

時空の幾何学 (和訳) 正誤表

時空の幾何学 -特殊および一般相対論の数学的基礎- シュプリンガーフェアラーク東京 (2003) 978-4-431-70914-5

樋口三郎¹

更新: Time-stamp: "2021-03-10 Wed 09:29 JST hig"

誤りをご指摘くださった読者の方ありがとうございます。

Web ページ 翻訳に関する情報は <https://www.a.math.ryukoku.ac.jp/~hig/books/> に掲載しています。

連絡先 翻訳に関するご指摘, ご意見のメールは hig@math.ryukoku.ac.jp にお送りください。

表記

誤りのタイプ

T ミスプリントの修正

E 表現の改善

L 内容の訂正

O 原著に起因する訂正

O には著者の Professor James J. Callahan による英語版 The Geometry of Spacetime の正誤表 Errata <http://www.math.smith.edu/~callahan/spacetime/errata.pdf> に掲載されているものを含んでいます。

和訳初版には, 上記の英語版の正誤表のうち 2003-09 までの分が反映されています。

和訳の正誤表 (この文書) には, 上記の英語版の正誤表のうち 2015-04-29 までの分が反映されています。

下の表の版とは, その誤りの存在する版です。頁と行は, その誤りが存在する最初の版での頁と行です (一部例外が残っています)。

初 1 初版 1 刷 (2003/11/30)

初 2 初版 2 刷 (2004/01/30)

初 3 初版 3 刷 (2005/02/28)

初 4 初版 4 刷 (2007/02/28)

¹<https://www.data.math.ryukoku.ac.jp/>, <mailto:hig@math.ryukoku.ac.jp>

タ	頁	行	誤	正	掲載	版
L	iii	上から 13	追い越される	通りすぎる	2006/07/07 (読者)	初 1 初 2 初 3
T	vi	上から 13-14(内在的微分幾何)	2人の座標系は G は R	2人の座標系 G と R は	2021-03-05 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	4	上から 4	下の写真では, (1997...) 勝馬は	下の写真 (1997...) では, 勝馬は	2007-06-25	初 1 初 2 初 3 初 4
T	6	脚注. 下から 4	いる.	いる.	2003/12/25	初 1
T	9	図 (右)	(ラベル t の位置).	(横軸に重なって書かれている t は右端の矢印の先であるべき)	2004/03/02 (読者)	初 1 初 2
T	11	図 (左右)	(ラベル t の位置, ζ, τ 欠落).	(右の図で, 横軸に重なって書かれている t は右端の矢印の先であるべき. 左右の図で, 縦の灰色の座標軸の矢印の先に ζ , 横の灰色の座標軸の矢印の先に τ があるべき.)	2004/03/02 (読者)	初 1 初 2
T	18	下から 1	座標系で) には	座標系で) は	2021-03-05 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	22	上から 5	比較のためにフィツジェラルド行列	フィツジェラルド行列	2021-03-05 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	23	上から 5	$\nabla \times (\nabla \times \mathbf{F}) = \nabla(\nabla \cdot \mathbf{F}) - \nabla^2 \mathbf{E}$	$\nabla \times (\nabla \times \mathbf{F}) = \nabla(\nabla \cdot \mathbf{F}) - \nabla^2 \mathbf{F}$	2005/05/26 (横山達司様)	初 1 初 2 初 3
T	24	上から 1	どのように	どのように	2005/05/26	初 1 初 2 初 3
T	28	上から 4	競映	鏡映	2021-03-05 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	28	下から 11	からから	から	2004/02/26 (読者)	初 1 初 2
T	28	下から 5	図式, (通常は ...) を	図式 (通常は ... 図式) を	2007-06-25	初 1 初 2 初 3 初 4
T	29	下から 13-12	意味がの	意味の	2021-03-05 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
L	34	下から 3	ハイパボリックセカント	ハイパボリックコタンジェント	2007-06-25	初 1 初 2 初 3 初 4
T	37	上から 9	(“双曲扇形”(hyperbolic sector))	(“双曲扇形”(hyperbolic sector))	2007-06-25	初 1 初 2 初 3 初 4
T	43	上から 4	ハーマン ミンコフスキ	ハーマン・ミンコフスキ	2007-06-25	初 1 初 2 初 3 初 4
T	43	脚注. 下から 1	こので	ここで	2005/02/09	初 1 初 2

