

地域在住高齢者における推定誤差と生活空間の関連と変化：前向きコホート研究

稲村泰成¹⁾, 宇田和晃²⁾³⁾, 小林好信⁴⁾

- 1) 亀田総合病院 リハビリテーション室
- 2) 筑波大学医学医療系ヘルスサービスリサーチ分野
- 3) 亀田総合病院 臨床研究支援室
- 4) 千葉医療福祉専門学校 理学療法学科

【要旨】

【背景・目的】

高齢者の身体機能と自己認識の誤差（推定誤差）は転倒リスクと関連する。先行研究では推定誤差増大と外出頻度との関連が示唆されるも、生活空間との関連は不明である。本研究は、地域在住高齢者を対象に、生活空間および臨床所見と推定誤差の縦断的な関連を検証することを目的とした。

【対象・方法】

2023年と2024年に千葉県君津市で実施された体力測定に参加した高齢者65名を対象とした。Timed Up and Go test (TUGT) と Imagined Timed Up and Go test (ITUGT) の差を推定誤差とし、Life Space Assessment (LSA) を用いて生活空間を評価した。ベースライン時のLSAスコアと1年後の推定誤差の変化との関連を、運動機能や認知機能などの因子を調整した上で重回帰分析を用いて検討した。

【結果】

ベースライン時のLSAスコアとフォローアップ時の推定誤差の変化との間に有意な関連は認められなかった。しかし、ベースライン時の認識誤差の大きさは、フォローアップ時の推定誤差の増大と有意に関連していた。

【考察】

地域在住高齢者においては、ベースライン時の推定誤差が、将来的な自己認識の変化に影響を与える可能性が示唆された。今後は、運動イメージの正確性や客観的に測定された身体活動量など、他の要因を含めたより詳細な検討が必要である。

【結論】

ベースライン時の生活空間の広さと推定誤差の変化には関連が認められなかった。今後、認知機能や身体活動量など、推定誤差に関連する他の要因について多角的な検討が望まれる。

【背景・目的】

日常生活を安全に行う上で、自身の身体機能を適切に認識することは重要である。身体認識の正確さを測定する評価である運動イメージは、高齢者では身体機能の低下とともに低下する¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。また、高齢者は加齢に伴う感覚運動機能の低下に合わせた適切な行動をとることができない傾向があり⁵⁾⁶⁾、自身の転倒リスクを誤判断する場合が多い⁷⁾。近年の研究では、高齢者が自身の身体機能を誤認識し、過大評価することが転倒の危険因子の一つであることが示唆されている⁸⁾⁹⁾

客観的に測定された身体機能と本人が認識している身体機能の誤差は、推定誤差と定義されている。推定誤差は、時間や距離などの客観的な身体機能の測定値と、本人から聴取した主観的な測定値の差で算出される。例えば、過去の研究では、Timed Up and Go test(以下、TUG)の測定値と Imagined Timed Up and Go test(以下、ITUG)の値の差が推定誤差として定量化されている。このように定量化された推定誤差は、身体機能²⁾³⁾、転倒恐怖感¹⁾¹⁰⁾、転倒歴⁸⁾¹¹⁾、認知機能¹²⁾¹³⁾と関連することが報告されている。さらに、高齢者は実際の身体機能の基づいて適切な運動戦略を選択できないこと¹⁴⁾、誤った運動戦略が転倒発生と関連することが報告されている¹⁵⁾。よって、高齢者の推定誤差増大に関連する要因を明らかにすることは、高齢者の転倒予防にとって重要である。

先行研究では、自身の身体機能を認識する機会が少ない生活習慣が推定誤差の増大と関連する可能性が報告されている。櫻井ら¹⁶⁾¹⁷⁾は、1週間あたりの外出日数の減少と推定誤差の増加に関連があることを報告している。しかし、これまでの研究で、推定誤差と生活空間の関連は明らかになってない。自宅周辺のみでの生活空間と町外を含む生活空間とでは、身体活動を行う環境の多様性が異なると考えられる。

そこで我々は、生活空間と推定誤差が関連すると仮説を立てた。本研究の目的は、認知機能障害のない地域在住高齢者を対象に、Life Space Assessment で評価した生活空間と推定誤差との関連を縦断的に検証することである。

