

<特集「超高齢社会への提言～鍵は介護予防にあり～」>

長寿・超高齢社会への挑戦： 「動ける 90 歳代」を目標に！

木 村 み さ か*

京都府立医科大学大学院保健看護研究科保健看護専攻
京都府立医科大学医学部看護学科教養教育講座応用健康科学

Facing the Challenge of Longevity/hyperaged Society: A target is “Being Active in the 90s”!

Misaka Kimura

*Graduate School of Nursing and Health Care Science, Master of Nursing for Health Care Science,
Kyoto Prefectural University of Medicine
Department of Nursing, General Education, Kyoto prefectural of Medicine*

抄 録

本稿では、長寿・超高齢社会へのあらたな挑戦，“動ける 90 歳代”を目標にした体力について考える資料として、我々の調査結果を紹介した。高齢期における体力低下は、ほぼ青壮年期を通じて見られる加齢変化の延長上にあるが、体力要素によってその低下の程度は異なり、特にバランス能低下が著しい。高齢者の体力の個人差は大きく、散歩程度の運動の有無により 10 歳の体力年齢差が生ずる。また、積極的なライフスタイルを持つ高齢者では、転倒してもけがが少ない。高齢期の体力はその後の生命予後に影響している。また、我々は縦断的データをもとに、生物学的年齢 biological age の指標として体力年齢 fitness age score (FAS) を計算する方法を確立し、老化のスピードを評価した。FAS による老化度は死亡と密接に関係していた。高齢者における運動介入は、要介護の有無にかかわらず、高齢期における死亡やその後の ADL と強く関連すると報告されている歩行速度や椅子立ち上がり、握力を改善させ、活動量を増やし、医療費や介護保険料の軽減につながることを示唆された。

キーワード：長寿・超高齢社会，体力，介護予防。

Abstract

We present our data as a reference for the evaluation of “being active in the 90s” as a target for a population facing the challenge of longevity/hyperaged society. Physical abilities decline in old age as an extension of age-associated changes in fitness through youth and middle-age, but the degree of decline varies among components of fitness, being particularly notable in the balancing ability. Physical abilities

平成24年9月21日受付

*連絡先 木村みさか 〒602-0857 京都市上京区清和院口寺町東入中御霊町410

misaka@cmt.kpu-m.ac.jp

開示すべき潜在的利益相反状態はない。

also show wide individual variation, and fitness age differs by about 10 years between those who regularly practice light exercise such as walking and those who do not. Elderly people with a positive lifestyle sustain injuries less frequently even if they fall. Physical abilities in old age affect the survival period. On the basis of longitudinal data, we also establish a method to calculate the fitness age score (FAS) as an index of biological age and evaluated the speed of aging. The degree of aging according to the FAS was closely related to death. However, exercise intervention has been suggested to improve the walking speed, standing up from a chair, and grip strength, which have been reported to be closely related to death and ADL in elderly people, whether they need long-term care or not and to reduce the expenditures on medical care and long-term care insurance.

Key Words: Longevity/hyperaged society, Physical abilities, Long-term care prevention.

はじめに

1. 人類未曾有の長寿・超高齢社会の到来

2012年7月26日に発表された最新の資料(平成23年簡易生命表)¹⁾によると、2011年の日本人の平均寿命は、女性85.90歳、男性79.44歳である。前年度比で女性は0.40歳、男性は0.11歳縮んだことになる。男女ともに2009年に最高となった後、2年連続で縮んだ。主な国・地域別で、日本人女性の平均寿命は2010年まで26年連続世界一だったが、2011年は香港の86.7歳を下回り2位となった。日本人男性も10年の4位から8位に順位を下げた。男女ともに寿命を縮めたのは、1万5千人超が死亡した2011年3月発生の東日本大震災の影響が大きい。ただし、震災の影響を除外した平均寿命は女性86.24歳、男性79.70歳となり、女性では香港を下回る。この要因として、特に20代女性の自殺死亡者の増加が挙げられている。このような状況ではあるが、平均寿命が頭打ちになったと判断するのはまだはやく、2060年には男性84.19歳、女性90.93歳と予測されている(国立社会保障・人口問題研究所2012)²⁾。

一方、2012年8月1日現在(概算値、総務省2012)³⁾による65歳以上の人口は、全人口の24.0%(男性21.1%、女性26.4%)と、国際的に見て最も高い水準である。高齢化率20%以上を超高齢社会と言うが、わが国の高齢化は、長寿化に少子化が加わって、諸外国が経験したことのない速度で進行しており、2060年には39.9%と推計される(国立社会保障・人口問題

研究所2012)²⁾。後期高齢人口が前期高齢者を上回るのは2017年と予想され、このような社会では、当然ながら超高齢者人口(85歳以上)の増加を伴う。平成23年簡易生命表¹⁾から特定年齢生存率を見ると、90歳で女性45.4%、男性21.3%、95歳で女性22.1%、男性7.2%となっている。すなわち女性では約半数が、男性では2割超が90歳を超えて生きる時代に突入している。

2. 高齢者の健康と健康寿命

ここで問題になるのが、後期高齢者や超高齢者の健康や生活である。65歳以上の有訴者率(人口1000人当たりの「ここ数日、病気やケガ等で自覚症状のある者(入院を除く)」の数)は471.1、約半数が何らかの自覚症状を訴えている⁴⁾。一方、65歳以上の日常生活に影響のある者率(人口1000人当たりの「現在、健康上の問題で、日常生活動作、外出、仕事、家事、運動等に影響のある者(入院を除く)」の数)は209で、有訴率の半分となっている⁵⁾。しかしながら、日常生活に何らかの影響を持つ者は高齢層ほど高率で、75歳以上では男性に比べ女性の比率が増す。健康状態の意識も高齢層ほど、「よい」「まあよい」が減って、「あまりよくない」「よくない」が増加する(厚生労働省、2011)⁴⁾。