T	44	下から 0	T_+ : 時間的未来集合 $Q(E) > 0, t > 0$ の下に 5行欠落. 対応する索引のエントリーも欠落	T_+ : 時間的未来集合 $Q(E) > 0, t > 0$ T_- : 時間的過去集合 $Q(E) > 0, t < 0$ S : 空間的集合 $Q(E) < 0$ \mathcal{L}_+ : 光的未来集合 $Q(E) = 0, t > 0$ \mathcal{L}_- : 光的過去集合 $Q(E) = 0, t < 0$ O : 原点	2004/02/26 (読者)	初 1 初 2
T	44	下から 1-6	(索引に未収録)		2005/02/28	初 3
O	45	上から 8-10	よって, $t = \tau \cosh u + \zeta \sinh u > \tau \cosh u - \tau \sinh u = \tau e^{-u} > 0$ となる. 残りの 3つの場合も同様に示せる.	よって, $u \geq 0$ したがって $\sinh u \geq 0$ のときには, $t = \tau \cosh u + \zeta \sinh u \geq \tau \cosh u - \tau \sinh u = \tau e^{-u} > 0$ となる. 一方, $u < 0$ したがって $\sinh u < 0$ のときには, 条件 $\zeta < \tau$ から $\zeta \sinh u > \tau \sinh u$ が導かれ, $t = \tau \cosh u + \zeta \sinh u > \tau \cosh u + \tau \sinh u = \tau e^u > 0$ となる. 残りの 3つの場合も同様に示せる.	2021-02-13	初 1 初 2 初 3 初 4
T	45	下から 4(見出し)	ノルムと間隔には	ノルムと間隔は	2021-03-05 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	50	下から 3	三角不等式	3角不等式	2003/12/25	初 1
L	51	上から 10	光的ベクトルは他のすべての光的ベクトルと直交する. 時間的ベクトルが直交するベクトルは空間的ベクトルだけである.	自分自身と直交する光的ベクトルを別にすれば, 互いに直交する 2つのベクトルは異なるタイプである, すなわち一方が空間的で他方が時間的である	2006-09-12(読者)	初 1 初 2 初 3
T	52	上から 4	(文末に追加)	証明終	2021-03-05 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
O	56	下から 10	$M(E_2) - M(E_1) = LE_2 + C - (LE_2 + C) = L(E_2 - E_1)$	$M(E_2) - M(E_1) = LE_2 + C - (LE_1 + C) = L(E_2 - E_1)$	2021-02-13	初 1 初 2 初 3 初 4
T	56	下から 4	であり, であり,	であり,	2021-03-05 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4

O	59	上から 8,9	行列の固有値が $\lambda_1 \leq \lambda_2$ で、もとの円の半径が r であるとき、像の楕円の長半径、短半径はそれぞれ、 $\lambda_2 r$ 、 $\lambda_1 r$ となる。	行列の固有値が $ \lambda_1 \leq \lambda_2 $ で、もとの円の半径が r であるとき、像の楕円の長半径、短半径はそれぞれ、 $ \lambda_2 r$ 、 $ \lambda_1 r$ となる。	2021-02-13	初1 初2 初3 初4
T	60	脚注上から 2	ローレンツ変換では関係づけられる	ローレンツ変換で関係づけられる	2007-06-25	初1 初2 初3 初4
T	69	上から 1	高速の列車に乗っている観測者 T が後尾、 G が中央、 V が先頭に乗っている。	高速の列車に乗っている。観測者 T が後尾、 G が中央、 V が先頭に乗っている。	2007-06-25	初1 初2 初3 初4
T	60	下から 6	Mac Lane	MacLane(1語)	2007-06-25	初1 初2 初3 初4
T	65	下から 2	D を R から G に	E を R から G に	2021-03-05 (読者)	初1 初2 初3 初4
T	67	上から 13	離れていくときには負	近づいていくときには負	2021-03-05 (読者)	初1 初2 初3 初4
T	71	上から 13	結論が導いている	結論を導いている	2021-03-05 (読者)	初1 初2 初3 初4
T	72	上から 7	ボートほうが	ボートのほうが	2021-03-05 (読者)	初1 初2 初3 初4
T	72	上から 12	速度 v ので	速度 v で	2005/05/26 (横山達司様)	初1 初2 初3
O	72	下から 10	$\frac{p_2}{dt}$	$\frac{dp_2}{dt}$	2021-02-13	初1 初2 初3 初4
T	73	下から 20	党則直線運動	等速直線運動	2004/03/02 (読者)	初1 初2
T	74	上から 5(数式)	(大文字 C , 3 箇所)	(すべて小文字 c に訂正)	2004/03/02 (読者)	初1 初2
O	74	上から 7(数式)	$(k/m)T + c/M = 1$ [原著 Page 91 Line +9, 確認中]	$(k/M)T + c/M = 1$	2004/03/02 (読者)	初1 初2
L	76	図	(右) 空間における G の世界線	時空における G の世界線	2004/03/02 (読者)	初1 初2
O	79	下から 19-17(共変性の原理)	4元速度 V は $V = m(v)^{-1}P$ と表せるので、4元速度もまた共変である。一般に、ある共変的な量の R の座標での値がわかれば、その量の C の座標での値を、時空の座標を写す写像 $B_w : R \rightarrow C$ を使って知ることができる。	4元速度 V はこの意味では共変ではない。実際、 V のミンコフスキノルムは座標によって異なるが、ローレンツ変換 B_w はノルムを変えない。単位4元速度 $U = V/\ V\ $ にはこの問題はなく、共変である。すなわち、 U や $P = \mu U$ は、 R の座標での各成分がわかれば、 C の座標での各成分を、時空の座標を写す写像 $B_w : R \rightarrow C$ を使って知ることができるという意味で共変である。	2021-02-26	初1 初2 初3 初4
O	80	下から 1	60 マイル/時 \approx 88 フィート/秒	60 マイル/時=88 フィート/秒	2021-02-13	初1 初2 初3 初4
T	82	上から 8	式になってしてしまう	式になってしまう	2021-03-05 (読者)	初1 初2 初3 初4
T	82	下から 10	4元速度	4元座標	2021-03-05 (読者)	初1 初2 初3 初4
T	82	下から 4	(ディスプレイ数式中の空行)	(空行を削除)	2021-03-05	初1 初2 初3 初4
T	83	上から 16	次元非同次座標と使った	次元非同次座標を使った	2021-03-05	初1 初2 初3 初4