【方法】

対象者

千葉県君津市の健康増進事業において2023年11月7日～10日および13日、17日と2024年11月5日～8日、11日、22日に実施された体力測定に参加し、体力測定および研究参加に同意が得られた地域在住高齢者69名を対象とした。包含基準は、1)補助具の使用に関わらず10mの自立歩行または近位見守り歩行が可能、2)体力測定、データ収集、本研究に同意が得られた者とした。除外基準は、1) Mini-Cog2点以下、2) 神経筋疾患を有する、3) 認知症の診断がある、4) 脳卒中の既往がある、5) 過去3ヶ月以内に下肢の骨折の既往がある、6) 3m先に設置したコーンが視認できない者、7) ベースライン時点での推定誤差が正の値の者とした。

倫理的配慮

本研究計画は亀田総合病院臨床研究審査委員会の承認(承認番号:24-136)を受け、ヘルシンキ宣言の倫理基準に従って実施された。研究対象者には紙面と口頭による説明を実施し、研

究参加の同意を得た。研究参加者はいつでも同意の撤回が可能であることを説明した。

体力測定時の評価項目

TUGT と ITUGT (図 1)

TUGT の評価は、Podsiadlo¹⁸⁾、Shumway-Cook ら¹⁹⁾の方法を参考に実施した。検査者は対象者に「はじめの合図で立ち上がり、できる限り早く歩いて、3m 先のコーンを回ってきてください。回る方向はどちらでも構いません。戻ってきたらすぐに椅子に腰掛けてください。」と指示した。デジタルストップウォッチを使用し、はじめの合図で計測を開始し、対象者の殿部が椅子に接地したら計測を終了とした。

ITUGT の評価は、Sakurai ら¹⁾の方法を参考に実施した。検査に先立って、検査者は対象者が 3m 前方のコーンを視認できているか口頭で確認した。検査者は対象者に「頭の中で立ち上がり、歩いて椅子へ戻るまでを想像してもらいます。はじめの合図で立ち上がり、できる限り早歩きで、コーンを回って椅子に腰掛けます。これを実施には歩かずに想像で行います。椅子に座ったと思ったタイミングで座ったと言ってください。回る方向はどちらでもかまいません。目は開けていても閉じていてもかまいません。終了したらストップと言ってください。」と指示した。デジタルストップウォッチを使用し、検査者のはじめの合図で計測を開始し、対象者の「ストップ」の合図で計測を終了とした。TUGT、ITUGT ともに 42cm の椅子を使用し、歩行速度は最大速度とした。まず、ITUGT を測定し、次に TUGT を測定した。

推定誤差

推定誤差は、ITUGT と TUGT の測定値の差と定義し $ITUGT - TUGT$ の式で算出した。推定誤差が正の値の場合は TUGT を過小評価、負の値の場合は TUGT を過大評価していると解釈した。

生活空間

生活空間の評価として、life space assessment (LSA) を聴取した。LSA は、Baker ら²⁰⁾が開発した LSA スコアを日本語版に修正したスケールを用いて評価した。LSA は、生活範囲、頻度、補助具の有無、自立度で構成され、過去 4 週間の生活空間の活動範囲と頻度を評価する質問紙調査である。合計 120 点満点で高得点ほど生活空間が広いことを示す。生活範囲は、寝室内 (0 点)、住居内 (1 点)、居住空間のごく近くの空間 (2 点)、自宅近隣の 800m 以内 (3 点)、800m 以上 16 km の町内 (4 点)、16 km 以上の町外 (5 点) の 6 段階に分類される。頻度は、1 週間の中で 7 日間 (4 点)、4 から 6 日 (3 点)、1 から 3 日 (2 点)、1 日未満 (1 点) の 4 段階に分類される。補助具の有無、自立度は、補助具や介助を要せずに自立して活動した場合 (2 点)、補助具を用いて活動した場合 (1.5 点)、補助具または介助を用いて活動した場合 (1 点) となり、3 段階に分けられる。外出頻度と生活範囲から生活空間を定量化できる LSA は、対象者の移動能力と生活空間の狭小化に影響する因子を解釈し、治療計画の立案に使用されている。

運動機能

運動機能として、two-step test (TST)、握力、Functional Reach Test (FRT) を評価した。

2ステップテストは、村永ら²¹⁾の方法に準じ、バランスを崩さず実施可能な最大2歩幅長を計測し、身長で除した値を2ステップ値とした。握力は、スمدレー式握力計を使用した。測定姿勢は立位。上肢は下垂し、肘関節完全伸展位で測定した。左右交互に測定し最高値を記録、左右の平均値を握力値としたファンクショナルリーチテスト(FRT)は、Duncanら²²⁾の方法に基づき実施した。対象者の側方に設置したホワイトボード上に検査者がマーキングし、メジャーを使用して開始姿勢からのリーチ距離を計測とした。足を踏み出しこと、ホワイトボードに触れた場合は再測定とした。測定回数は2回とし、最高値を採用した。

