

中高齢者の筋萎縮と肥大に関する一考察

菅野俊郎

The Consideration on Muscle Atrophy and Hypertrophy of the Middle and Advanced Age People

Toshiro KANNO

(Received October 31,2018)

In this study I want to find out how the phenomenon of muscle atrophy and hypertrophy occurs. Also I try to consider the remedy against them.

1. People who have no instinct of exercising need to work out the necessity of exercising.
2. Human muscle develops if it is moderately used, and if not, it become atrophic and degenerates.
3. We need to build anti-aging body through good exercising.
4. Exercising should be continuous, enjoyable including dance for example.

Key Words: muscle atrophy, hypertrophy, middle and advanced age

1. はじめに

新しい自転車を屋外に放置しておくと錆びて動きが悪くなります。人間の体も同様であり、動かすように、動けるようにできております。体を使用しないと体がかたくなり、動きが悪くなります。人間には成長と加齢があり、加齢とともに体の機能が低下し、活動の動きが低下します。その原因の一つに中高齢者の運動不足が考えられます。

ドイツの生物学者ルーが提唱した「ルーの法則」では、「ヒトの器官や機能は、適度に使えば発達し、使わなければ退化・萎縮する」という法則もあります。いかにして体を動かすか、運動させるかを自ら顧みて、生活の中に位置づける必要があります。

近年、中高齢者の健康生活についての話題が多く、中高齢者における様々な体力づくりが各地で話題になっております。体を動かして健康を作ろう。ウォーキングとか、筋力トレーニングとか、健康体操等の紹介が多く見受けられます。

そんな中で本研究は人間の発育発達以後の行動体力、特に中高齢者の筋肉萎縮と筋肉肥大の現象はどのように

起きているのか、その改善策について考察を試みる。

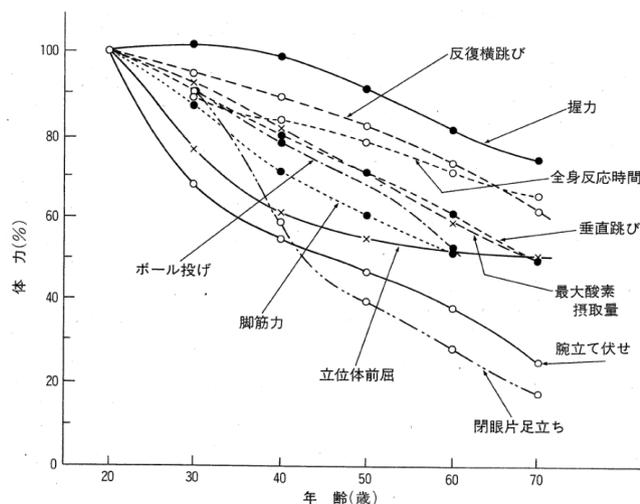
2. 運動と体力

2.1 運動の必要性

運動の必要性について、「なぜ、運動しなければならないか」と題して報告¹⁾があります。特に運動の本能を感じない人間は、自分の知恵により健康の危機を絶えず感じる必要があります。人間には運動の本能が隠れております。常に運動の必要性を知恵で考えていかなければならないということです。

2.2 体力の加齢変化

図1は加齢による体力の変化を示しています。これらの体力はすべて加齢によって低下を示すが、体力種によって低下の程度が異なっています。活動レベルが激しい動作(腕立て伏せ・閉眼片足立ち)は日常基本動作(握力・反復横跳び)と比較して、体力の低下傾向が強いです。その老化の速度を抑えるためには、中高齢者の健康で活力ある適切な運動(筋肉)が必要です。

図 1. 体力の加齢変化²⁾

(20歳の体力を100としてそれぞれの年齢の体力を相対値で示した.)