健康寿命は、日常生活に制限のない期間(自立期間)をいう⁵⁾。平成22(2010)年時点の健康寿命は、男性70.42歳、女性73.62歳となっており、いずれも世界のトップクラスである。しかし、平均寿命の延びに比べ、健康寿命の伸びが小さいことから、その差、つまり健康でな

い（完全に自立していない）期間が年々広がる傾向にある。実際、要支援・要介護高齢者は、平成13（2001）年には287.7万人であったものが平成21（2009）年には484.6万人に増加し、特に75歳以上での割合が大きく上昇している⁵⁾。この年の65～74歳の介護認定者率は4.2%（要支援1.2%，要介護3.0%），75歳以上では29.4%（要支援7.5%，要介護21.9%）となっている⁵⁾。

3. 医療費・介護保険の課題

平成12（2000）年4月、進行する長寿高齢社会に対応するために介護保険法が施行された。3年後の見直しで、保険料のアップ（全国平均で13.1%）とともに、介護保険施行後の課題についても検討が始まり、平成18（2006）年4月には改正介護保険法がスタートした。この改正の大きな柱は介護予防推進を図る新予防給付の設立であった（辻2006）⁶⁾。この背景には、認定者、とりわけ軽度要介護者の急増と、介護度の悪化、要支援者への予防給付金が介護状態改善につながっていないこと、軽度要介護者のためのサービスメニューが用意されていない等の指摘（老人保健福祉法制研究会2004）⁷⁾があった。それ以後、介護予備軍である二次予防対象者（当時は特定高齢者と呼んだ）を含めた介護予防対策が推進されてきているところであるが、それでも介護認定者は増加し続けている。

一方、平成23年度の国民医療費は、過去最高の37.8兆円に達し、年齢階級別では70歳以上が17兆円（44.9%），そのうち75歳以上が13.3兆円（35.2%）である（厚生労働省2012）⁸⁾。この国民医療費（一般診療報酬費）の約3割、死亡者数の約6割を占めるのが生活習慣病であることより、平成24年7月に策定された健康日本21（第2次）では、具体的な取り組みの一つに生活習慣病の改善を挙げている（厚生労働省2012）⁹⁻¹⁰⁾。なお、要支援者および要介護者における介護が必要になった主な原因としては、脳血管疾患をはじめとする生活習慣病が3割で、認知症や、高齢による衰弱、関節疾患、骨折、転倒が5割を占めている⁵⁾。

4. 超高齢社会へのあらたな戦略

人類未曾有の超高齢社会への突入は、社会の

あらゆる場面においてパラダイムの転換を投げかけている。医療を例にとると、20世紀後半は「延命の医学」であったが、平均寿命の延長した21世紀は、健康寿命を延長させ、生活機能が支障を受ける期間（要介護期間）をできるだけ少なくするための総合戦略が求められる。約20年間にわたる老人保健事業は、「健康な65歳をつくる」戦略として一定の成果を取ってきた。しかし、従来の健康づくり施策では、超高齢者に多い寝たきりや認知症のような健康問題には必ずしも対処できていない。平成18（2006）年4月にスタートした改正介護保険法では、「健康な65歳」から「活動的な85歳」を目標にした老人保健事業の展開の必要性が指摘された⁶⁾。現在、我が国の人口動態を考慮すると、「活動的な85歳」に加え、「動ける90歳代」をあらたな目標にする高齢者施策の必要性を感じる。そのためには、生活習慣病の予防と介護予防を一体化する取り組みを行うとともに、特に高齢期にあっては、生活機能の維持・向上（低下を防ぐ）がポイントとなろう。いわば身体・心・生活（社会）の各相における活動性を高める（維持する）ことであり、アクティブライフをサポートするための取り組みが重要となる。その基盤になっているのは、高齢者の体力・運動能力である。

筆者らは、約30年前より、高齢者の体力や運動に関する調査を継続しており、体力については3万人を超えるデータを蓄積してきた。その中には、二十数年にわたって縦断的に観察してきた高齢者集団のデータや、地域在住の自立高齢者や施設の虚弱高齢者、あるいは介護保険利用者などを対象に、また、最近では介護予防を目的にしたいくつかの介入研究（現在進行中も含む）がある。今回は、超高齢社会へのあらたな戦略として、「動ける90歳代」を目標にした体力について考える資料として、我々の高齢者での体力調査の結果を紹介する。

バッテリーテストからみた高齢者の体力

1. 高齢者に適用できる体力診断バッテリーテスト（木村ら1987 1989）¹¹⁻¹²⁾
東京オリンピック以後、国民の体力づくり・

スポーツ振興が叫ばれるようになり、1967年(昭和42年)、当時の文部省により壮年体力テストが標準化された。ただし、このテストは60歳未満が対象で、60歳以上は対象外であった。我々が体力測定を始めた当初(1980年)、長年運動らしい運動を行ったことのない低体力者も含む一般の高齢者の体力測定法に関する資料は皆無であった。そのため、壮年体力テストなどを参考に、実際に高齢者に試みながら、閉眼片足立ち(平衡性)、座位ステッピング(敏捷性)、長座位体前屈(柔軟性)、垂直とび(下肢パワー)、握力(上肢筋力)、息こらえ(耐久性)の6項目から成る高齢者向けのバッテリーテストを作成した(図1)。このバッテリーテストの特徴は、高齢者にとって、1)安全で、2)用具や方法が簡単で、3)場所を選ばずフィールドで実施でき、4)青壮年層とも比較可能な従来から用いられている項目も取り入れていることである。

