦佐=*上越線=小出=*只見線=会津若松=*磐越西線=喜多方=*磐越西線=新津=*羽越本線=新発田=*白新線=新潟=*信越本線=新津=*信越本線=東三条=*信越本線=長岡=*上越新幹線=燕三条=*上越新幹線=新潟=*越後線=吉田=*越後線=柏崎=*信越本線=宮内=*信越本線=長岡=*上越新幹線=浦佐=*上越線=越後湯沢=*上越線=新前橋=*両毛線=小山=*東北新幹線=大宮=*東北新幹線=上野=*東北新幹線=東京=*総武線=錦糸町=*総武本線=西船橋=*武蔵野線=新松戸=*武蔵野線=三郷=*武蔵野線=南浦和=*京浜東北線=大宮=*高崎線=倉賀野=*八高線=高麗川=*川越線=大宮=*埼京線=武蔵浦和=*武蔵野線=西国分寺=*中央本線=新宿=*山手線=池袋=*山手線=田端=*京浜東北線=赤羽=*東北本線=日暮里=*常磐線=新松戸=*常磐線=我孫子=*総武本線=成田=*総武本線=成東=*総武本線=佐倉=*総武本線=千葉=*内房線=蘇我=*内房線=大網=*外房線=蘇我=*京葉線=南船橋=*武蔵野線=西船橋=*京葉線=市川塩浜=*京葉線=東京=*山手線=神田=*山手線=秋葉原=*総武本線=御茶ノ水=*中央本線=代々木=*山手線=大崎=*山手線=品川=*東海道本線=川崎=*南武線=尻手=*鶴見線=鶴見=*東海道本線=新子安=*横須賀線=品川=*東海道本線=田町=*東海道本線=東京=*東海道新幹線=新横浜=*横浜線=東神奈川=*東海道本線=横浜=*根岸線=大船=*東海道本線=茅ヶ崎=*東海道本線=国府津=*御殿場線=沼津=*東海道本線=富士=*見延線=甲府=*中央本線=八王子=*八高線=拝島=*青梅線=立川=*南武線=府中本町=*武蔵野線=西国分寺=*中央本線=立川=*中央本線=八王子=*横浜線=橋本=*横浜線=新横浜=*東海道新幹線=小田原=*東海道本線=三島=*東海道新幹線=静岡=*東海道本線=豊橋=*東海道本線=三河安城=*東海道本線=金山=*中央本線=多治見=*中央本線=塩尻=*中央本線=岡谷=*中央本線=小淵沢=*八ヶ岳高原線=佐久平=*長野新幹線=長野=*信越本線=豊野=*信越本線=直江津=*北陸本線=糸魚川=*大糸線=松本=*篠ノ井線=塩尻=*中央本線=辰野=*飯田線=豊橋=*東海道新幹線=三河安城=*東海道新幹線=名古屋=*関西本線=桑名=*関西本線=亀山=*紀勢

本線=和歌山=*阪和線=天王寺=*大阪環状線=京橋=*大阪環状線=大阪=*東海道本線=新大阪=*東海道本線=京都=*東海道新幹線=米原=*東海道新幹線=名古屋=*東海道本線=岐阜=*高山本線=美濃太田=*高山本線=富山=*北陸本線=敦賀=*小浜線=綾部=*山陰本線=京都=*奈良線=木津=*関西本線=柘植=*草津線=草津=*東海道本線=米原=*北陸本線=近江塩津=*湖西線=山科=*東海道本線=京都=*東海道新幹線=新大阪=*山陽新幹線=西明石=*山陽本線=尼崎=*JR東西線=京橋=*片町線=木津=*関西本線=奈良=*桜井線=高田=*和歌山線=王寺=*関西本線=天王寺=*大阪環状線=大阪=*山陽本線=尼崎=*福知山線=谷川=*加古川線=加古川=*山陽本線=西明石=*山陽新幹線=姫路=*播但線=和田山=*山陰本線=鳥取=*因美線=東津山=*姫新線=姫路=*山陽新幹線=相生=*山陽本線=東岡山=*赤穂線=相生=*山陽新幹線=岡山=*津山線=津山=*姫新線=新見=*伯備線=総社=*吉備線=岡山=*山陽本線=倉敷=*山陽本線=新倉敷=*山陽新幹線=福山=*福塩線=塩町=*福塩線=備後落合=*芸備線=備中神代=*伯備線=伯耆大山=*山陰本線=宍道=*山陰本線=江津=*三江線=三次=*芸備線=広島=*山陽新幹線=徳山=*山陽新幹線=新山口=*山陽新幹線=厚狭=*山陽本線=新下関=*山陽新幹線=小倉=*鹿児島本線=西小倉=*鹿児島本線=折尾=*鹿児島本線=香椎=*鹿児島本線=吉塚=*篠栗線=長者原=*篠栗線=桂川=*筑豊本線=新飯塚=*後藤寺線=田川後藤寺=*日田彦山線=城野=*日豊本線=大分=*日豊本線=南宮崎=*日豊本線=都城=*えびの高原線=吉松=*肥薩線=隼人=*日豊本線=鹿児島中央=*九州新幹線=川内=*九州新幹線=新八代=*鹿児島本線=熊本=*阿蘇高原線=大分=*ゆふ高原線=夜明=*ゆふ高原線=久留米=*鹿児島本線=鳥栖=*鹿児島本線=原田=*鹿児島本線=博多=*山陽新幹線=小倉=*鹿児島本線=幡生=*山陽本線=新下関=*山陽新幹線=厚狭=*美弥線=長門市=*山陰本線=益田=*山口線=新山口=*山陽本線=宇部=*山陽本線=小野田=*小野田線=居能=*宇部線=新山口=*山陽本線=徳山=*山陽本線=櫛ヶ浜=*山陽本線=岩国=*山陽本線=広島=*山陽新幹線=三原=*呉線=海田市=*山陽本線=三原=*山陽本線=尾道=*山陽本線=福山=*山陽本線=新倉敷=*山陽新幹線=岡山=*瀬戸大橋線=宇多津=*高德線=佐古=*徳島線=佃=*土讃線=多度津=*予讃線=若井)