認知機能

認知機能検査として、Mini-Cog²³⁾、Trail Making Test Part B (以下、TMT-B) を評価した。

TMT-Bは、Trail Making Test 日本版(一般社団法人日本高次脳機能障害学会 Brain Function Test 委員会 2019) を使用し、結果の判定には処理速度の指標となる所要時間を用いた。

その他の背景情報

年齢、性別、身長、体重、既往歴、抗精神病薬および睡眠剤の服用、過去一年間の転倒歴、転倒恐怖感、body mass index (BMI) を評価した。

統計解析

対象者のベースラインとフォローアップ時(2024年の体力測定時)の推定誤差の変化を算出し、フォローアップにおいて過大評価が増大していた者を誤差増大群、増大しなかった者を非増大群とした。両群における、ベースライン時点でのTUGTとITUGT、推定誤差、2step値、握力、FRT、TMT-B、LSA生活空間、運動機能、認知機能、その他の背景情報の記述統計量を算出し比較した。質的変数では人数と割合を算出し、 χ^2 検定を行った。量的変数では、平均値と標準偏差または中央値と四分位数を算出し、t 検定またはマンホイットニー検定を行った。誤差増大群におけるベースラインとフォローアップの推定誤差の変化をヒストグラムで可視化した。ベースラインの推定誤差とベースラインLSAの相関係数を算出した。

そして、フォローアップ時の推定誤差をアウトカム、ベースライン時のLSAを説明変数、ベースライン時の推定誤差、運動機能、認知機能、その他の背景情報を調整変数とした重回帰分析を実施し、フォローアップ時の推定誤差推定誤差とベースライン時のLSAとの関連を推定した。有意水準は0.05とし、統計解析ソフトはRを使用した。

【結果】

ADLが自立した地域在住高齢者69名が参加した。年齢が65歳未満、認知機能障害または脳卒中や神経筋疾患の既往、推定誤差評価で身体機能を過小評価したもの4人を除外し、65人を解析対象とした。

表1に参加者のベースライン時の基本情報および評価項目の記述統計を示す。対象者の平均年齢±標準誤差は75.7±5.7歳、女性は55人(85%)であった。対象者の身体機能は比較的良好であった。

表 2 に誤差増大群 25 名、誤差非増大群 40 名のベースライン時の基本情報および評価項目の記述統計と比較検定の結果を示す。すべての基本情報および評価項目において、両群で有意な差は認められなかった。

図 3 に誤差増大群における推定誤差の変化量のヒストグラムを示す。左に裾を引く分布となり、推定誤差の変化量は平均値（標準偏差）：-0.89(0.71)秒だった。増大群におけるベースラインの推定誤差とベースライン LSA の推定誤差の相関係数は認められなかった($r=-0.026$)。

表 2 に、フォローアップ時の推定誤差推定誤差とベースライン時の LSA との関連を推定した重回帰分析の結果を示す。ベースライン時の LSA とフォローアップ時の推定誤差推定誤差に有意な関連はみられなかった。ベースライン時の推定誤差とフォローアップ時の推定誤差増大に有意な関連が認められた(回帰係数 0.70, 95%信頼区間 0.40~1.01, $p < 0.001$)。

【考察】

地域在住高齢者を対象に、Life Space Assessment (LSA) による生活空間と TUGT および ITUGT から算出される推定誤差の変化の関連を、身体機能や認知機能などのベースライン時の評価項目を統計学的に調整した上で検証した。重回帰分析において LSA と推定誤差の有意な関連は認められなかった。また、フォローアップ時点で推定誤差が増大した対象者は全体の約 38.5%であった。しかしながら、推定誤差に対する基準値が明らかになっていないこと、推定誤差の変化を調査した縦断研究自体が限られているため、38.5%という割合の臨床的意味の判断は容易ではない。しかし、少なくとも全体の 3 割以上が自己推定の悪化を示している点は無視できず、介入の必要性を促すものと考えられる。