その後、閉眼片足立ちについては、高齢者ではほとんどの者の成績が5秒以下に分布し、75歳を過ぎると測定不可能なケースもあることが明らかになり、現在は開眼片足立ちも同時に実施している(木村ら1996)¹³⁾。また、持久力に関しては、他のフィールドテスト(シャトルウォークテスト:SSTwと略す)を開発(木村ら1996,1998)^{14,15)}した。SSTwは、10mの距離を置き床に立てられた2本のポールの間を、3分間

にどれだけ速く歩けるか、その距離を1m単位で測定するもので、最大酸素摂取量との間に高い相関が認められ、40歳以上における加齢変化はVo2maxの低下率とよく一致し、再現性にも優れ、後期高齢者にも安全に実施できるなど、高齢者の持久性テストとしての妥当性を確認している^{14,15)}。その他、ファンクショナル・リーチテスト(木村2000)¹⁶⁾やチェア・スタンドテスト(30秒椅子立ち上がり)(木村ら2005)¹⁷⁾、10m歩行テスト(Kaneko et al 1992)¹⁸⁾などについても検討を加え、対象者の体力・健康状態、あるいは測定場所や時間、使用目的等に応じ、何種類かを組めるような基礎データの蓄積を図ってきた。

なお、文部省(現文部科学省)は、1999年に、1964年(昭和39年)以来実施してきた児童生徒用のスポーツテストも含め、従来からの体力・運動能力調査方法を全面的に見直した「新体力テスト」を発表した(文部省2000)¹⁹⁾。しかし、この「新スポーツテスト」が対象とする高齢者は65歳から79歳まで、80歳以上は適用外である。

2. 横断的なデータによる高齢者の体力

1) 体力の加齢変化(木村ら1989,1992)^{12,20)}

最初の6項目のバッテリーテスト作成後、我々は、先ず、この方法によって測定した約1000名(60歳~90歳)のデータから高齢者の体力の特

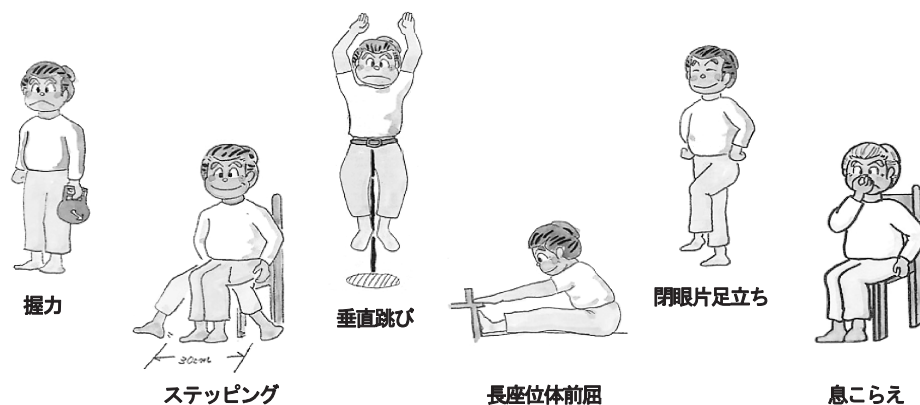


図1 体力診断バッテリーテスト
(木村ら¹²⁾(1989) 体力科学 38: 175-185 より作成)

徴を検討した。一般に、体力は、60歳未満では、20歳前後にピーク値があり、年齢に伴って低下することが知られている。これに高齢者の成績を加えてみると(図2)、高齢者においても、体力の加齢変化は、青壮年期を通じてみられる変化をほぼ延長するかたちで進んでいる。しかし、その低下の経過は体力要素によって異なり、握力、ステッピング、体前屈は、60歳前半においてピーク時のおよそ70%、80歳代で50%を維持しているが、閉眼片足立ちでは、60歳前半にすでにピーク値の20%、80歳前半には男性で5.9%、女性で9.4%を維持しているに過ぎない。なぜ、高齢者においてこのように平衡性が著しく低下するのかは興味ある点である。また、各項目に1点から5点の得点を与えて算出したバッテリーテスト総合点の加齢変化は、10年間で約10% (2.9点) となり、個人差も大きく、75~80歳で低下が加速される傾向が認められた(図3)。

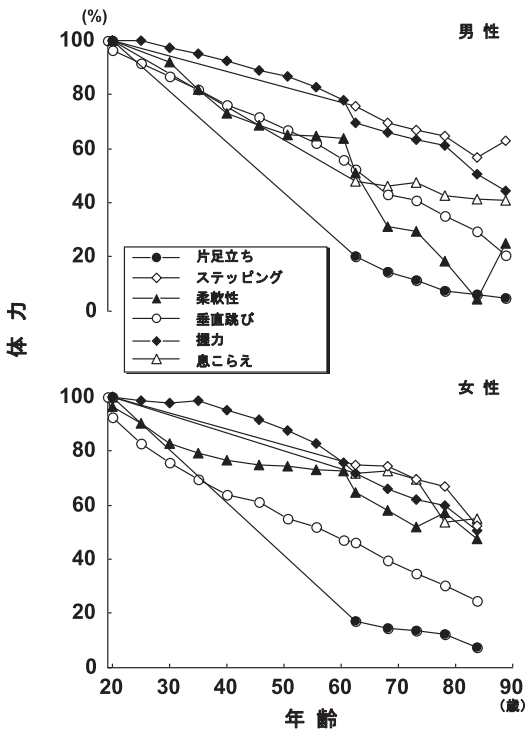


図2 体力の加齢変化 (木村ら¹²⁾ (1989) 体力科学 38: 175-185 より作成)