注)

・データはJTB時刻表2007年1月号、2007年1月1日発行に依ります。

・「経路」とは、この時刻表P4~P22P18~P35の経路図に表示されたものを指します。ここでは、実際には物理的に別線であるものが、一つの経路として記入されている例、たとえば横須賀線の大船横浜間がありますが、経路図通りに一つの経路として入力しています。また、逆に実際には物理的に一つの路線であるものが、二つの経路として記入されている例、たとえば秋田新幹線と田沢湖線がありますが、経路図通りに二つの経路として入力しています。また、この経路図には、新子安から品川間が横須賀線であり、新子安に停車するかのように表示されていますが、その通りに新子安と品川間を一つの経路として扱っています。他にも類似の例がありますが、すべて経路図通りに経路を入力しています。

・一部の区間で一つの経路に複数の路線が乗っている場合、たとえば山手線と京浜東北線の日暮里~品川間がありますが、便宜上片方のみを経路名として使用しました。

・JTB時刻表2001年5月号当時の最長経路は[こちらをご覧ください](#)。

目次 [└はじめに](#) [└1.旅へのお誘い](#) [└2.どんな問題か](#) [└3.解けた](#) [└4.何が大変か](#) [└5.残る課題](#) [└改訂履歴](#)

4. JR最長経路問題の数的解析は大変

数的解析で最長経路を求めようとする、計算量が大きすぎるという問題が立ちはだかります。

何故なら、JR最長経路問題はその問題の定義上、ある駅は複数回通過可能です。言い換えればループ解の存在が許されます。そうすると、最長片道きっぷの経路を求めたときの**整数計画法** (Integer Programming) を用いることは出来無いと思っていました。しかし、2006/12/8にループ解は連結グラフにおいては、最長解とはなりえないという証明に成功したので、今後整数計画法も検討したいと思います。また、**モンテカルロ法**は、これが最長経路だ！という保証はなく、38年前に試みたことがあるのですが、今回は見送りました。

残るは全探索ですが、上の葛西さんの最長片道きっぷの経路を求めたときの説明を**参照2**より引用します。・・・これは何も考えずにすべての組み合わせを列挙し、その中から、その中から一番いいものを探そう、というごく単純なもので、だれでも思いつく「おバカ」な方法です。ただし、この問題をそのまま全探索で解くと、現在のコンピュータの性能では答えが出る前に地球の寿命が来る恐れがあります。少なくともコンピュータの寿命は来るでしょう。・・・

全検索でJR最長経路問題を解くには、経路数を n とすると、 2^n の組み合わせで一筆書きできるかどうか検査することが必要です。経路数が2であれば 2×2 で4通りですが、経路数が10になると $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$ で1024通りになります。実際にはJR経路数は400程度ありますので、 2^n が400程度並び、考えるのも恐ろしいほどの計算量が必要です。計算量削減のために行った工夫を、つぎに述べます。

4.1 一筆書きできるかどうか、すばやく検査する方法

経路群とその乗り換え駅を用意したときに、すべての経路を通過した一筆書きが可能かどうかは、次のようにして判定しました。以下の定理で、JRの駅と経路のみならず、一般的なグラフでも成立すると考えられるものは、エッジとノードという、**グラフ理論**の用語で示します。エッジは経路、ノードは駅に相当します。各ノードは、それぞれノードを出入りするエッジを1以上の複数持っているとしします。

次に述べる**一筆書き定理1**および**2**ここでは前提として、**エッジ同士は連結されているかどうかは不明**としています。そうすると連結グラフで有名な**オイラーの一筆書き定理**は成立しません。ご注意ください。

一筆書き定理1：あるエッジの組み合わせが一筆書き出来るのは、奇数の出入りノードを持つエッジの合計数 a が2もしくは0の時です。この逆は成立しません。

なおエッジ合計数が2の解はここでは直線解と呼び、合計数が0のものはループ解と呼ぶことにします。

証明：二つ以上の島に分かれても合計数が2、0のものが作成できるため、十分条件については成立しません。

例として、JR最長経路問題の実測では約552倍高速になりました。といっても、単位時間で9経路強余分に計算できることになっただけですが・・・

一筆書き定理2：一筆書き定理1から導き出されるものですが、つぎの定理が成立します。

通過出来ないエッジ数 = $(a-2)/2$ 個 ただし、 $a=0,1$ は除きます。また、割り切れないときは切り上げします。

例として、JR最長経路問題の実測では約3倍高速になりました。 といっても、単位時間で1経路弱余分に計算できることになっただけです・・・

一筆書き定理3： 連結グラフでは、エッジの属性が線形性を持つ（距離など）の加算法則

~~$(x+y=z$ が成立する、とも言います)~~ **が成り立つ場合には、最長経路は必ず直線解です。** ただし例外として、すべてのノードがループ経路に含まれる場合のみ、ループ解が最長経路となります。

証明： ループ解が最長経路解になったとします。すると、それに含まれるすべてのエッジは経路開始エッジとなり得ます。ループ解に属するあるノードに、別のエッジが接続していると、そのエッジから出発することにより、より長い経路が作成可能です。

行き止まり経路uから出発する場合には注意が必要です。uと接続するノードが元々偶数のエッジと接続していた場合には、uの長さが、uを追加することにより追加できなくなるエッジ長より長いことが必要です。