T	83	下から 2	次元同次座標性	次元同次座標	2005/05/26 (横山達司様)	初 1 初 2 初 3
T	84	下から 14	固有 4 元速度	固有 4 元速度 (ゴシック体)	2004/03/02 (読者)	初 1 初 2
L	84	下から 2	観測者 R の, (1+3) 次元時空の次元同次座標で書きたい いろいろな量	G に関するいろいろな量を, 観測者 R の (1+3) 次元時空 の次元同次座標で書いたもの	2004/03/02 (読者)	初 1 初 2
O	85	上から 15	$+\frac{3}{8}\frac{v^4}{c^2} + \dots$	$+\frac{3}{8}\mu\frac{v^4}{c^2} + \dots$	2021-02-13	初 1 初 2 初 3 初 4
T	84	下から 4	4 元速度	固有 4 元速度	2021-03-05 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	85	下から 9	1 台のずつの :	1 台ずつの	2021-03-05 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	86	下から 2(練習 問題 5(a))	双曲回転 H_u の式 $H_u = \dots, (t, z) = \dots$ を 3 元組立単位 系に書き換えよ.	双曲回転 H_u の式 $H_u = \dots, (t, z) = \dots$ を導け.	2021-03-05 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	88	傍注の図	(原書では, p.88 の最初のディスプレイ数式, p.89 の最初 のディスプレイ数式 (これらは同一) の横にそれぞれ, 同 じ図 (p.88 の傍注の 2 つの図) が配置されている. これは, 原書では 2 つの数式が異なる 2 ページに置かれているた めの配慮と思われる.)	(訳書では 2 つの数式は見開き内にあるため, 図を反復す る意味がない. 傍注の 2 番目の図を削除)	2021-03-05 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
E	90	図	(1 対 1 写像の例になっていない)	(原著者の正誤表, Page 112 では正しい図に訂正されてい いるのですが, 和訳への反映から洩れました)	2004/03/02 (読者)	初 1 初 2
T	91	上から 4	$X(Q)$	$\mathbf{X}(Q)$	2021-03-05 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	91	下から 12 (数 式)	$X^{-1}(P)$	$\mathbf{X}^{-1}(P)$ (3 個所とも立体ボード)	2004/03/02	初 1 初 2
L	91	下から 8	$\nabla X^{-1} = \frac{1}{\ \mathbf{x}'(Q)\ ^2} \mathbf{X}'(Q) + \mathbf{N}(Q)$	$\nabla \mathbf{X}^{-1}(P) = (1/\ \mathbf{X}'(\mathbf{X}^{-1}(P))\ ^2) \mathbf{X}'(\mathbf{X}^{-1}(P)) + \mathbf{N}(\mathbf{X}^{-1}(P))$	2004/03/02	初 1 初 2
L	91	下から 3 (数式)	$\nabla \mathbf{X}^{-1}(\mathbf{X}(Q)) \cdot \Delta P$	$\frac{1}{\ \mathbf{x}'(\mathbf{X}^{-1}(P))\ ^2} \mathbf{X}'(\mathbf{X}^{-1}(P)) \cdot \Delta P$	2004/03/02 (読者)	初 1 初 2
O	92	上から 8 (数式)	$= \left\ \mathbf{X}'(Q) \frac{\Delta Q}{ \Delta Q } + \frac{R(\Delta)}{ \Delta Q } \right\ $ [原著 Page 114 Line +8]	$= \left\ \mathbf{X}'(Q) \frac{\Delta Q}{ \Delta Q } + \frac{R(\Delta Q)}{ \Delta Q } \right\ $	2004/03/24 (読者)	初 1 初 2
L	92	下から 5 (数式)	$s(q) = \int_a^q \ \mathbf{x}\ $ (以下欠落)	$s(q) = \int_a^q \ \mathbf{x}'(q)\ dq.$	2004/03/02 (読者)	初 1 初 2
T	93	上から 11	早さが	速さが	2021-03-05 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	97	上から 2	$\phi'(s)$	$\varphi'(s)$	2006/11/04 (横山達司様)	初 1 初 2 初 3
O	98	下から 3 (練習 問題 5(b))	曲線 \mathbf{x}	曲線 \mathbf{x}_a	2021-03-08 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4