3. 筋肉の特性

3.1 筋肉(骨格筋)とは

骨格筋の筋線維タイプは、主に遅筋(赤筋)、速筋(白筋)です。表1は筋肉の特性をまとめたものです。

表 1. 筋肉の特性^{3) 4) 5) 6)}

	遅筋	速筋
染色	赤(赤筋)	白(白筋)
筋繊維の大きさ	小さい・細い	大きい・太い
筋肉の収縮	ゆっくり収縮	すばやく収縮
場所	体の奥に多い	体の表面近くに多い
特徴	持久力に優れている	瞬発力に優れている
疲労度	疲れにくい	疲れやすい
けが	ケガしにくい	ケガしやすい
筋肉もりもり	なりにくい	なりやすい(ボディビル)
収縮	有酸素性収縮 (毛細血管が増える)	無酸素性収縮 (筋肉肥大)
柔軟性	ある・強い	弱い
魚	マグロのような赤身魚 (絶えず泳ぎ続ける)	ヒラメのような白身魚 (素早く動く)
スポーツ選手	長距離選手	短距離選手
老化	衰えはゆるやか	衰えはやや速い
運動種	有酸素運動	筋カトレーニング
運動種目	持久的な運動	瞬発的な運動

魚の刺身は、赤身(赤筋・遅筋)と白身(白筋・速筋)に分けられます。赤身は、マグロのような赤身の魚からなります。赤身の魚は、水中で長い時間たえず泳ぎ続けます。赤身は持久力に富んだ筋肉です。白身はヒラメのような白身の魚からなります。白身の魚は素早く動くことができます。白身は素早さに富んだ筋肉です。

1つの筋肉の中に遅筋(赤筋)と速筋(白筋)が混在しています。遅筋の割合が多い運動選手は長距離選手・マラソン選手、速筋の割合が多い運動選手は短距離選手・野球選手です。

遅筋と速筋がもっともよく働くのは、20歳代です。それ以降は、年とともに衰えてきます。遅筋は年をとっても、衰えはゆるやかです。速筋が衰えると、体を素早く動かすことができなくなってきます。簡単に転んでしまいます。老化しやすいのは、脚の筋肉の中にある速筋です。老いない体をつくるためには、老化や運動不足によって衰えやすい脚の筋肉の中にある速筋を鍛えておくことが大切です。何歳であっても素早く動くための速筋を鍛えて、若い体を取り戻す必要があります。

3.2 筋肉の性質

筋肉には以下のような性質が報告されています^{5) 6)}.

- ・筋肉は筋トレで強化すればするほど、動きが単調で直線的な動きが得意になり、曲線を描くような滑らかな動きを苦手とするようになります。
- ・筋肉は年齢とともに動かなくなります。動作に必要な細かい神経が切れます。
- ・筋肉は年齢とともに疲労が抜けにくくなります。結果的に慢性疲労を起こしやすくなります。
- ・筋肉は疲労すると、単調な動きしか出来なくなってきました。
- ・筋肉は太くする時間よりも、神経を生やす時間の方がかかります。
- ・人間の筋肉は、20代でピークとして、以後、およそ年1%の割合でじわじわと減っていきます。
- ・80代でも90代でも筋肉は増やせます。
- ・いくつになっても老いないカギは筋肉にあります。

つまり、何もしなければ筋肉は落ちる一方ですが、運動の必要性を意識して、継続的に運動することにより、体力を維持できるし、増やすこともできます。筋肉量が増えると、体が疲れなくなります。

4. 筋の萎縮と肥大

4.1.1 筋萎縮-動物実験において

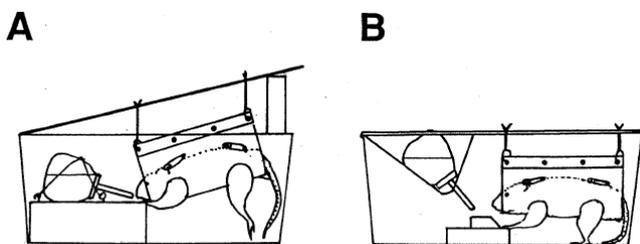


図2. ラットを用いた後肢懸垂モデル⁷⁾

(A: 後肢懸垂, B: 後肢懸垂なし)

(1) 後肢懸垂モデルによる廃用性筋萎縮

ラットを用いた後肢懸垂モデル(図2)⁷⁾は、後肢が接地しないように動物をつるした状態で飼育する方法で、模擬微小重力環境における生体機能の変化を調べる実験モデルとしてよく用いられています。短期間に抗重力筋の著明な筋萎縮が生じます。後肢懸垂に伴い筋重量が低下します。これらの結果から、活動低下に伴うヒラメ筋の萎縮に対し、加齢の影響は少ないと報告⁸⁾されています。