一筆書き定理4： 連結グラフでは、加算法則が成り立つ場合には、通過可能なすべてのノードを通過する経路解が存在すれば、その解中の一つが最長経路です。 この逆は成立しません。

通過できないノードとは、つぎの条件を満たしているものです。

①そのノードが奇数のエッジと接続し、さらに接続するすべてのノードが奇数のエッジと接続しており、かつ

②そのノードと接続しているエッジが、接続するすべてのノードから見て最短である。

証明： 通過可能なすべてのノード中のどれか一つをはずす一筆書き経路解を作成したとします。すると、そのノードを通過するすべてのエッジは通過できなくなり、その分、経路は短くなります。奇数のエッジを持つノードは、必ず一つ通過できないエッジを持ちます。最短のエッジを通過すると、必ず他よりも短い経路となるので、通過しないほうが選ばれます。どの方向から来てもそうであるので、通過できなくなります。

4.2 経路数を削減する方法

エッジ数を1つ減らせれば、計算時間は半分になります。この節では、エッジの属性が線形性を持つプロパティが加算法則に当てはまる場合について、該当する定理について述べます。

簡約定理1： あるノードが2つのエッジと接続している場合は、そのノードは削除し、2つのエッジを加算法則によって合併させ、1つにすることが出来ます。

例として、平城山駅は、奈良駅までと、木津駅までの二つの経路を持っていますが、削除して奈良駅から（平城山駅を中抜きして）木津駅までの一つの経路に簡約することが可能です。

簡約定理2： 2つのノードが2つのエッジと接続することが繰り返され、しかも2つのエッジの属性プロパティが同じ場合は、繰り返しをすべて削除し、2つのノードと2つのエッジに簡約出来ます。

例として、豊橋、浜松、掛川、静岡は、新幹線と在来線が並行して走っていますが、簡約定理1を使用すると、簡約定理2の適用が可能になります。簡約定理2により、この4つの駅と6個の経路は中

抜きされて、2つの駅（豊橋、静岡）と2つの豊橋～浜松の経路に簡約されます。

ここまでで、計算量は次のようになります。

日本全国の計算量 = おおよそ比例（ 2の日本全国の経路数（約400）乗 ）

4.3 JR独特の制約を生かす方法

これは、つぎの4.4節のための準備になります。

JR定理1： 行き止まり経路を除いたすべての駅を通過する一筆書き経路を作成できた場合には、発駅は稚内、着駅は若井の直線解のみを求めれば最長経路が見つかります。

証明： 現時点で行き止まり経路は、最長が北海道の稚内から青森（1632.9営業キロ）、2番が四国の若井から岡山（585.2営業キロ）、3番が島原地方の肥前山口から鳥栖（187.9営業キロ）です。 それらを除いた本州および九州経路ですべての駅を通過できた場合には、一筆書き定理4により、それが本州・四国最長経路となります。 それに行き止まり経路を追加することにより、さらに長い経路を作成可能（一筆書き定理3）ですが、稚内を発駅、若井を着駅とすることにより、日本全体の最長経路となります。 なお、行き止まり経路は、一筆書き定理4の性質上、必ず本州・四国最長経路に接続可能です。

将来新幹線が青函トンネルを越え、かつ在来線も残れば、複数経路が北海道と本州間に出来るため、稚内は最長行き止まり経路で無くなります。 こうなれば、最長が四国の若井から岡山、2番が北海道の稚内から新旭川（255.7営業キロ）、3番が島原地方の肥前山口から鳥栖と変化します。 発駅、着駅は変化しません。

4.4 藩分割による方法

上の定理群を利用して、僕のPCでは36エッジ程度を計算するのがせいぜいでした。 日本全国約400経路の数的解析はとても手が出ません。 しかれば、次の手はエッジ群をいくつかのドメインに分割して計算し、あとで結果を貼り合わせると言う方法が、グラフ理論では良く用いられています。

ここでは、少し異なった方法を取っています。 日本列島が細長いことを利用して、大根の輪切りのように各地方を、駅を切り口に切ってゆきます。 そうすると、切り取られた各地方（以下、藩と呼びます）には、その中に含まれる経路群、九州側の切り口と北海道側の切り口ができてきます。「ドメインと、外との貼り合わせ」という代わりに、「ドメイン（各藩）と、外1（九州側切り口）および外2（北海道側切り口）」との2つに、外を分類してしまおうという訳です。

なお切り口になった駅は、これから「関所」と呼ぶことにします。 九州側切り口に属する駅は九州側関所、北海道側切り口に所属するものは北海道側関所と呼ぶことにします。

では、2001年5月のJTB時刻表を用いて、実際にどのように分割したかを紹介します。下の表で九州側関所群とは、ある地方から見て、その九州側関所群の通過方法すべてを指します。 その数はおおよそ、関所数が11であれば、おおよそ $3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3$ （3の11乗）となります

が、実際には通過できない経路がかなりあるので、数はそれより少なくなります。 ちなみに計算時間は僕のPCで、東京を主とした南関東7日間、大阪を主とした東関西で5日間、北海道で10秒程度でした。

表4.4 分割された藩と、その切り口

各藩名	九州側 関所群	各藩内 経路数	北海道側 関所数
南九州	0	11	2
島原地方	0	10	1
北九州	4	29	2
西中国	4	29	4
四国	0	8	1
東中国	37	26	4
西関西	37	20	4
東関西	37	32	4
中部	37	28	5
東海	109	20	6
西関東	377	31	9
南関東	16783	25	11
千葉	140383	18	10
埼玉	2576	25	7
新潟	1049	25	6
福島	379	30	6
南東北	381	20	5
北東北	115	25	1
北海道	1	28	0