また、推定誤差評価の課題により過大評価を割合が異なる可能性が示唆された。本研究では参加者の 9 割以上が課題評価を呈していたが、櫻井ら¹⁷⁾の研究では、ベースラインでの過大評価群が 10.3%、フォローアップでは 22.4%であったと報告されており、比較すると対象全体の過大評価群の割合は低い。しかしながら、推定誤差評価に用いた課題が異なるため、課題自体の特徴により推定誤差も異なる可能性が考えられる。実際に、Sakamoto ら²⁴⁾は距離などの空間的課題と比較し、歩行速度などの時間的課題がより推定誤差が大きくなることを報告している¹⁸⁾。本研究では、TUGT を用いた時間的課題を使用したため全体として過大評価した者の割合が多くなったと考えた。

LSA によって測定される生活空間の広さは、推定誤差に直接的な影響を及ぼさない可能性が示唆された。一方、ベースライン時の推定誤差とフォローアップの推定誤差に関連が見られたことから、地域在住高齢者という比較的活動的な集団においては、生活空間の広さよりも、実際の身体能力や運動イメージの個人差が推定誤差に影響を与えている可能性がある。今後は、生活空間や外出頻度に加えて、本研究で測定できていなかった運動イメージの正確性をより詳細に評価することが必要かもしれない。

推定誤差の変化量自体も 2 秒程度の変化が多く、大きな変動が見られなかったことは追跡期間が不十分だった可能性も考えられる。櫻井ら¹⁷⁾の研究では、3 年間の追跡調査によって、外出頻度と推定誤差の関連が報告されている。よって身体機能が比較的良好な地域在住高齢者では、1 年の追跡においては推定誤差があまり変化しなかった可能性が考えられる。

本研究の限界として、LSA が自記式の評価であることから実際の身体活動を捉えきれていない可能性がある。特に本研究の対象者となった比較的体機能の高い高齢者においては、活動量計を用いた詳細な生活習慣や活動の計測が有用である可能性がある。また、解析対象は 65 名であり、サンプルサイズが小さいことから統計検出力に限界があると考えられる。最後に、対象

とした高齢者は身体機能が良好で活動的な高齢者に限定されており、結果の一般化には注意が必要である。

【結論】 ベースライン時の LSA と推定誤差の変化には関連がなかった。今後、まだ検証されていない認知機能や実際の身体活動量など、推定誤差の関連因子についてより多角的な検討が必要である。

【引用文献】

1. Sakurai R, Fujiwara Y, Yasunaga M, et al. Older adults with fear of falling show deficits in motor imagery of gait. *J Nutr Heal Aging*. 2017;21(6):721-726.
2. Nakano H, Murata S, Shiraiwa K, Iwase H, Kodama T. Temporal characteristics of imagined and actual walking in frail older adults. *Aging Clin Exp Res*. 2018;30(12):1453-1457.
3. Robinovitch SN, Cronin T. Perception of postural limits in elderly nursing home and day care participants. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci*. 1999;54(3):124-130.
4. Caçola P, Roberson J, Gabbard C. Aging in movement representations for sequential finger movements: A comparison between young-, middle-aged, and older adults. *Brain Cogn*. 2013;82(1):1-5.
5. Butler AA, Lord SR, Fitzpatrick RC. Reach distance but not judgment error is associated with falls in older people. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci*. 2011;66 A(8):896-903.
6. Wood JM, Lacherez PF, Anstey KJ. Not all older adults have insight into their driving abilities: Evidence from an on-road assessment and implications for policy. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci*. 2013;68(5):559-566.
7. Delbaere K, Close JCT, Brodaty H, Sachdev P, Lord SR. Physiological Risk of Falling Among Elderly People: Cohort Study. *BMJ Br Med J*. 2010;341(4165):1-8.
8. Fujimoto A, Hori H, Tamura T, et al. Relationships between estimation errors and falls in healthy aged dwellers. *Gerontology*. 2015;61(2):109-115.
9. Sakurai R, Fujiwara Y, Ishihara M, Higuchi T, Uchida H, Imanaka K. Age-related self-overestimation of step-over ability in healthy older adults and its relationship to fall risk. *BMC Geriatr*. 2013;13(1):15-17.
10. Grenier S, Richard-Devantoy S, Nadeau A, et al. The association between fear of falling and motor imagery abilities in older community-dwelling individuals. *Maturitas*. 2018;110(January):18-20.
11. Hayashi S, Misu Y, Sakamoto T, Yamamoto T. Cross-Sectional Analysis of Fall-Related Factors with a Focus on Fall Prevention Self-Efficacy and Self-Cognition of Physical Performance among Community-Dwelling Older Adults. *Geriatr*. 2023;8(1).
12. Rüdiger S, Stuckenschneider T, Vogt T, et al. Cognitive Impairment Is Reflected by an Increased Difference between Real and Imagined Timed Up and Go Test Performance. *Dement Geriatr Cogn Disord*. 2017;44(1-2):55-62.
13. Beauchet O, Annweiler C, Assal F, et al. Imagined Timed Up & Go test: A new