T	99	下から 10 (練習問題 6(a))	一定であるからことによる	一定であるからことによる	2021-03-08 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	104	下から 20 (双子の…)	$\Delta t \approx 25/6$	$\Delta t \approx 25/4$	2021-03-08 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	107	上から 16 (例: 往復運動)	これを 2 階微分	この 2 階微分	2021-03-08 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	108	上から 5 (例: 加速度の大きさ)	加速度の大きさは $\alpha(\tau)$	加速度の大きさ $\alpha(\tau)$	2021-03-08 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	115	上から 10 (加速度運動する…)	彼は”考えられるすべての座標系のすべてが	彼は“考えられるすべての座標系が	2021-03-08 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	115	下から 5	直線運動はでなく	直線運動ではなく	2004/03/24 (読者)	初 1 初 2
T	117	上から 5	距離に位置に	距離の位置に	2021-03-08 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	118	下から 8	r とともに	r とともに	2004/03/24 (読者)	初 1 初 2
T	118	下から 6 (固有時間は…)	基づく目盛り	基づく目盛	2021-03-08 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	119	上から 10	(',' が行頭にきている)	(',' を行末に)	2004/07/07	初 1 初 2
T	122	上から 5-7 (時空は…) 4 箇所	曲っ	曲がっ	2021-03-08 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
L	122	下から 2	球面上の距離	円の周長	2004/07/07	初 1 初 2
T	123	上から 2	動系	動径	2004/07/07	初 1 初 2
T	123	上から 12	動系	動径	2004/07/07	初 1 初 2
T	124	下から 3	その面積は (5.2 節	その面積は 5.2 節 (',' を削除)	2004/07/07	初 1 初 2
O	125	上から 2	$O(d^2)$	$O((d/R)^2)$	2004/07/07	初 1 初 2
T	126	下から 5	$(\tau^*, \zeta^*), R$	$(\tau^*, \zeta^*), R$ (, を全角に)	2004/09/15 (読者)	初 1 初 2
T	127	上から 2	座標系 G でにおいて	座標系 G において	2004/07/13	初 1 初 2
T	128	上から 14	横線は $\zeta = k$ は	横線 $\zeta = k$ は	2006/11/04 (横山達司様)	初 1 初 2 初 3
O, L	128	下から 2	観測者 G から見て, 加速度	観測者 G に対する速度	2004/09/16	初 1 初 2
L	129	上から 12	2 根のうち, 正のもの	平方根の前の符号として正のもの	2004/07/13	初 1 初 2

L	130	下から 16-14	座標系 R では、時刻 $\tau=0$ に一瞬、 G は静止しているように見えるが、この時刻には、すべての物体が R の座標系で静止しているように見える。	これらの物体は、座標系 G で時刻 $\tau=0$ に一瞬静止する。この時刻には G は R の座標系で一瞬静止する。	2021-03-08 (読者)	初1 初2 初3 初4
E	131	上から 14	双曲線群	双曲線	2004/08/06	初1 初2
E	131	上から 14	中心を共有	中心と漸近線を共有	2004/08/06	初1 初2
T	132	下から 4	紫方変位	紫方偏移	2003/12/25	初1
T	135	上から 14	物体, は	物体は (, を削除)	2004/09/14 (読者)	初1 初2
T	137	下から 1	(, の位置)	(, の後ろに空白があるべき)	2004/09/14	初1 初2
T	139	上から 14(ポテンシャル…)	ことになる) ポテンシャル	ことになる) ではポテンシャル	2021-03-08 (読者)	初1 初2 初3 初4
T	140	上から 12	(2つの式の間)	よって (挿入)	2004/09/14	初1 初2
T	142	上から 3	潮汐加速度は \mathbf{T} は	潮汐加速度 \mathbf{T} は	2021-03-08 (読者)	初1 初2 初3 初4
T	142	上から 3	潮汐加速度は \mathbf{T} は	潮汐加速度 \mathbf{T} は	2021-03-08 (読者)	初1 初2 初3 初4
L	142	上から 14(潮汐は…)	(0,0,0) の点重力源のもたらす	点重力源が (0,0,0) の近くにもたらす	2021-03-08 (読者)	初1 初2 初3 初4
E	147	下から 2	\mathbf{u} での値とほとんど一定であるように	\mathbf{u} での値にほとんど等しいように	2004/09/28	初1 初2
T	148	上から 9	になるこのベクトル	になる。このベクトル	2004/09/28	初1 初2
O	148	下から 12	$-\nabla \cdot \Phi$	$-\nabla \Phi$	2021-02-15	初1 初2 初3 初4
T	150	下から 16	N を与える式がは、	N を与える式は、(‘が’ を削除)	2004/09/28	初1 初2
T	152	上から 17	なく、	なく、(, は全角)	2004/09/15 (読者)	初1 初2
T	153	下の図	(R : のフォント)	(細いフォントであるべき)	2004/09/15 (読者)	初1 初2
T	153	下の図	(左向きの座標軸)	(ラベル η があるべき)	2004/09/15 (読者)	初1 初2
T	154	図	(左向きの座標軸)	(ラベル η があるべき)	2004/09/15 (読者)	初1 初2
T	154	下から 12(ニュートン…)	格子	光子	2021-03-08 (読者)	初1 初2 初3 初4
T	155	上から 12(重力は…)	重力ポテンシャル関数は Φ は	重力ポテンシャル関数 Φ は	2021-03-08 (読者)	初1 初2 初3 初4
T	156	下から 10(例)	でな	でなく	2004/09/15 (読者)	初1 初2 初3 初4