(2) 活動制限解除後の筋機能の回復

図3はラットを用いた後肢懸垂とその回復を示しています。図3中の9)であるBoothらの報告⁹⁾は、懸垂により低下した最大強縮張力は懸垂期間と同じ3週間の回復期間では対照レベルの約80%までの回復しかみられなかったです。この結果は90日間の活動制限後のヒラメ筋の最大張力が対照レベルに回復するには120日間の回復期間を要することを示しています。

図3中の8)である山内らの報告⁸⁾は、4週間の不動化で起こった萎縮筋が完全に回復するには90日を要したことを示しています。

また山内らの報告¹⁰⁾は、後肢懸垂解除後の回復は若齢期と老齢期で差がみられなかったと報告しています。つまり、筋力発揮能の回復に対して、老齢期も若齢期と同じ回復能力を有していると報告されています。

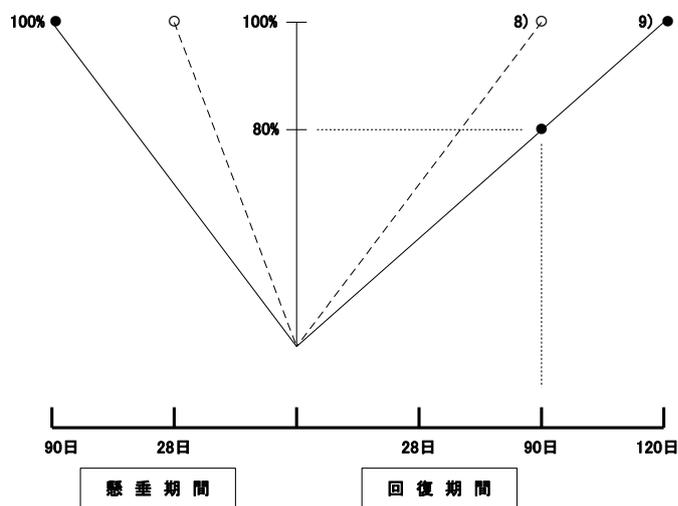


図3. ラットを用いた後肢懸垂と回復^{8) 9)}

よって、ラットを用いた後肢懸垂において、活動制限により低下した最大張力が対照レベルまでに回復するには、活動制限期間以上の期間を要すると考えられます。

4.1.2 筋萎縮-中高齢者において

超高齢社会の今日、長期臥床や傷害を伴うギプス固定、不活動などにより、廃用性の筋萎縮が引き起こされた報告や宇宙滞在による無重量環境下での骨格筋の萎縮を招く等の多くの報告があります。また、加齢による不活動状態の持続が引き起こす筋萎縮は、高齢者における寝たきり・要介護状態に至る要因の1つであり、廃用性筋萎縮(サルコペニア)とされています。以下に、具体的な廃用性の筋萎縮例を報告します。

(1) 加齢による筋肉量の減少例^{6) 11)}

- ・筋肉量は30歳ごろがピークであり、その後は加齢とともに低下します。
- ・20歳くらいでピークを迎え、その後は加齢に伴って、落ちていきます。50歳あたりまでは緩やかですが、50歳を越えると急激にダウンします。普通の生活をしていても、1年に1%くらいの割合で減少しますので、10年ではなんと10%の筋肉が体から消えてなくなります。
- ・一般成人は20歳～50歳までの間に約10%の筋量を失うが、50歳を超えると80歳までにさらに30～40%という急激な筋量減少が起こります。

(2) ベッド生活による筋肉量の減少例¹¹⁾

- ・久野たちの研究室では、4～5日寝込んでいると、それだけで0.2%の筋肉が落ちます。1年365日で1%落ちるところを、たった4～5日で2か月半くらい分の筋量を落としてしまったことになります。
- ・健康な男性を三週間ベッドに寝かせたままにして運動不足にさせたところ、筋肉が15パーセントも細くなったという研究結果が報告されています。