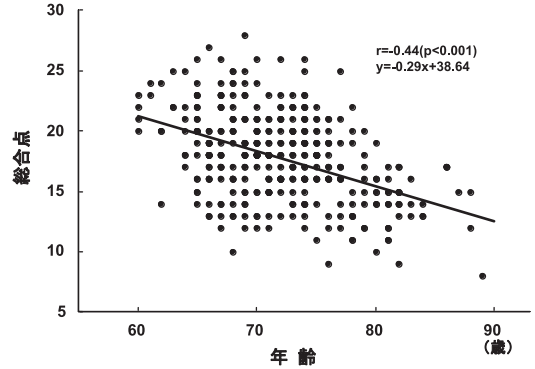


図3 バッテリーテスト総合得点の加齢変化 (木村ら¹²⁾ (1989) 体力科学 38: 175-185)

2) 高齢者の運動習慣と体力 (木村ら 1992)²¹⁾

次に我々は、体力の個人差を運動習慣によって説明できないか検討した。対象は、都市在住の高齢者である。運動習慣としては、我が国の高齢者でよくおこなわれているゲートボールや、散歩、植木の手入れなどを含む18種類のスポーツ・身体活動をとりあげ、それらについて、1週間の実施頻度、体験年数等を調べた。

その結果、運動の強度の条件として、早足程度の運動 (3 Mets~4 Mets) を目安にすると、それ以上の運動 (テニス、水泳、ダンスなどが数名あったがほとんどは早足での散歩) を行っている者の体力は、それ以下の強度の運動実施者より有意に優れていた。しかし、運動の実施頻度や時間では差が認められず、最も大きな差は運動強度の小さい散歩や体操、植木の手入れなどを行うか否かであった。両者の体力の差は総合点で2.9点あったが、これは図3によって体力年齢に換算するとおよそ10年にあたる。高齢者の体力維持には、軽い運動でもかなりの効果があることが示唆された。

3) 高齢者の平衡性の特徴 (木村ら 1996)¹³⁾

片足立ちで評価する平衡性は、開眼、閉眼いずれにおいても、他の体力指標に比べ著しい加齢変化を示す。日本平衡神経学会では片足立ちを平衡機能検査の一つにしており、その判定基準として、閉眼で10秒以内、開眼で30秒以内を異常としている²²⁾。ところが、我々が調査した高齢者の片足立ちの成績は、多くの者は、

閉眼の場合で5秒以下、開眼の場合で20秒以下に分布する(図4)。高齢者の片足立ちが、なぜ若齢者では異常と判定されるほど減少するのか、そのメカニズムは解明されていない。

運動が平衡性に及ぼす効果については、特に片足立ちテストに代表されるような静的なバランス能に対してはこれを否定する見解が多い²³⁾。しかし、我々の調査結果では、女性のみであったが、散歩程度の運動習慣を持つ者の閉眼片足立ちはこのような運動習慣のない者に比べ有意に高く(木村ら1992)²¹⁾、また、高齢期になって太極拳や気功、社交ダンスなどを始めた高齢者での開眼片足立ちの成績は、一般の高齢者や他のスポーツを行っている者に比べ有意に優れ、運動継続年数に比例して良い値を示す(木村ら1997)²⁴⁾。その他、平衡性は、歩行能(木村ら1998)²⁵⁻²⁶⁾や下肢筋力(木村ら2004)²⁷⁾との間に有意な関連がある。

4) 転倒と体力(木村ら2000)²⁸⁾

平衡性(バランス能)が高齢者で注目され

る最も大きな理由は転倒との関連である。あつと思つた時に身体を支える十分な体力があつたら転ばないですむ。健康づくり事業に参加した地域高齢者(60歳から90歳の男性73名、女性274名)を対象にした転倒と体力に関する調査では、過去1年間に転倒経験のある者は女性30.3%が男性17.8%より多く、転倒率は他の報告に比べ高率であつた。高転倒率については、対象者が家から外に出て積極的に活動する高齢者であることが関係しており、このような高齢者では転倒の機会も多いことが考えられる。一方、男性の59.2%、女性の71.0%は、普段の生活で「つまずき」や「ふらつき」を感じており、このような経験を持つ者ほどよく転倒してつた。「つまずき」や「ふらつき」の有無で体力を比較すると、平衡性指標を含む多くの項目において、このような感覚を持つ者の成績は持たない者より有意に低く、両者の体力差は転倒の有無で比較した場合より顕著であつた。高齢者では、「つまずきや」や「ふらつき」が生じやすいことと体力の低下とは何らかの関連がある一方、「つまずきや」や「ふらつき」を感じると、体力低下や転倒に対する認識を新たにし、危険回避のための注意や体力づくりに関心が寄せられるようになると推察される。まだまだ、この段階では、不意の転倒による怪我も少ないことから、健康教育の一環として転倒予防を位置づける意義は大きい。

3. 縦断的データによる高齢者の体力

1) 長期間継続的に観察した高齢者の体力

(Kimura et al 1994)²⁹⁾

我々が、高齢者の体力測定を始めるきっかけとなつたのは、65歳以上を対象にした京都市の高齢者向け健康づくり事業である。この事業に1980年から1983年にかけて初めて参加した334名(男性118名、女性216名)については、その後、ほぼ毎年、体力の追跡調査を行つてきた(最終は2003年、参加者は6名であつた)。