T	156	下から 2(平坦な…)	8600	8660	2021-03-08 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	156	下から 2(平坦な…)	8600	8660	2021-03-08 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	157	上から 10(重力の新しい…)	定式化する の ためには	定式化するためには	2021-03-08 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	158	上から 1	アインシュタイン を	アインシュタイン は	2004/09/15 (読者)	初 1 初 2
T	158	下から 13(重力と幾何学)	る のは なく,	る のでは なく,	2021-03-08 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	162	下から 5	$\mathbf{x}_1 = \mathbf{x}'(c^1, q^2)$	$\mathbf{x}_2 = \mathbf{x}'(c^1, q^2)$	2006/01/15 (横山達司様)	初 1 初 2 初 3
T	164	下から 3	別のも と で	別のも の で	2004/10/19	初 1 初 2
T	165	下から 6	ことに に 注意する	ことに注意する	2004/10/19(大槻様)	初 1 初 2
T	167	上から 3	and $R = R =$	$R =$	2003/12/25	初 1
T	171	上から 3	$\in = R$	(削除)	2004/10/26	初 2
E	172	上から 6	この ことから	上の 結果から	2004/10/26	初 1 初 2
O	173	上から 6	v^2 [原著 Page 218 Ex 4]	v_2	2004/10/19 (大槻様)	初 1 初 2
E	173	下から 10	答を練習問題 1d, 1f, 1g, 5d, 5e の曲面上に描け.	練習問題 1d, 1f, 1g, 5d, 5e の回転面の場合に, 具体的に示せ.	2004/11/01 (読者)	初 1 初 2
T	177	下から 1	整理	変形	2004/11/02	初 1 初 2
O	178	上から 3	[原著 Page 225 Line +7]	(追加) 訳注: $0 \leq t \leq \pi$ なので, $t = \pi/2$ でこの変数変換は正しくない. $[0, \pi/2), (\pi/2, \pi]$ に分割して積分したと考えればよい. この結果, $t \in (\pi/2, \pi]$ のときには, $L_\alpha(t) = \arctan + \pi$ となる. \arctan の値域を $(-\frac{\pi}{2}, +\frac{\pi}{2})$ とする流儀 (p.179 ではこの流儀が取られている) ではこの形が正しい. 下のグラフはこのままで正しい.	2004/11/02	初 1 初 2
T	180	上から 3	to	から	2004/10/19 (大槻様)	初 1 初 2
T	184	上から 3	q_2 軸	q^2 軸	2004/11/09	初 1 初 2
T	184	下から 10	ミンコフスキ計量そのもの になる	ミンコフスキ計量そのもの	2004/11/09	初 1 初 2

T,O	192	上から 13	$\theta_1, \theta_2 \in [\theta_1, \theta_2]$ [原著 Page 243 Line -4]	$\theta_1, \theta_2 \in (-1, 1)$	2004/11/16	初 1 初 2
T	193	下から 7	単位法ベクトル	単位法線ベクトル	2004/11/30(読者の指摘)	初 1 初 2
T	193	下から 5	単位法ベクトル	単位法線ベクトル	2004/11/30(読者の指摘)	初 1 初 2
T	193	下から 2	単位法ベクトル	単位法線ベクトル	2004/11/30(読者の指摘)	初 1 初 2
T	199	上から 3	命題 5.4 \mathbf{n}_r と	命題 5.4 から, \mathbf{n}_r と	2004/12/07	初 1 初 2
O	199	上から 7	$\tilde{B} = (\dots \dots)$	$\tilde{B} = -(\dots \dots)$	2011/03/14	初 1 初 2 初 3 初 4
T	200	上から 1	$\mathbf{x}' \cdot \mathbf{x}'' / \mathbf{x}' \cdot \mathbf{x}'^{3/2}$	$\mathbf{x}' \cdot \mathbf{x}'' / (\mathbf{x}' \cdot \mathbf{x}')^{3/2}$	2004/11/16(大槻様)	初 1 初 2
E	200	上から 3	$\ \mathbf{t}'\ ^2 = \mathbf{t} \cdot \mathbf{t}'$ を示し	$\ \mathbf{t}'\ ^2 = \mathbf{t} \cdot \mathbf{t}'$ を計算して求め	2004/11/30	初 1 初 2
T	200	上から 20(練習問題 5)	助変数表示が () いたる	助変数表示がいたる	2021-03-09 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	205	上から 13	代入しする	代入する	2006/01/15 (横山達司様)	初 1 初 2 初 3
T	205	下から 3	ここで, ここで,	ここで,	2004/09/07(読者)	初 1 初 2
O	206	下から 8	$\Gamma_{jk,l}$	$\Gamma_{jk,h}$	2021-02-15	初 1 初 2 初 3 初 4
T	209	上から 5	行われている な 仕方	行われている仕方	2006/01/15 (横山達司様)	初 1 初 2 初 3
O	210	下から 12	$g^{ik}b_{kl}$	$g^{ik}b_{kj}$	2021-02-15	初 1 初 2 初 3 初 4
T	211	上から 5(練習問題 8(a))	曲率テンソルが R_{jkl}^i	曲率テンソル R_{jkl}^i	2021-03-09 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	211	上から 18(練習問題 9(b))	または $\mathbf{r}r'(q^2)z''(q^2) =$	または $r'(q^2)z''(q^2) =$	2021-03-09 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
E	212	上から 7(見出し)	接線成分	接平面方向の成分,	2004/12/14	初 1 初 2
E	212	上から 10	接線成分	接平面方向の成分,	2004/12/14	初 1 初 2
T	212	下から 12(定義 6.1)	曲線 $\mathbf{q}(t) = (q^1(t), q^2(t))$ は,	曲線 $\mathbf{q}(t) = (q^1(t), q^2(t))$ が,	2021-03-09 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	212	下から 10	(分数の線が点線)	(実線)	2005/02/28	初 3
T	213	注 2 上から 3	5.2 節	6.2 節	2004/09/07(読者)	初 1 初 2