- tool to assess higher-level gait and balance disorders in older adults? *J Neurol Sci.* 2010;294(1-2):102-106.
14. Kluit N, van Dieën JH, Pijnappels M. The degree of misjudgment between perceived and actual gait ability in older adults. *Gait Posture.* 2017;51:275-280.
 15. Butler AA, Lord SR, Taylor JL, Fitzpatrick RC. Ability Versus Hazard: Risk-Taking and Falls in Older People. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci.* 2015;70(5):628-634.
 16. Sakurai R, Fujiwara Y, Sakuma N, et al. Influential factors affecting age-related self-overestimation of step-over ability: Focusing on frequency of going outdoors and executive function. *Arch Gerontol Geriatr.* 2014;59(3):577-583.
 17. Sakurai R, Fujiwara Y, Suzuki H, Ogawa S, Higuchi T, Imanaka K. Changes in Self-estimated Step-Over Ability Among Older Adults: A 3-Year Follow-up Study. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.* 2021;76(10):2003-2012.
 18. Podsiadlo, D; Richardson S. The Timed Up and Go: A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-148.
 19. Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the timed up and go test. *Phys Ther.* 2000;80(9):896-903.
 20. Baker PS, Bodner E V., Allman RM. Measuring Life-Space Mobility in Community-Dwelling Older Adults. *J Am Geriatr Soc.* 2003;51(11):1610-1614.
 21. 村永信吾. 平野清考. 2ステップテストを用いた簡便な歩行能力推定法の開発. 昭和医学会雑誌. 2003;59(63(3)):301-308.
 22. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: A new clinical measure of balance. *Journals Gerontol.* 1990;45(6):1-2.
 23. Borson S, Scanlan JM, Chen P, Ganguli M. The Mini-Cog as a screen for dementia: Validation in a population-based sample. *J Am Geriatr Soc.* 2003;51(10):1451-1454.
 24. Sakamoto Y, Ohashi Y. Characteristics of tasks utilized for evaluation of judgment errors in the elderly. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(10):2877-2882.

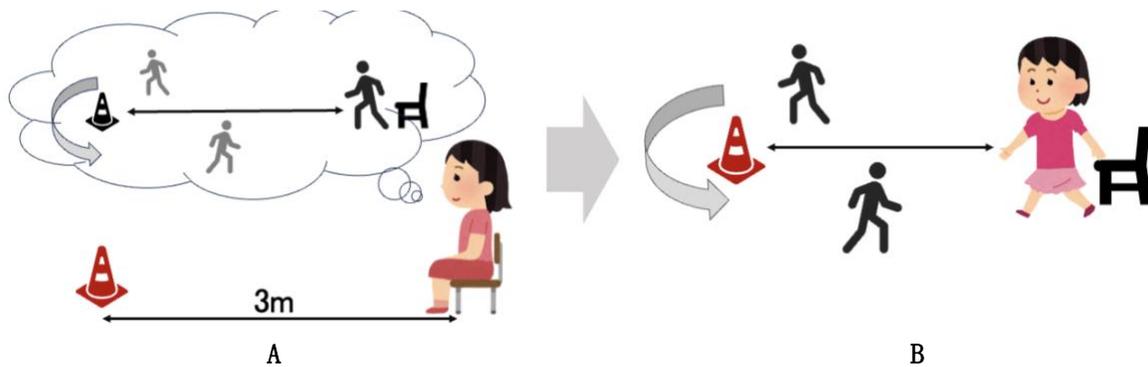


図1. A:Imagined Timed Up and Go Test と Timed Up and Go test の模式図。
 参加者は、椅子から立ち上がり、3m先の目印の周りを歩き、できるだけ速く椅子に戻り座ると
 いう TUG のイメージ課題の後に、実際の歩行速度を測定する TUGT を行った。A:Imagined Timed
 Up and Go Test B:Timed Up and Go test

表 1. ベースラインの対象者の特徴

	N=65
年齢 (歳)	75.7±5.7
性別 (男性/女性)	10/55
BMI (kg/m ²)	21.6±2.8
転倒歴 (あり/なし)	7/58
転倒恐怖感(あり/なし)	13/52
向精神病薬または睡眠薬の使用 (あり/なし)	7/57
TMT-B (秒)	112.0±38
握力 (kg)	23.1±5.1
TUGT (秒)	6.04±0.99
ITUGT (秒)	3.7±1.21
2 ステップ値	1.43±0.15
FRT (cm)	34.4±5.6
LSA (点)	88±15

データは平均値±標準偏差で表した。BMI :body mass index, TMT-B :Trail Making Test Part B, TUGT : Timed Up and Go Test、ITUGT :Imagined Timed Up and Go Test. FRT : ファンクショナルリーチテスト, LSA :life space assessment.