体力の追跡をはじめて10年目の時点で、全ての測定値の揃つている男性12名、女性52名について、この間の体力の推移をlongitudinalに観察した(図5)。先のcross-sectionalなデータ

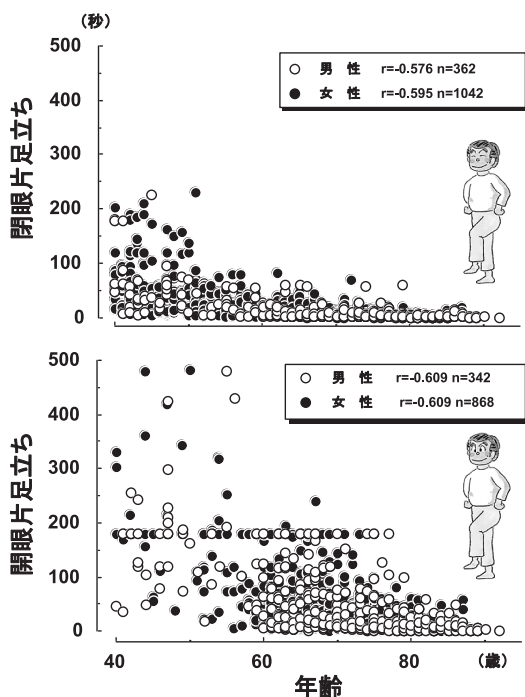


図4 閉眼および開眼片足立ちテスト成績の加齢変化(木村ら¹³⁾(1996) 体育科学24: 118-129より作成)

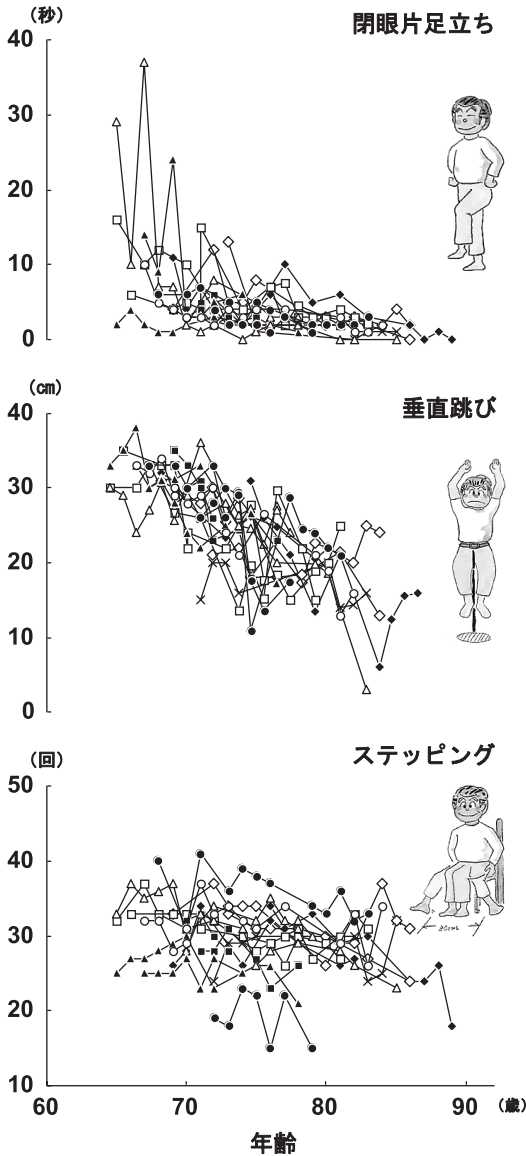


図5 長期的に観察した高齢者の体力
(Kimura M. et al²⁹⁾ (1994), In: Adapted Physical Fitness, 239-242 より作成)

(木村ら 1989)¹²⁾と比較すると、この対象者の場合、筋力(握力)、瞬発力(垂直跳び)、平衡性(閉眼片足立ち)の加齢変化は、一般高齢者の平均にほぼ一致し、特に75~80歳以上で体力低下が加速していたが、敏捷性(ステッピング)や柔軟性(長座位体前屈)においては、加齢に伴う変化は認められなかった。体力総合点でみ

ると、対象者の初回(ベースライン)値はcross-sectionalなデータの平均値を下回っていたが、10年目にはほぼ一般高齢者の平均値を維持していることより、追跡グループでの体力加齢変化がcross-sectionalなデータに比べ少ないことが示された。

このグループには、特別体力が優れている者やスポーツを行っている者は含まれていない。しかし、多くは体操や散歩などを日課にしており、体力測定にも10年間欠かさず参加するなど、健康意識の高い集団である(岡山ら 1994)³⁰⁾。このような結果からも、軽い運動習慣を持つような健康生活への努力が、加齢に伴う体力の低下を防いでいることが示唆された。

2) 高齢期の体力が余命やADLに与える影響
(木村ら 1996)³¹⁾

継続観察してきた前述グループも、年々体力調査への参加者が少なくなったため、1997年には、体力追跡調査とともに、欠席者や死亡ケースに対する調査を行った。その結果、体力測定に出席した82名(出席群)を除く対象者のうち、欠席調査に協力のあったのは120名(欠席群)、死亡が確認されたのは72名(死亡群)、連絡のとれないのは60名(不明群)であった。