E	213	注3	以下では, 適当な助変数表示をとると測地線になるような道のことも測地線といている.	練習問題の中で, 回転面の経線は測地線である, などというのは, 経線の適当な助変数表示を取ると測地線になる, という意味である.	2004/12/14	初1 初2
T	215	下から 15	ことが示される ことが示される	ことが示される (重複を削除)	2004/12/14	初1 初2
T	215	下から 3	それは次の通りである	(削除)	2004/12/14	初1 初2
T	215	上から 17(経線)	a は緯度で	a は経度で	2021-03-09 (読者)	初1 初2 初3 初4
T	219	上から 8	G の 2 個の正の固有値	G は 2 個の正の固有値	2021-03-09 (読者)	初1 初2 初3 初4
T	221	上から 3(命題 6.1)	接平面の TS_P	接平面 TS_P	2021-03-09 (読者)	初1 初2 初3 初4
T	221	下から 16(接平面 TS_P ...)	平面がみな概念的に異なる	平面がみな概念的に異なる	2021-03-09 (読者)	初1 初2 初3 初4
T	222	図 (測地線は...)	(横軸のラベル q , 縦軸のラベル q)	(横軸のラベル q^1 , 縦軸のラベル q^2)	2021-03-09 (読者)	初1 初2 初3 初4
O	230	上から 6	$(X_i^*)^t G X_j$	$X_i^t G X_j$	2021-02-15	初1 初2 初3 初4
T	233	上から 4	ξ , の関数	ξ の関数	2006/01/16 (横山達司様)	初1 初2 初3
T	233	上から 15(まとめ)	翻訳を行う写像 dM_P	翻訳を行う. 写像 dM_P	2021-03-09 (読者)	初1 初2 初3 初4
T	234	上から 7	における値 $\partial\varphi^j/\partial x^k$	における値, $\partial\varphi^j/\partial x^k$	2021-03-09 (読者)	初1 初2 初3 初4
T	234	下から 3	写像 $M:G \rightarrow R$ が事象の G での座標を, R の座標に	写像 $M:G \rightarrow R$ が, 事象の G での座標を R の座標に	2004/12/21	初1 初2
T	234	上から 14	$\xi^j = \xi^i(x^l)$	$\xi^j = \xi^j(x^l)$	2006/11/04 (横山達司様)	初1 初2 初3
T	240	上から 7-8	Now consider a sequence	(削除)	2003/12/25	初1
T	240	上から 1(練習問題 3)	練習問題 3 で定義した	練習問題 2 で定義した	2021-03-09 (読者)	初1 初2 初3 初4
O	240	下から 1	$\alpha = 1$	$\alpha = 0.1$	2021-02-17	初1 初2 初3 初4
O	241	上から 3	とする. この格子の	とする. 引き続き $\alpha = 0.1$ を用いて, この格子の	2021-02-17	初1 初2 初3 初4
T	241	上から 11(練習問題 7)	注:: 座標軸に対応する	注: 座標軸に対応する	2021-03-09 (読者)	初1 初2 初3 初4
T	244	上から 7	Let	(削除)	2004/01/06	初1