ここまでで、計算量は次のように変化します。 大分少なくなりましたが、PCが壊れるまでには計算できそうにないようです。

・各藩ごと計算量 = おおよそ比例（九州側関所群x（2の各地方内の経路数乗）x（3の北海道側関所数乗））

・日本全国の計算量 = 南九州の計算量 x 島原地方の計算量 x … x 北海道の計算量

上で、切り口の関所群はおおよそ3の関所数乗と述べましたが、それは次の定理に基づいています。

ある藩の九州側と北海道側切り口の合計関所数が1であり、かつエッジのプロパティに加算法則が適用される場合につきのことが成り立ちます。

関所定理1：その藩のすべてのノードおよびエッジは簡約して、1つのノードと、それと関所を結ぶ1つの、最長経路解であるエッジに代えることができます。

例として関所数1を持つ藩としては、島原地方および北海道があります。 島原地方は肥前山口駅に、北海道は稚内駅に簡約されます。 通過経路も固定されます。

また、九州側関所数が1、北海道側関所数が1の場合にも同様につきのことが成り立ちます。

関所定理2：その藩のすべてのノードおよびエッジは簡約して、九州側関所、北海道側関所とそれらを結ぶ1つの、最長経路解であるエッジに代えることができます。

例としては、北海道函館本線、森駅と七飯駅の間が挙げられます。

関所門番から見ると、ある旅人は藩外からやってきて藩の中に入るか、逆に藩内からやってきて外に出るかです。 もしも、ある切り口の関所群全部を一人の門番が管理することが出来れば、その切り口を通るすべての旅人が、どちらから来て、どの関所を通過して藩内に入り、どの関所から出て行ったかが分かります。 中には何回か出入りした後に、出ていき再度戻ってこない旅人とかが分かります。 ここである関所は一度しか通過できないという制約を設けます。 この制約は計算量に影響を及ぼしません。

制約：北海道側関所となりうる駅は、各藩内からの経路が1つのものを選択します。 これは関所がループ経路の途中に存在することを避けるためです。

そうすると、すべての旅人は切り口を通過したあと、他の関所を通過して戻ってゆくか、それとも切り口を通過した後に戻ってこないかのどちらかとなります。 戻るとはこれからU型経路と呼びます。 丁度、Uターンして故郷に戻ることに相当します。 故郷と大都会を何回も行きち戻りつ、Uターンを繰り返すことが可能です。 それに比べ、行きっぱなしの場合は、これからI型経路と呼ぶことにします。 また、旅人の通りうる、関所のすべての通過方法を関所群と呼ぶことにします。 そうすると、次の定理が成り立ちます。

関所定理3：ある切り口の関所数を s としたときに、I型経路は最大2、U型経路は最大 $s/2$ 経路取りえます。 関所群は、この制限の元でのすべての通過方法の組み合わせになります。 これがおおよそ3の関所数乗になるわけです。

ただし、一生藩から出ない人とか、外に住んでいてその藩へ行かない人は門番には分かりません。 言い換えれば、最長経路解があるドメイン内に潜んでいる場合には、ドメイン分割を下手におこなうと、その解を見逃す可能性が一般論としてはあります。 JRの場合にはJR定理1により、その可能性はありません。

4.5 発駅、着駅の地方固定による方法

上の方法ではまだ現実に数的解析で答えを得るには至りません。ここでは更に予想と定理を追加することにより、やっと現実に計算が完了できる射程内に入ります。

まず、JR定理1に基づき、稚内から青森、若井から岡山以外のすべての行き止まり経路の切り捨てを行います。

次に、計算は九州側から3.4表の順番に上から下へ（北に向かって）行います。まず、南九州の北海道側切り口に所属する関所を通過するすべての通過経路情報は、経路群ごとに整理され、九州側関所群として北九州に渡されます。北九州ではそれと、北九州の北海道側関所群とのすべての組み合わせの基に、北九州の通過経路情報を計算します。

通過経路情報の例として、南九州から渡される通過経路情報を紹介します。経路の発駅,着駅,最長経路距離（単位100m）,経路 が、合計4つの経路群として、北九州に引き渡されます。

```
志布志,千丁,4341,(千丁=*鹿児島本線=八代=*鹿児島本線=西鹿児島=*日豊本線=隼人=*肥薩線=吉松=*えびの高原線=都城=*日豊本線=南宮崎=*日南線=志布志)
      ****,0, 上の経路群は : g=1 関所=1:千丁
枕崎,宮崎,4699,(宮崎=*日豊本線=南宮崎=*日豊本線=都城=*日豊本線=隼人=*肥薩線=吉松=*肥薩線=八代=*鹿児島本線=西鹿児島=*指宿枕崎線=枕崎)
      ****,0, 上の経路群は : g=2 関所=2:宮崎
八代,千丁,3920,(千丁=*鹿児島本線=八代=#肥薩線=吉松=#えびの高原線=都城=#日豊本線=隼人=#日豊本線=西鹿児島=#鹿児島本線=八代)
      志布志,宮崎,915,(宮崎=*日豊本線=南宮崎=*日南線=志布志)
      ****,0, 上の経路群は : g=3 関所=1:千丁 関所=2:宮崎
千丁,宮崎,3478,(宮崎=*日豊本線=南宮崎=*日豊本線=都城=*えびの高原線=吉松=*肥薩線=隼人=*日豊本線=西鹿児島=*鹿児島本線=八代=*鹿児島本線=千丁)
      ****,1, 上の経路群は : g=4 関所=3:千丁,宮崎
```

関所定理4 : JR定理1の基で、北海道側関所群に残す通過経路情報としては、最長経路距離と、その経路の2つで十分です。

これは、ある藩からみて、それまで通過してきた九州側情報から、部分的な最適化を図ることを意味しています。北海道側の経路情報を含めた、日本全国視点からの最適化はしていません。が、JR定理1を前提条件としてですが、それでよいということの証明は、葛西さんが、「[最長片道きっぷの経路を求める](#)」の「[\[3-5\] 全探索で（分割編2）最長片道きっぷの経路を求める](#)」中「連結でない」問題への対応、で証明されていらっしゃるようですのでご覧ください。