(3) 寝たきりによる筋肉量の減少例³⁾

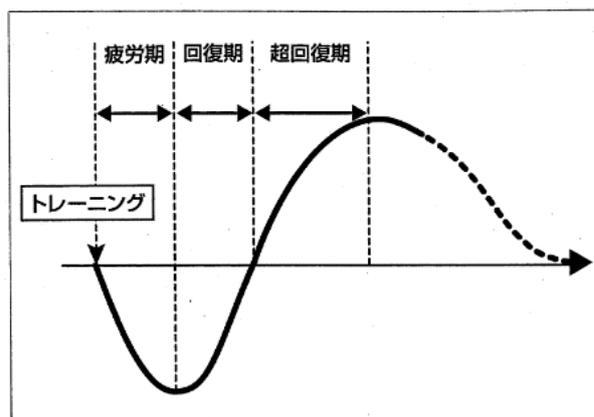
- ・極端な例では、寝たきりになると、その後の筋力は1日に5%ずつ低下していくと報告されています。
- ・よく言われるのは、高齢者の方が病気などで一週間ベッドに寝たきりになれば、元の筋力や体力を取り戻すのに一か月以上はかかるということです。

よって、筋萎縮による筋肉量は20～30歳ごろがピークであり、その後は加齢とともに1年に1%くらいの割合で減少します。10年で10%の筋肉が体から消えることとなります。

4.2 筋の肥大

(1) 筋肥大は筋線維の破壊と修復で起こります

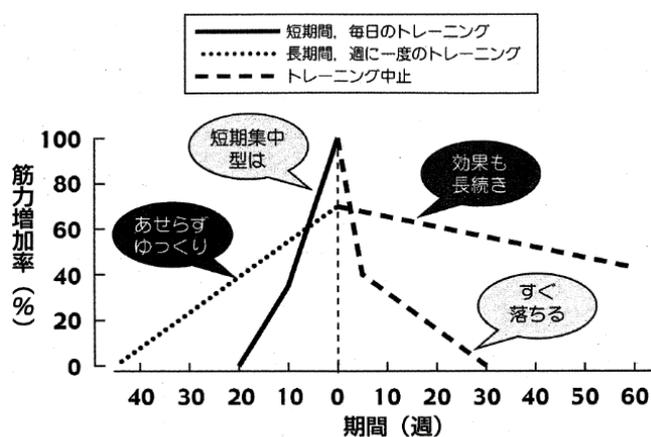
筋力トレーニングを続けていると、しだいに筋肉が大きくなります。これは筋肥大と呼ばれる現象で、筋肉を構成している筋線維の1本、1本が太くなることによります。そこには「超回復」¹²⁾というサイクルが関与しています(図4)。超回復が起こるのはトレーニング後48-72時間と考えられています。よって、筋肥大を目指すなら、トレーニングを実施した後は、蛋白質を豊富に含む食事を摂り、2-3日は強度の高いトレーニングを避ける必要があります。

図4. 超回復を利用したトレーニングでの筋力変化¹²⁾

(2) トレーニング期間と効果消失

図5¹³⁾は、短期集中型のトレーニングをした場合(実践)と、長期間継続してトレーニングをした場合(点線)とで、トレーニング中止後の筋力低下(破線)がどのようになるかを示しています。短時間集中型トレーニングでは、トレーニング後の効果も消失も同じくらい早いです。長期間のトレーニングでは、中止後の筋力低下もゆっくりです。

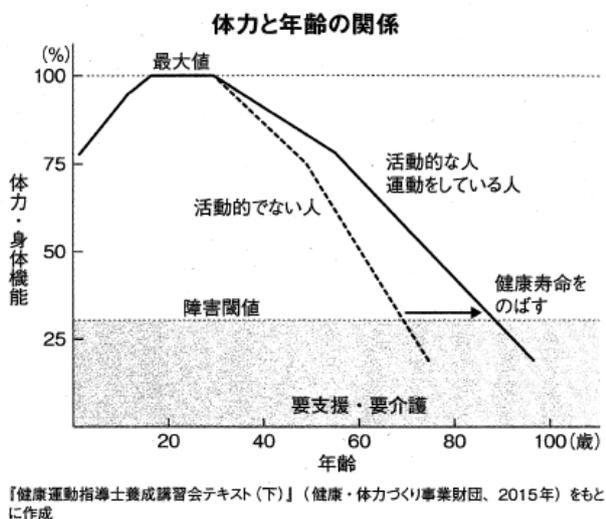
よって、筋力トレーニングは継続的に行うことにより、その効果は長続きすることになります。