この対象者のベースライン(事業に初参加時)の平均年齢はおよそ70歳、出席、欠席、死亡、不明の4群間に年齢差は認められなかった。しかし、ベースラインの体力は4群間で明らかに異なっていた。男女とも1997年出席群の体力が最も優れ、次が欠席群であり、死亡群、不明群はこの2群より明らかに低い体力を示した(図6)。また、欠席群では、病気や高齢のために外出のできない者が約3割認められた。これらは、高齢期に入ってから体力は、元気で長生きするための重要な要因であることを示唆するものである。

一方、死亡群は、平均年齢80歳で亡くなり、最終臥床期間(寝たきり期間)は、全体の約7割が3ヶ月未満で、6ヶ月を越える者は他の報告より少なかった。この原因はおそらく死因にあると考えられる。死亡群の死因は、同年代の統計値に比べ、ガンが多く(本対象者44.6%

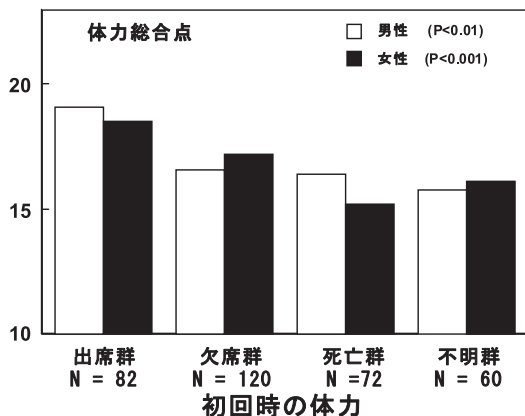


図6 追跡調査への参加状況別にみた初回時体力 (木村ら³¹⁾ (1996) 健康文化2: 14-28 より作成)

日本人の統計値 15.7%), 脳血管疾患が少ない (同じく 8.9% vs 22.4%) のが特徴である (図7). ガンとの関連については, これに罹患した場合, 寝つくくらいに病状が進行すると, 急速に全身症状が悪化して死亡することが多く, これが末期まで ADL を保ち, 最終臥床期間を短くしているのではないかと考えられる. また, 脳血管疾患が少ない点については, このような健康づくり事業に参加する高齢者のライフスタイル, 例えばこのグループの場合, 軽い運動習慣を持つ者が多い (岡山ら 1994)³⁰⁾, などが反映された結果として注目している.

3) 7年間の縦断データを用いた体力年齢指標 (FAS) の作成 (Kimura et al)³²⁾

老化研究においては個々の老化のスピードを評価できる生物学的年齢 Biological Age をバイ

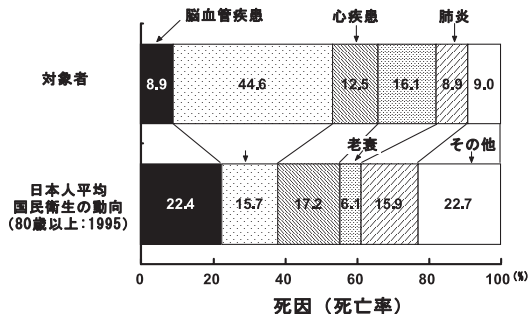


図7 すこやか講座参加者と日本人の死因の比較 (木村ら³¹⁾ (1996) 健康文化2: 14-28 より作成)

オマーカー Aging Biomarker から求めることが重要である (Ingram et al)³³⁻³⁶⁾. なかでも体力は死亡や要介護リスクと密接な関係があるため, 生物学的年齢の一要素として, 体力年齢 (Fitness Age Score: FAS と略する) の評価を正しく行うことは特に重要である. これまで, 生物学的年齢は, 横断的研究の結果に基づき, 年齢を従属変数とする重回帰式を作成することなどで求められてきた. しかし, この方法には老化研究上の問題点が多く, 正確な体力年齢の評価においても, 縦断データを用いて, Nakamura らの提案するような方法³⁷⁾で行う必要があった. このため, 我々は毎年継続的に開催している「体力測定会」への参加者 (60歳以上: 2002年~2008年間で延べ2,844名) から, 7年間連続して測定を受けた122名を抽出した. そして, 次に, この対象者の13項目の体力データを用いて, 1) 年齢と横断的に相関を示す, 2) 個々の縦断データの経年変化が横断的な相関の傾向と一致する, 3) 測定の信頼性・再現性がある (継続的解析で個人の測定値の変動が少ない) 体力測定項目を検討した. その結果, 握力, 垂直跳び, 10m歩行時間, ファンクショナルリーチテスト, 開眼片足立ちが, 体力年齢を構成するバイオマーカーとして選び出された. この5つの変数に主成分分析を適用し, 第1主成分のスコアを体力老化指標 (体力年齢: FAS) とした. 次に世界で初めて作成された FAS の推定式 (測定値をそのまま投入) である.

$$\text{男性: FAS} = -0.203X_1 + 0.034X_2 + 0.0064X_3 + 0.044X_4 + 0.046X_5 - 3.05$$

$$\text{女性: FAS} = -0.263X_1 + 0.033X_2 + 0.0074X_3 + 0.048X_4 + 0.0079X_5 - 2.52$$

$X_1 = 10\text{m}$ 歩行時間 (s), $X_2 = \text{ファンクショナルリーチ}$ (cm), $X_3 = \text{開眼片脚立ち}$ (s), $X_4 = \text{垂直跳び}$ (cm), $X_5 = \text{握力}$ (kg)

図8には, 使用した全データ (+: 男性, ○: 女性) の暦年齢と FAS との関連を, 図9, 図10には, 対象者個人の7年間の FAS の傾き (FAS と暦年齢に回帰分析を適用) を男性と女性別に示した. 男性は女性に比べ, FAS が相対的に高い. 体力項目別成績でも, 男性は女性より高値