T	244	上から 8-9	この下の i_m が取り除かれたものであることを示し、この I は p 個の要素を持つ。取り除かれた $i = i$ は、	この下の i_m が取り除かれたものであることを示し、この I は $p-1$ 個の要素を持つ。取り除かれた $i = i_m$ は、	2004/09/07(読者)	初 1 初 2
T	245	上から 5	簡単なで	簡単で	2006/11/04 (横山達司様)	初 1 初 2 初 3
T	245	下から 6	to	(削除)	2004/09/07(読者)	初 1 初 2
T	246	上から 17	からなるので、	(削除)	2004/09/07(読者)	初 1
T	246	上から 8(証明)	どのように非テンソル的な項の相殺	非テンソル的な項の相殺	2021-03-09 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	247	下から 13	加えあわせたときには、	(削除)	2005/01/11	初 1 初 2
O	248	下から 9	$\alpha^j \Gamma_{ij}^k = \underbrace{\alpha^j \Gamma_{pq}^r}_{\text{}} \frac{\partial x^p}{\partial \xi^i} \underbrace{\frac{\partial x^q}{\partial \xi^j} \frac{\partial \xi^h}{\partial x^r}}_{\text{}} + \alpha^j \frac{\partial^2 x^p}{\partial \xi^i \partial \xi^j} \frac{\partial \xi^h}{\partial x^p}$	$\alpha^j \Gamma_{ij}^k = \underbrace{\alpha^j \Gamma_{pq}^r}_{\text{}} \frac{\partial x^p}{\partial \xi^i} \underbrace{\frac{\partial x^q}{\partial \xi^j} \frac{\partial \xi^k}{\partial x^r}}_{\text{}} + \alpha^j \frac{\partial^2 x^p}{\partial \xi^i \partial \xi^j} \frac{\partial \xi^k}{\partial x^p}$	2021-02-17	初 1 初 2 初 3 初 4
E	251	上から 6	時空の異なる点でのベクトルを同一視するために、座標の値を比較するというやり方	時空の異なる点における接ベクトルで、座標の値が等しいようなものを同一視するというやり方	2005/01/25	初 1 初 2
O	254	下から 9	$\frac{dB_h^l}{dt} + \Gamma_{jm}^l B^j \frac{dy_k^m}{dt} = 0$	$\frac{dB_h^l}{dt} + \Gamma_{jm}^l B_h^j \frac{dy_k^m}{dt} = 0$	2010/12/01	初 1 初 2 初 3 初 4
T	254	上から 8	;	(削除)	2005/01/25	初 1 初 2
O	254	下から 7	b_k^l	b_h^l	2021-03-09 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
O	255	下から 9	$\frac{\mathbf{a}(\mathbf{y}_k(h)) - \mathbf{a}(\mathbf{y}_k(0))}{h} = \dots$	$\frac{\tau_{\mathbf{y}_k(0), \mathbf{y}_k(h)}^{-1}(\mathbf{a}(\mathbf{y}_k(h))) - \mathbf{a}(\mathbf{y}_k(0))}{h} = \dots$	2010/12/01(竹内統様)	初 1 初 2 初 3 初 4
O	255	下から 2	$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{\mathbf{T}(\mathbf{y}_k(h)) - \mathbf{T}(\mathbf{y}_k(0))}{h} = T_{J;k}^I$	$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{\tau_{\mathbf{y}_k(0), \mathbf{y}_k(h)}^{-1}(\mathbf{T}(\mathbf{y}_k(h))) - \mathbf{T}(\mathbf{y}_k(0))}{h} = T_{J;k}^I$	2010/12/01(竹内統様)	初 1 初 2 初 3 初 4
L	256	下から 18-17(練習問題 5)	計量テンソルの逆行列 $\gamma_{ij} \longleftrightarrow g_{pq}$	計量テンソル $\gamma_{ij} \longleftrightarrow g_{pq}$ の逆行列	2021-03-09 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	257	上から 7(練習問題 8)	はが勾配に	が勾配に	2021-03-09	初 1 初 2 初 3 初 4
O	257	上から 10(練習問題 10)	$T_{J,j;l}^I = T_{J;l}^{I,i}$	$g^{ij}(T_{J,j;l}^I) = (T_{J;l}^{I,i})_i$	2021-02-24	初 1 初 2 初 3 初 4
O	257	上から 14(練習問題 12(a))	$a_{;j;k}^h - a^{i;k;j} = -R_{ijk}^h a^i$	$a_{;j;k}^h - a^h{}_{;k;j} = -R_{ijk}^h a^i$	2021-02-24	初 1 初 2 初 3 初 4

T	257	下から 14(練習問題 14(b))	点 $\mathbf{y}(0)$ で $\mathbf{q}(0)$ と一致し	点 $\mathbf{q}(0)$ で $\mathbf{y}(0)$ と一致し	2021-03-09	初 1 初 2 初 3 初 4
E	265	上から 2	曲線	直線	2005/02/01	初 1 初 2
T	266	下から 15	独立変数のアファイン的に	独立変数をアファイン的に	2005/02/01	初 1 初 2
T	266	下から 8	すべての光の速さ	すべて光の速さ	2005/02/01	初 1 初 2
O	268	上から 16(練習問題 1(d))8	$\rho = -\frac{\partial}{\partial t}(\nabla \cdot \mathbf{A})$	$\rho = -\frac{\partial}{\partial t}(\nabla \cdot \mathbf{A}) - \nabla^2 A^0$	2021-02-24	初 1 初 2 初 3 初 4
T	271	上から 15	空間的な変換	空間的な変化	2005/02/01	初 1 初 2
O	274	下から 19(練習問題 12)	座標系 G の曲線 $\xi(t)$ を,	座標系 G の曲線 $\xi(t)$ を, $a^2b^3 - a^3b^2 > 0$ のとき,	2021-02-24	初 1 初 2 初 3 初 4
O	274	下から 14(練習問題 12)	任意の t で,	$a^2b^3 - a^3b^2 > 0$ のとき, 任意の t で,	2021-02-24	初 1 初 2 初 3 初 4
O	274	下から 12(練習問題 12)	すべての	(削除)	2021-02-24	初 1 初 2 初 3 初 4
T	276	下から 18(G の世界線...)	R の座標系の	R の座標系での	2021-03-09 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	277	上から 6(測地線...)	接空間の $TR_{\mathbf{z}(\tau)}$	接空間 $TR_{\mathbf{z}(\tau)}$	2021-03-09 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	277	下から 1	いる. , このような	いる. このような	2021-03-09 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	282	下から 1(傍注)	(傍注の位置がずれている)		2005/02/10	初 1 初 2
O	286	下から 8 (練習問題 10(c))	$\eta_{T,h}(s) = \left(\frac{1}{\alpha} \tanh^{-1} \left(\frac{T}{s+1/\alpha} \right), \frac{1}{2\alpha} \ln(\alpha^2((s+1/\alpha)^2 - T^2)) \right)$	$\eta_{T,h}(S) = \left(\frac{1}{\alpha} \tanh^{-1} \left(\frac{T}{S+1/\alpha} \right), \frac{1}{2\alpha} \ln(\alpha^2((S+1/\alpha)^2 - T^2)) \right)$	2021-02-25	初 1 初 2 初 3 初 4
T	288	上から 17	ν 個で割合で	ν 個の割合で	2021-03-09 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	288	下から 1	質量のは	質量は	2021-03-09 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	289	上から 13	これも また も また	これもまた	2004/10/08(読者)	初 1 初 2
O	289	上から 13	共変的	一般共変的 (p.243 参照)	2021-02-25	初 1 初 2 初 3 初 4
T	289	下から 13	$\mathbf{N} = (nc, \mathbf{v}) = (nc, v^1, v^2, v^3)$	$\mathbf{N} = (nc, n\mathbf{v}) = (nc, nv^1, nv^2, nv^3)$	2021-03-10 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	290	上から 2	流れをだけを	流れだけを	2021-03-09 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
O	296	上から 13	次元同次座標	座標	2021-02-25	初 1 初 2 初 3 初 4
O	299	上から 15(練習問題 7(b))	第 α 軸方向のエネルギーの流れ	第 β 軸方向のエネルギーの流れ	2021-02-25	初 1 初 2 初 3 初 4
T	303	上から 7	ニュートンの理論が予言	ニュートンの理論の予言	2021-03-09 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4