表 2. フォローアップ時における推定誤差の増大群と非増大群の比較

	非増大群 (N=40)	増大群 (N=25)	p 値
年齢 (歳)	75.9±5.5	75.3±6.2	0.7
性別 (男性/女性)	6/34	4/21	0.9
BMI (kg/m ²)	21.8±2.9	21.3±2.8	0.6
転倒歴 (あり/なし)	6/34	0/25	0.12
転倒恐怖感(あり/なし)	7/33	5/20	0.9
TMT-B (秒)	110±39	115±38	0.6
握力 (kg)	23.3±5.0	22.8±5.4	0.7
2 ステップ値	1.43±0.1	1.44±0.1	0.8
推定誤差	-2.53±1.2	-2.0±1.2	0.12
TUGT (秒)	6.0±1.0	5.9±0.8	0.7
ITUGT (秒)	3.5±1.28	3.9±1.0	0.2
FRT (cm)	34.7±5.8	34±5.3	0.6
LSA (点)	87±15	89±15	0.5

データは平均値±標準偏差で表した。BMI :body mass index, TMT-B :Trail Making Test Part B, TUGT : Timed Up and Go Test、ITUGT :Imagined Timed Up and Go Test. FRT : ファンクショナルリーチテスト, LSA :life space assessment.

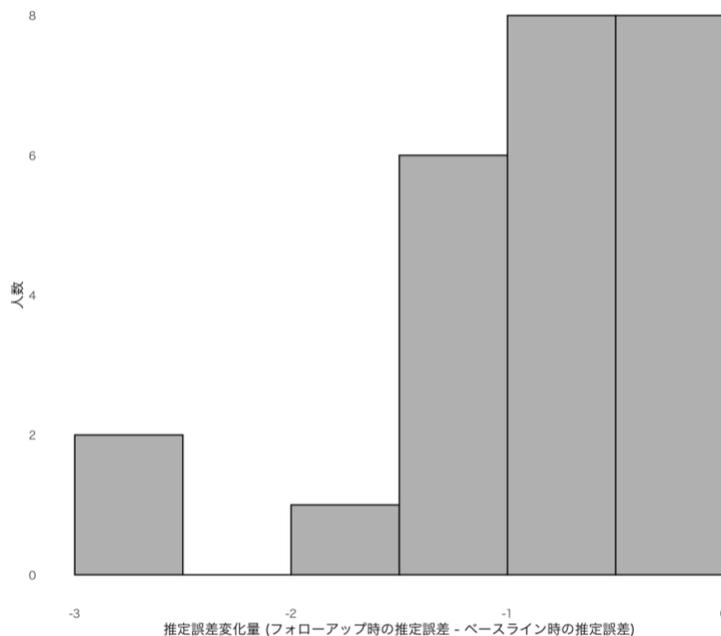


図 2. 誤差増大群の推定誤差の変化

フォローアップ時に過大評価が増大していた対象者の推定誤差変化量を、フォローアップ時の推定誤差-ベースライン時の推定誤差の式で算出、可視化した。左に裾を引く分布となり、9割

の者が-2秒以内の変動だった。

表 3. フォローアップ時の推定誤差を従属変数とした重回帰分析

	Estimate	Std. Error ¹	t value	95% CI ¹	p 値
LSA (点)	-0.013	0.012	-1.13	-0.03, 0.01	0.262
年齢 (歳)	-0.028	0.035	0.802	-0.04, 0.09	0.426
身長 (cm)	-0.021	0.029	-0.73	-0.08, 0.03	0.463
推定誤差 (秒)	0.705	0.152	4.643	0.4, 1.01	0.001
TMT-B (秒)	-0.004	0.005	-0.843	-0.01, 0.01	0.403
握力 (kg)	0.037	0.041	0.895	-0.04, 0.12	0.37

¹ SE = Standard Error, CI = Confidence Interval

LSA :life space assessment, TMT-B :Trail Making Test Part B, FRT :Functional Reach Test