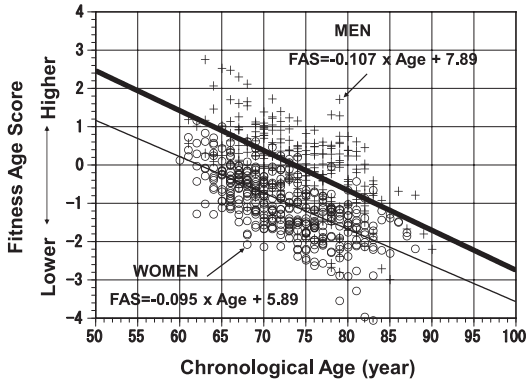


図8 体力年齢と暦年齢の関連 (Kimura et al³²⁾ (2012) Age 34: 203-214 より作成)

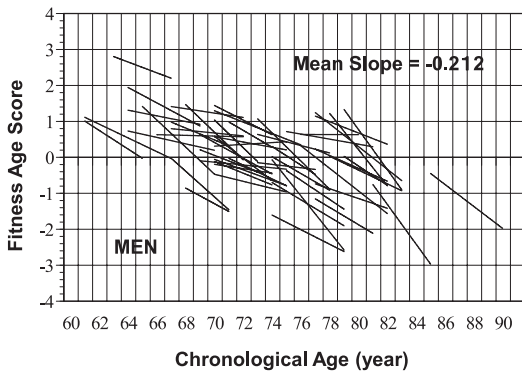


図9 加齢変化の傾きからの体力年齢と暦年齢 (男性) (Kimura et al³²⁾ (2012) Age 34: 203-214 より作成)

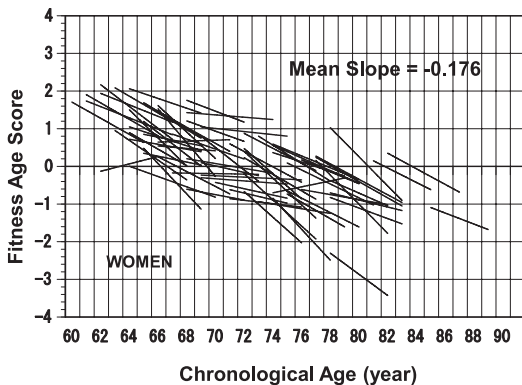


図10 加齢変化の傾きからの体力年齢と暦年齢 (女性) (Kimura et al³²⁾ (2012) Age 34: 203-214 より作成)

を示す項目が多い。FASを指標に老化の傾きを個別に見ると、傾きの大きな者と小さな者があり（中には暦年齢に伴って上昇している者もい

る）、特に男性では75歳以上で傾きの大きな者の割合が増える。また、FASの暦年齢に対する傾きの平均は女性より男性に大きいのも特徴であった。生物学的年齢の老化の進行度は年齢階級によって異なり、高齢層ほど大きくなること、女性より男性に大きいことは中村³⁸⁾も指摘しており、このような変化が総合的に関連しながら寿命や健康寿命に影響を及ぼしているものと考ええる。

我々は、体力老化指標（FAS）作成後、前述の継続観察（ベースライン342名）のデータに対しFASを求め、最初の5年間のFASの傾きによって死亡状況を追跡すると、老化度（傾き）の大きなグループほど、死亡率が増大することを認めている（未発表データ）。

虚弱高齢者での体力測定と運動介入

1. デイサービス利用者での試み

（原田ら2004³⁹⁾：木村ら2005⁶⁾）

1) 虚弱高齢者の体力の特徴

体力や身のこなし能に代表される運動器機能のごくわずかな衰えにより、健康状態や生活状況が脅かされるのが虚弱高齢者である。我々は、高齢者の体力調査を継続する中で、高齢者の虚弱の実態や要因を明らかにし、その対策を立てることが必要と考えた。そのために行ったのが、高齢者福祉施設のデイサービスセンター利用者の体力測定である。

虚弱高齢者の体力は、一般の在宅高齢者で求めた年齢階級別（5歳間隔）体力評価基準値（高い、やや高い、普通、やや低い、低い）に照らすと、全ての項目で“普通”以下の体力値を示した（図11, 12）。特に若い年齢階級ほど“低い”と評価される項目が多く、介護度の高い者ほど体力値は低かった。テストの成就率が最も低いのは閉眼片足立ち、次が開眼片足立ちテストであり、一般高齢者との差が最も大きいのは10m歩行テストの結果であった。垂直跳びは、補助（腰を支える）を行うとほとんどの対象者に測定が可能であった。また、脚筋力や筋量はそれほど低下していないのに、身体の動き（例えば長座位体前屈を行うために座ったり立ったりする