O	306	上から 5	$\nabla^2\Phi = 4\pi\rho$	$\nabla^2\Phi = 4\pi G\rho$	2021-03-10 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
O	309	下から 5	$(\dot{x}^\alpha + O(\frac{1}{c^2}))$	$(\dot{x}^\beta + O(\frac{1}{c^2}))$	2021-02-25	初 1 初 2 初 3 初 4
T	313	下から 6	Γ_{ij}	γ_{ij}	2021-03-10 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
O	317	下から 12	$t = e^{k/2}u$ という変数変換をすると $dt^2 = e^k du^2$ であり	$t = e^{-k/2}u$ という変数変換をすると $dt^2 = e^{-k} du^2$ であり	2021-03-10 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	319	下から 12-11	時計の進み方は 刻みは無限に遅く	時計の進み方は無限に遅く	2021-03-10 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	320	下から 2	r の ρ の関係	r と ρ の関係	2021-03-10 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	320	下から 2	r の ρ の関係	r と ρ の関係	2021-03-10 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	322	下から 17(練習問題 3(b))	練習問題の 式	練習問題の式	2021-03-10 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
T	323	下から 14(練習問題 9(b))	R_{22} , and R_{33}	R_{22} , R_{33}	2021-03-10 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
O	323	下から 1(練習問題 11(a))	$+\frac{T'}{r} - \frac{Q'}{r}$	$+\frac{2T'}{r} - \frac{2Q'}{r}$	2021-02-25	初 1 初 2 初 3 初 4
T	326	下から 11	光の速さが 減少率	光の速さの 減少率	2021-03-10 (読者)	初 1 初 2 初 3 初 4
O	327	下から 13	曲率の積分で次のように与えられる.	曲率の積分で $O(1/c^2)$ の オーダーまで 次のように与えられる.	2021-02-25	初 1 初 2 初 3 初 4
T	344, 345		(不要な字下げが起こっている箇所がある)		2005/2/3	初 1 初 2
T	344	上から 12	論文は	論文 (削除),	2005/2/3	初 1 初 2
T	344	下から 19	あらわした	著した ,	2005/2/3	初 1 初 2
T	344	下から 18	シリーズ 1, それが	シリーズ 1, (削除)	2005/2/3	初 1 初 2 初 3
T	344	下から 10	シリーズ 1,	シリーズ 1),	2003/12/25	初 1 初 2
E	345	上から 13	(郵送先)	シュプリンガーフェアラーク東京編集部	2003/12/25	初 1
T	346	左上から 12	角運動量	J , 角運動量	2003/12/25	初 1
T	346	左上から 13	電流密度	j , 電流密度	2003/12/25	初 1
T	346	左上から 23	質量	ρ , 質量密度	2003/12/25	初 1
T	346	左上から 24	電荷	ρ , 電荷密度	2003/12/25	初 1
T	346	左上から 25	物質 143	(削除)	2003/12/25	初 1
T	346	左下から 8	外積...	\wedge , 外積...	2003/12/25	初 1
T	346	左下から 7	向きづけられた...	\wedge , 向きづけられた...	2003/12/25	初 1

T	348	左上 18	たわみ 対 のび	(対 も明朝体)	2003/12/25	初 1
T	349	左上 13	三 角不等式	3 角不等式	2003/12/25	初 1