例で示すと、上の例の上から7~10行目（g=3）の経路群については最適化が、九州側のみで行われていますが、これが関所定理4を利用しているところです。

```
八代,千丁,3920,(千丁=*鹿児島本線=八代=#肥薩線=吉松=#えびの高原線=都城=#日豊本線=隼人=#日豊本線=西鹿児島=#鹿児島本線=八代)
      志布志,宮崎,915,(宮崎=*日豊本線=南宮崎=*日南線=志布志)
```

****,0, 上の経路群は : g=3 関所=1:千丁 関所=2:宮崎

これにより、つぎのように3.4節のxが+に変化し、やっと現実的に数的解析出来る程度の計算量となりました。 といっても、僕のPCで手作業部分も含め、やっと2ヶ月ぐらいに収まるようになったという事です。

日本全国の計算量 = 南九州の計算量 + 島原地方の計算量 + . . . + 北海道の計算量

↑ 関連記事

- [引用4.1]: ^ [整数計画法](#)、ウィキペディア
- [引用4.2]: ^ [モンテカルロ法](#)、ウィキペディア
- [引用4.3]: ^ [連結グラフにおける迷路の解法](#)、ウィキペディア
- [引用4.4]: ^ [グラフ理論](#)、ウィキペディア
- [引用4.5]: ^ [オイラーの一筆書き定理](#)、ウィキペディア

[目次](#) | [はじめに](#) | [1.旅へのお誘い](#) | [2.どんな問題か](#) | [3.解けた](#) | [4.何が大変か](#) | [5.残る課題](#) | [改訂履歴](#)

↑ 5. JR最長経路問題・残る課題とその解決

- ・ 計算結果は、行き止まり経路を除く、通過できるすべての駅を通過しています。 福知山駅は通過していませんが、これは通過できない駅です。 したがって、JR定理1の適用が可能です。
- ・ 上では計算に2ヶ月必要だったと書きましたが、JR定理1「若井が必ず着駅だと分かったこと」を執筆の途中で発見したことにより、四国を含めた再計算では、それまで2ヶ月要していたものが、1ヶ月弱になりました。 更に、最新の計算では8日間に短縮されました。
- ・ 現状では多大な計算時間が必要です。 計算時間短縮のためには、整数計画法の採用が有効と思われませんが、必ず解けると言うわけではないようです。 今回、ループ解は最長経路解となり得ないという証明ができましたので、この採用にある程度の見通しが出てきました。
- ・ また、今回採用した全探索についても、現状のプログラムでは、ループ解も求められるし、発駅、着駅はどこでも良いと言ったアルゴリズムを採用しています。 が、今回発見したJR定理1を前提としたアルゴリズム、たとえば発駅、着駅が固定できる場合の、[連結グラフにおける迷路の解法](#)を採用すれば、飛躍的に計算時間が短縮できると思います。 多分1日程度になるのもわりとすぐではないでしょうか。

目次 [はじめに](#) [1.旅へのお誘い](#) [2.どんな問題か](#) [3.解けた](#) [4.何が大変か](#) [5.残る課題](#) [改訂履歴](#)

改訂履歴

- (21/10/07)[私鉄と廃線の旅>広場公園](#)を訪問しました。
- (21/04/13)[稲城長沼駅](#)を訪問しました。
- (21/02/27)[厳密解2021年度版](#):
 1. 最新2021年3月ダイヤ改正を反映し、再計算した最新版をお届けします。
 2. 2017年の九州北部豪雨で被災し、不通になったJR九州、日田彦山線の添田（添田町）－夜明（大分県日田市）間の復旧がバス高速輸送システム（BRT）に正式決定しました。これにより、JR最長経路が変化するか今回再計算したところ、これによる影響はありませんでした。九州の動画、静止画に廃止を反映しました。
 3. [現在多くの、2011年東北地方太平洋地震などの、頻発する災害による長期運休区間\[引用5.2\]](#)が存在します。これらの長期運休区間は、復活を信じて計算に含めています。
 4. JR北海道、札沼線の一部区間(北海道医療大―新十津川、47・6キロ)の廃止を反映し、北海道の動画、静止画を更新して、2021年度版としました。この区間は元々行き止まり状態ですので、[JR定理1](#)により計算から除外されており、最長経路への影響はありません。
 5. JR北海道、厚賀～大狩部駅間で発生した、高波に伴う土砂流出の影響で不通になっています[日高線\[引用5.9\]](#)鶴川―様似間については、20/11/03に廃止と決まりました。そのため、この区間の北海道動画、静止画を更新しました。この区間は元々行き止まり状態ですので、[JR定理1](#)により計算から除外されており、最長経路への影響はありません。
 6. 「[3.3 最長経路解](#)」に、いくつか下線の付いた駅があります。これらは、実際に訪ねたレポート([JR最長経路の旅](#))がある駅です。こちらをクリックしてお楽しみ頂ければ幸いです。

これらにより、[稚内駅](#)から乗車し[若井駅](#)までの最長経路解は、総延長13993.3kmのまま、前年と変化はありませんでした。

-
- (21/01/27)読者、延べ3万人を越えました。2006年12月3日に執筆し、足かけ14年余での達成になります。思いの外多くの方々にお読みいただき、感謝に堪えません。
 - (20/10/20)[厳密解2020年度版](#): [5章](#):いただいた質問への回答を追加しました。
 - (20/09/20)[厳密解2020年度版](#): [5章](#)を改訂しました。
 - (20/04/16)JR北海道、札沼線の一部区間(北海道医療大―新十津川、47・6キロ)の廃止が、今月24日に前倒しされることが発表されました。4月1日からすでに代替バスの運行が始まっています。この区間は元々行き止まり状態ですので、[JR定理1](#)により計算から除外されており、最長経路への影響はありません。
 - (20/02/26)[厳密解2020年度版](#):
 1. 最新2020年3月ダイヤ改正を反映し、再計算した最新版をお届けします。