ヘッティンガー著(一部改変)「アイソメトリックトレーニング」より

図5. トレーニング期間と効果消失¹³⁾

5. 中高齢者の体力



『健康運動指導士養成講習会テキスト(下)』(健康・体力づくり事業財団、2015年)をもとに作成

図 6. 体力と年齢の関係¹⁴⁾

図 6¹⁴⁾にあるように、年齢とともに体力の衰えは進みます。活動的な人や運動している人は活動的でない人よりも、健康寿命をのばすことができます。

よって、体力を維持するためには、年齢に関係なく、継続的に運動し、筋肉を動かすことが必要です。

以下に、体力を高めるための筋肉の特性(表 1)と老化について列挙します^{3) 4) 5) 6)}。

- ・「座る・立つ・歩く」に必要な筋肉は速筋より遅筋が中心になります。
- ・遅筋は速筋に比べて、柔軟性があるので、遅筋を中心に使う運動はケガもしにくいです。
- ・筋トレは速筋を、体の表面に多く、柔軟性が弱く、筋肉が太くなり、瞬発力が高いです。
- ・有酸素運動は遅筋を、体の内部に多く、柔軟性が高く、持久力が高いです。
- ・背中や脚の筋肉には遅筋が多く、腹筋や腕の筋肉に速筋が多いです。
- ・身体の表面近くにある筋肉は速筋の割合が多く、奥の方にある筋肉は遅筋の割合が多いです。

よって、中高齢者は体の表面の筋肉ではなく、体の奥にある筋肉である遅筋を中心に鍛えることが必要です。

6. 中高齢者の体力対策

6.1 運動対策(図 7)

体力の中核は筋力と全身持久力にあります。そのためにも、骨格筋を刺激する運動・トレーニングが必要です。

- (1) 遅筋・赤筋=有酸素運動—持久力つける—歩く, 走る
- (2) 速筋・白筋=無酸素運動—筋力をつける—筋肉トレ
- (3) 柔軟性運動—体を柔らかにする—ストレッチ・ヨガ

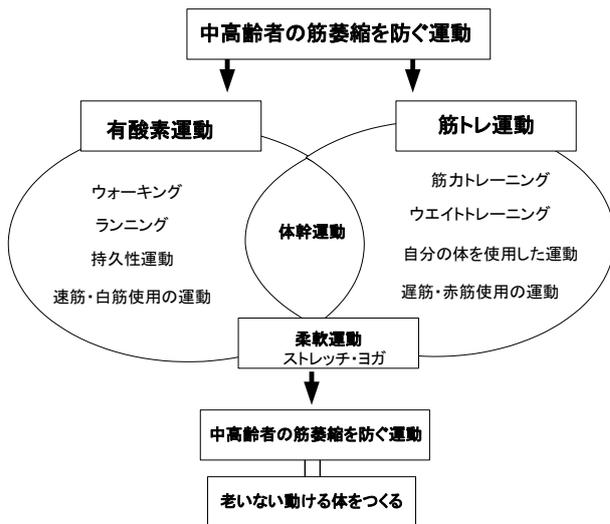


図 7. 中高齢者のための運動対策

6.2 有酸素運動

歩き・ウォーキングを行う移動運動を前提にしています。運動の方法については、様々なところで紹介され、実践されております。注目したいのは、スロージョギングです。歩く速さでのジョギングのことです。体への負担は小さいですが、足腰や心臓をしっかりと使うことができ効果が大きいです。

6.3 筋力トレーニング¹⁵⁾

スロトレ(スロートレーニング)では、筋肉の緊張を維持したまま、なめらかにゆっくりと動作することです。スクワットでは、中腰の姿勢から、ゆっくりとしゃがみ、ゆっくりと戻るという動作を繰り返します。

6.4 柔軟性(ストレッチ)(ヨガ)

ストレッチは筋肉の稼働範囲を増やして、力をうまく伝えることです。身体が硬くても毎日習慣づけて行くと次第に身体が柔らかくなります。ヨガは心と体をリラックスさせ、ヨガの効果は多いです。体の硬い人にこそヨガは効果的です。関節の周りの筋肉もほぐされ柔らかくなります。

7. 中高齢者の体力改善のための運動種(図 7)

- (1)加齢と共に,動作様式が単純で,直線的な動作が多いです.そのため,前後,左右,上下の動作を取り入れた運動を勧めます.
- (2)加齢と共に,自分で動作をコントロールすることが多いです.他者や外界からの刺激に対して対応することが少ないです.そのため,1人運動よりも,他動的運動により対人を伴う運動を勧めます.
- (5)踊りやダンスを奨励します.リズム,音楽を伴う運動ダンスが有効です.自分で動作をコントロールするのではなく,音リズムに対する表現動作が全身運動や持久性運動に値し,有効です.
- (6)積極的レクリエーションでは継続的に,仲間と楽しく活動ができることにより,動ける体を育てることができます.