2. 2011年の東日本大震災で被災した、気仙沼線（柳津—気仙沼間）と大船渡線（気仙沼—盛間）が2020/11/13(金)に正式廃止されます。これらはすでに、バス高速輸送システム（BRT）で代替されています。今回は、廃止されたものとして計算します。これにより（一ノ関=*大船渡線=*気仙沼線=前谷地）は切断されます。これによる影響は大きく、今回乗車距離合計は、162.7kmの減少となりました。
3. 現在多くの、2011年東北地方太平洋地震などの、頻発する災害による長期運休区間[引用5.2]が存在します。これらの長期運休区間は、復活を信じて計算に含めています。
4. 石勝線[引用5.8]の支線、新夕張=*石勝線=夕張（16.1km）は、2019/3/31に廃止されました。厳密解2019年度版で見送っていた、この区間の動画、静止画を更新しました。
5. 「3.3 最長経路解」に、いくつか下線の付いた駅があります。これらは、実際に訪ねたレポート(JR最長経路の旅)がある駅です。こちらをクリックして楽しみ頂ければ幸いです。

これらにより、稚内駅から乗車し若井駅までの最長経路解は、総延長14156.0kmから13993.3kmに変化しました。

-
- (19/11/03)厳密解2019年度版:
このWebサイトから外の世界へ飛ぶ場合は、必ず[引用]を経由する形に変更しました。これにより、これから外部サイトへ飛ぶということを、強く意識出来ます。また、情報ソースを明示することで、より安全性の高いサイトを目指しました。他のページについても、徐々に変更して行きます。
 - (19/11/03)作品「十分間で描いた・駅の風景」を上梓しました。
 - (19/11/01)「相鉄・JR直通線」が11月30日（土）に開業し、JRの東海道貨物線（羽沢線）に接続します。羽沢横浜国大駅から武蔵小杉までの区間です。貨物線を旅客運送にも使用する訳ですが、行き止まり状態ですので、JR定理1により計算から除外されており、今回は最長経路への影響がありません。
 - (19/05/11)読者、延べ2万人を越えました。2006年12月3日に執筆し、足かけ13年での達成になります。思いの外多くの方々にお読みいただき、感謝に堪えません。
 - (19/03/01)厳密解2019年度版:
 1. 最新2019年3月ダイヤ改正を反映し、再計算した最新版をお届けします。
 2. 2019/3/16(土)に おおさか東線[引用5.7]が北に延伸され、鳴野=*おおさか東線=新大阪（9.4km）が開通します。
計算の結果、これによる影響はなく、2018年4月に比べJR最長経路は変化ありませんでした。言い換えれば、おおさか東線を追加しません。考えてみると、おおさか東線は奈良から新大阪までの距離短縮ですので、最長経路を捜すことは、真反対のような気がします。
 3. 現在多くの、2011年東北地方太平洋地震などの災害による長期運休区間[引用5.2]が存在します。そのうち、宮古=*山田線=釜石（55.4km）は、2019年3月22日をもって三陸鉄道への移管し復旧することになりましたので、(15/02/27)以降の計算から削除しています。その他の長期運休区間は、復活を信じて計算に含めています。
 4. 石勝線[引用5.8]の支線、新夕張=*石勝線=夕張（16.1km）は、2019/3/31に廃止されま

す。この区間は元々行き止まり状態ですので、[JR定理1](#)により計算から除外されており、最長経路への影響はありません。2015年版動画、静止画に新夕張=夕張間の表示がありますが、計算に関係ないので、今回、これの更新は見送ります。

5. 松永様のコメントにより、本州動画中、富山から敦賀の表示を、北陸新幹線対応に修正いたしました。ご指摘、ありがとうございました。
6. 「[3.3 最長経路解](#)」本州解に下線の付いた駅が登場しました。これらは、実際に訪ねたレポート([JR最長経路の旅](#))がある駅です。こちらもクリックしてお楽しみ頂ければ幸いです。

これらにより、[稚内駅](#)から乗車し[若井駅](#)までの最長経路解は、総延長14156.0kmのまま変化はありません。

-
- (18/10/08)「[3. 一筆書きJR最長経路はこれだ!](#)」の文章に、誤解されぬよう手を入れました。
 - (18/06/01)動画の表示方法を画面全幅から、Youtubeへ飛ぶ形に変更しました。これは、通信量削減のためです。
 - (18/05/30)[JR最長経路の旅](#)>[幾寅駅](#)を、三章に追加しました。
 - (18/03/24)[厳密解2018年度版](#): 3月31日(土)を持って[三江線\[引用5.6\]](#)が廃止されます。それを反映して再計算し改訂しました。
 1. 最新2018年3月ダイヤ改正を反映した形で、再計算し改訂しました。
 2. [2018/3/31にJR北海道は2016/4/8、留萌線の留萌-増毛間\(16.7km\)の鉄道事業廃止届を国土交通省に提出しました。2016/12/4が最終運行日となる見通しです。\[引用5.5\]\(108.1 km\)が廃止されます。](#)
 3. これによる影響は大きく、2016年4月に比べJR最長経路は246.4km短くなりました。
 4. [現在多くの、2011年東北地方太平洋地震などの災害による長期運休区間\[引用5.2\]](#)が存在します。そのうち、宮古=*山田線=釜石(55.4km)は、三陸鉄道への移管し復旧することになりましたので、(15/02/27)以降の計算から削除しています。その他の長期運休区間は、復活を信じて計算に含めています。

これらにより、[稚内駅](#)から乗車し[若井駅](#)までの最長経路解は、総延長14402.4kmから、14156.0kmに変化しました。

-
- (18/02/03)読者、延べ1万人を越えました。2006年12月3日に執筆し、足かけ12年での達成になります。こんな固い論文を、多くの方にお読みいただき、感謝に堪えません。
 - (17/03/04)今日より可部線可部駅とあき亀山駅間が復活しました。それを反映して更新しました。
 - (16/05/05)[厳密解2016年度版](#):
 1. 最新2016年3月ダイヤ改正を反映した形で、再計算し改訂しました。
 2. 2016/3/26の北海道新幹線が新函館北斗まで開業され、代わりに海峡線が廃止されました。
 3. これにより、新青森から木古内で9.8km、木古内から長万部で16.6km、合計でJR最長経路は26.4km短縮されました。

4. JR北海道は2016/4/8、留萌線の留萌-増毛間（16.7km）の鉄道事業廃止届を国土交通省に提出しました。2016/12/4が最終運行日となる見通しです。[引用5.5] この区間は、**JR定理1**により元々最長経路から外れていましたので、これによる影響はありません。これらにより、**稚内駅**から乗車し**若井駅**までの最長経路解は、総延長14429.0kmから、14402.4kmに変化しました。

-
- (15/06/21)**厳密解150621版**: 最新2015年3月ダイヤ改正を反映し再計算しました。3章ではそれを反映して、北海道および本州部分の動画および静止画を改訂しました。
 - (15/02/27) 来る3月14日(土)現在でJR線経路につきの変化があります。
 1. 北陸新幹線(旧長野新幹線)が、2015年3月14日に長野から金沢まで延伸する影響で、ルート変更と営業キロ短縮があります。
 2. また、直江津を通過しなくなり、新潟県内信越本線が民間に移管された関係で、直江津から柏崎間の信越本線が、行き止まり状態になりました。この区間は、元々最長経路から外れていましたので、その影響はありません。
 3. 計算中に出てくる**竜飛海底駅**[引用5.1]が2014年3月14日に廃止になりましたので、代わりに木古内駅に、切断面を変更しました。これによる距離の変化はありません。
 4. **2011/3/11発生の東北地方太平洋沖地震により、不通になっていた宮古=*山田線=釜石(55.4km)**[引用5.2]は、**三陸鉄道への移管し復旧することになりました**。[引用5.3] そこで、今回の計算から削除しました。それにより、山田線の残りの区間(盛岡から宮古)および釜石線(新花巻から釜石)は行き止まり状態になりましたので、これも**JR定理1**により計算から削除します。
 5. JTB時刻表2015年3月号P16を見る限り、**上野東京ライン**[引用5.4]新設により、新たな経路は造られていないので、今回これによる影響はありません。

これらにより、**稚内駅**から乗車し**若井駅**までの最長経路解は、総延長14697.9kmから、14429.0kmに変化しました。

-
- (14/04/01)**厳密解140401版**:
 - ・最新2014年3月ダイヤ改正を反映しました。
 - ・計算中に出てくる**竜飛海底駅**[引用5.1]が2014年3月14日に廃止になりましたが、それによる最長経路の変化はありません。
 - ・2011/3/11発生の東北地方太平洋沖地震により、最長経路中**いくつかの不通区間**[引用5.2]があります。早期に復旧されることを信じて、計算はそのままとしておきます。
 1. (岩沼=*常磐線=いわき)の一部の区間
 2. (前谷地=*仙石線=仙台)の一部の区間
 3. (一ノ関=*大船渡線=*気仙沼線=前谷地)の一部の区間
 4. (新花巻=*釜石線=*山田線=盛岡)の一部の区間
 - ・今回PCを買い換え、前回計算した2011/4/18に比べ今回3つの改良を行い、その結果前回8時間要したものが1時間に短縮されました。今回は計算法そのものは変えず、PC能力向上を生か

しています。

1. 記憶媒体をHDDからSSDへ変更
2. メモリー増強(4GBから16GBへ)を生かすため、DBMS(DB2)を廃止し配列演算に変更
3. CPU高速化

・2011/4/18より、各藩を大きくして中に含む駅数と経路数を増やしておりました。記事の方がそれに対応しておりませんでしたので、今回対応するように表4.6を今回追記しました。従来のものは、表4.4をご覧ください。

- (13/12/04)厳密解130516版:
3章に、JR最長経路の旅への案内を追加しました。
- (13/05/16)厳密解130516版: 3.1 動画で見るJR最長経路を改訂しました。

- (11/04/18)厳密解110418版が出来上がりました。
前回計算した2008年4月から、JR線経路に3つの変化がありました。
 1. 武蔵小杉駅で南武線と横須賀線が乗り換え可能になった。
 2. 九州新幹線が全線開通した。
 3. 東北新幹線八戸駅と新青森駅間が開通した。一方これにより、在来線である八戸-青森間の東北本線は廃止移管された。

武蔵小杉駅に横須賀線が停車することによる変化はありませんでした。元々南武線も横須賀線もどちらも通過していたためです。また、元々東北新幹線、東北本線は通過しませんが、今回短くなったため今回も通過せず影響はありませんでした。一方、九州新幹線の変化は大きく、最長経路は190.9kmの増加になりました。

前回計算に比べ今回3つの改良を行い、その結果前回11日間要したものが8時間に短縮されました。

1. 計算法の改良: 「連結グラフにおける迷路の解法」を前回から採用しましたが、その方法ではたとえば8の字経路があると、まったく同じ長さを持つ4つのルートができあがり、重複します。この重複を除くことにより、おおざっぱに言って計算すべきルート数は1/5になりました。
2. DB2チューニング
3. 新PC採用