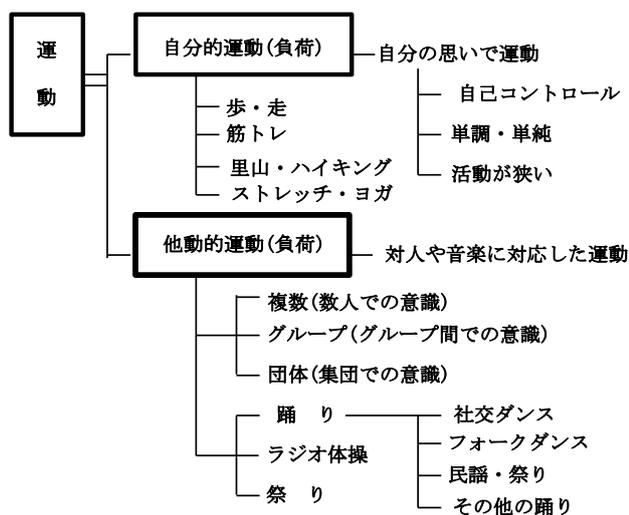


図 7. 中高齢者のための運動種

8. まとめ

近代化された社会生活,移動範囲が拡大し,生活の質も向上し,便利な世の中になりました.反面,特に体を移動させる営みが激減し,体が弱くなってきました.移動運動不足です.そのためには,体を動かすことが必要です.

1. 運動の本能を感じない人間は,自分の知恵により健康の危機を絶えず感じる必要があります.人間には運動の本能が隠れております.常に運動の必要性を知恵で考えていかなければならないです.

2. 人間の筋肉は適度に使えば発達し,使わなければ退化・萎縮します.運動によって,老いない体をつくる必要があります.
3. 筋肉は鍛えられます.体力を高めるには有酸素運動(歩行)と筋トレ(スクワット)と柔軟運動(ストレッチ)が必要とされます.
4. 運動するならば,他動的運動(対人・音楽)を介して,楽しく,継続的に,レクリエーション的な運動が必要とされます.

参考文献

- 1) 菅野俊郎. なぜ,運動しなければならないか. 一関高専研究紀要. 41: 39-48, 2007.
- 2) 朝山正己等. 運動生理学. 東京教学社. 12, 2002.
- 3) 田中尚喜. 百歳まで歩く. 幻冬文庫. 22, 2017.
- 4) 湯浅景元. 老いない体をつくる. 平凡社. 57, 2006.
- 5) YAMATO99. 筋肉の性質と疲労.1-5,2012.
<http://www.page.sannet.ne.jp/yamato99/book.html>.
- 6) 田中勝. 加齢に伴う体力の自然減退とトレーニング. 八代ボランティア養成講座. 1-9, 2009.
- 7) Kazuhiko I. Responses of Visceral Organ Size and Skeletal Muscle Mass During Whole Body Suspension and Recovery in Rats. Adv Exerc Sports Physiol.2:19-29. 1996
- 8) 山内秀樹等. 老齢期の廃用性萎縮筋の機能回復に及ぼす運動負荷の影響. リハビリテーション医学. 34: 212-217, 1997.
- 9) Booth,Recovery of skeletal muscle after 3 mo of hindlimb immobilization in rats.J Appl Physiol. 47:435-439,1979.
- 10) 山内秀樹等. 廃用性筋萎縮に対する等尺性運動の効果と加齢の影響. リハビリテーション医学. 34: 46-51, 1997.
- 11) 久野譜也. 大腰筋を鍛えよ. 飛鳥新社. 34-86, 2017.
- 12) 都竹茂樹等. 高齢者のメディカル 筋力トレーニング教本.日経 BP 社.23,2003.
- 13) 福永哲夫等. 貯筋通帳.ワニマガジン社.41,2002.
- 14) 樋口満. 体力の正体は筋肉.集英社.32,2018.
- 15) 石井直方. スロトレ.高橋書店,2012.