- (08/04/14)厳密解080414版が出来上がりました。
ほぼ1年ぶりにJRに新線(おおさか東線9.2km)が開設されましたので、早速その影響を調べました。結論としては、おおさか東線は通過することはなく、2007年1月からのJR最長経路14507.0kmに変化はありません。

おおさか東線を通過しない理由は次の通りです。

おおさか東線を通過しようとすると、次の4つの経路が設定可能です。

1. 京橋=*片町線=放出=*おおさか東線=久宝寺=*関西本線=王寺 合計27.4km

2. 京橋=*片町線=放出=*おおさか東線=久宝寺=*関西本線=天王寺 合計19.5km
3. 木津=*片町線=放出=*おおさか東線=久宝寺=*関西本線=天王寺 合計57.9km
4. 木津=*片町線=放出=*おおさか東線=久宝寺=*関西本線=王寺 合計65.8km

一方、おおさか東線を通過しない、従来からある経路は(京橋=*片町線=木津) および(天王寺=*関西本線=王寺) を使用するものです。 こちらの場合は合計66.9km となります。 したがって、従来経路を利用した方が有利です。 実際に計算もして確認しましたが、同じ結論でした。

- (07/04/07)厳密解070407版は、静止画部分(目で見えるJR最長経路)を鶴見経由の時刻表対応に変更したのですが、管理の単純化のため廃止し、厳密解070320版に併合しました。 なお、最長経路計算は2007年3月20日に更新済みです。

- (07/03/20)厳密解070320版: 2007年3月号時刻表に基づく最新のJR最長経路計算ができあがりしました。

JR時刻表横須賀線が新子安経由から鶴見経由に変更されていました。 今回、それに対応してJR最長経路計算をやり直しました。

新しい経路は3章をご覧ください。

- ・総延長がうれしいことに94.2km伸びて、14507.0kmになりました。
- ・1日で計算を終了できるように、新しい計算法にチャレンジしましたが、意外な伏兵があり、会えなく敗退しました。 この事情についてはおいおい加筆します。

- (07/02/10)厳密解070210版: 新谷誠先生からのコメントを反映して、4章を更新しました。
- (07/01/31)厳密解070131版: 2007年1月号時刻表に基づく最新のJR最長経路計算ができあがりしました。 3章で紹介します。 残念ながら2001年5月に比べ短くなっています。

- (07/01/14)厳密解070114版: 四国若井駅を着駅とした、今までより長い経路を計算できました! 3章で紹介します。 その他の改訂部分は下線および取消線で示します。

- (07/01/06)厳密解070106版: ・1, 3, 4, 5章を改訂しました。 改訂部分は下線および取消線で示します。

・新しい一筆書き定理4を発見した結果、JR定理1および予想1を統合し、新たなJR定理1としました。 これにより、厳密な最適解であるという証明ができたと思います。

・2006年12月16日に、四国若井駅を計算に含めた方が長いはずということが分かりました。 四国を含めただ今、計算中です。

- (06/12/09)厳密解061209版: ・1, 3, 5章を改訂しました。 改訂部分は下線および取消線で示します。

・葛西隆也さんからのご指摘「予想が少ないほうがよい」を踏まえて、新しい一筆書き定理3およびJR定理2を発見し、予想2をなくすことに成功しました。 予想1も、JR定理1を見だし、予想ではなく未計算部分であり、それを計算すれば完全解になるという証明までにこぎ着け、歯切れが良くなりました。

- (06/12/03)厳密解061203版: 執筆しました。 結果2001年5月現在、稚内から乗車し肥前山口

までの総延長で、乗車距離合計14347.0営業キロです。 四国は計算に含めていません。

↑ 関連記事

- [引用5.1]: ^ [竜飛海底駅](#)、[ウィキペディア](#)
- [引用5.2]: ^ [開業・廃止予定線一覧](#)、[鉄道の旅・情報館](#)
- [引用5.3]: ^ [山田線](#)、[ウィキペディア](#)
- [引用5.4]: ^ [上野東京ライン](#)、[ウィキペディア](#)
- [引用5.5]: ^ [留萌本線](#)、[ウィキペディア](#)
- [引用5.6]: ^ [三江線](#)、[ウィキペディア](#)
- [引用5.7]: ^ [おおさか東線](#)、[ウィキペディア](#)
- [引用5.8]: ^ [石勝線](#)、[ウィキペディア](#)
- [引用5.9]: ^ [日高線](#)、[ウィキペディア](#)

謝辞

執筆にあたり、次の方々に貴重なご助言をいただきました。 感謝いたします。 なお、敬称は省略させて頂きました。 また、肩書きは2006年当時のものです。

- [SWA\[引用2.2\]](#) : 葛西隆也
- 静岡大学情報学部: 山田文康
- 静岡大学情報学部: 新谷 誠

[目次](#) [はじめに](#) [1.旅への誘い](#) [2.どんな問題か](#) [3.解けた](#) [4.何が大変か](#) [5.残る課題](#) [改訂履歴](#)

[📄 表紙へ](#) [↑ ページ先頭](#) [🔗 リンク集](#) [📧 ご連絡](#)

ようこそ！ (2021年10月14日 木曜日更新)

この文書の著者は[佐藤和夫](#)([水彩画](#)、[旅](#)、[ソフトウェア工学](#))です。

☆ご意見、コメント、誤字脱字などがありましたら、[ご連絡](#)メールフォームに書き込みをお願い致します。 お待ちしております。

Copyright(c)2006- [Kazuo SATOH](#). All Rights Reserved. なお、このサイトへのリンクは大歓迎です。掲載されている文書や画像などの著作権は留保されています。 無断転載はご遠慮ください。 First created on 10.December 2006. Access counting started on 02.March 2009.