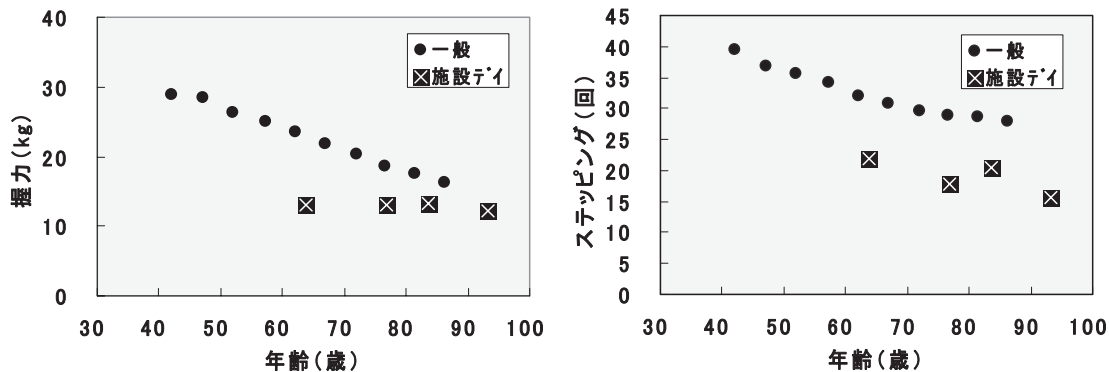


図 11 虚弱高齢者の体力（一般高齢者との比較：女性の場合）
（木村ら¹⁶⁾（2005）保健の科学 47: 401-407）

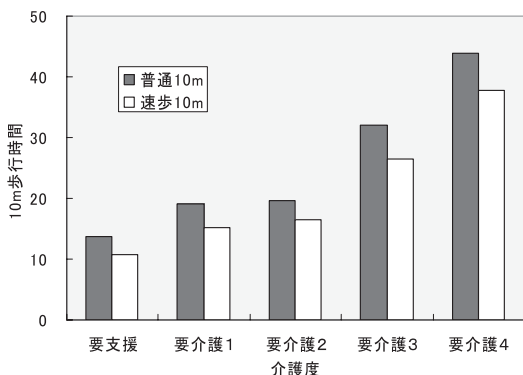


図 12 介護度と 10 m 歩行テストの結果（女性での結果）
（木村ら¹⁶⁾（2005）保健の科学 47: 401-407）

動作) に支障がある者が目立った。さらに、この対象者の場合、デイサービス以外はほとんど自宅で過ごし、自宅において身体を動かすことを行っているのは皆無に等しいのが実態であった。デイサービスセンター等を利用する虚弱高齢者の介護予防（介護状態改善）では、まずは、デイサービスの中で、スタッフが気楽に実施できる運動プログラムの必要性が示唆された。

2) デイサービスにおける運動プログラムの実行

そのために、我々は、高齢者の生活に取り入れやすく、特別な器具や専門性を必要とせず、施設でも自宅でも、何時でも何処でも個人の体調に合わせて実施できる運動プログラムを提案した。スタッフに対しては、自らが利用者の前で自信を持って運動を行うことができるよう、

実技を交えた研修を重ねて支援した。そして、最終的には、昼食前に約 15 分、3 時のおやつの前に約 30 分、チェアエクササイズを中心にした運動プログラムをスタッフが交代で展開できるようになった。運動の内容（メニュー）は、当番となったスタッフが各自で考えたが、ストレッチと筋力強化をねらったものを毎回必ず入れるようにした。チェアエクササイズ中心であったためか、デイサービスを利用するほとんどの者が運動に参加した。

運動プログラム展開 6 ヶ月後とベースラインの体力測定値の揃った 32 名（男性 8 名、女性 24 名）について体力を比較すると、垂直跳び以外には低下が認められず、歩行能力の明らかな改善と、チェアスタンドや片足立ちのように、介入前には動作そのものができなかったが、介入後にはテスト動作ができるケースも何例も見られた。また、介入後の生活状況を介入前と比較すると、介護度の進行は少なく、要介護 1 が減って要支援がやや増加、麻痺や運動制限は減少し、杖歩行やつかまり立ちが減少するなど、利用者の多くに自身の生活を自立させようとする積極的な姿勢が示された。利用者の運動プログラム評価としては、約 8 割が「大変楽しい・楽しい」であった。一方、運動による効果を実感している者は数パーセントに過ぎなかったが、「全く効果がなかった」との回答は皆無であることより、虚弱性への進行は抑制できている

ものと思われる。ただし、対象者のリハビリへの思いとしては、やりたいがやっていない者の割合が増え、運動を自宅で行うことの難しさも明らかになった。

介護予防とは、要介護状態の発生をできる限り防ぐ（遅らせる）こと、あるいは要介護状態にあっては、その悪化をできる限り防ぐことと定義される⁶⁾。健康寿命の延長や医療費・介護保険料軽減のためには、「元気な者がいつまでも元気で」が最も望ましい。しかし、人類未曾有の超高齢社会への突入により、虚弱高齢者（すなわち、介護予備群や軽度要介護者）への対応も非常に重要な課題である。

2. 訪問介護利用者を対象にしたヘルパーによる介入（木村ら⁴⁰⁾）

現行の介護保険法では、介護職による過剰な代行が利用者の生活不活発につながり、廃用性機能低下を招いて介護度を悪化させるとして、予防給付の訪問介護は、利用者の参加（共にする）を促すことにより、生活機能低下を防ぐこととなっている。ただし、この生活機能を評価するための尺度や生活機能向上のためのプログラムは存在しない。

そのため、我々は、北九州市にて要支援Ⅰ・Ⅱ・要介護Ⅰの軽度の介護認定を受け、訪問介護を利用する69～95歳の38名を対象に、ヘルパーによる生活機能向上を目的にした介入研究を実施した。対象者は、介入・非介入群（各々19名）にランダムに振り分けた。週1回のヘルパー訪問介護時に30分間、生活機能向上プログラム（ケア会議で利用者の体力や生活状況に応じた運動や手作業を提案）を3ヶ月間実施し、他の日は対象者がセルフケア体操を行ない、実施状況を記録した。介入に先立ち、担当ケアマネ、サービス提供責任者への運動・手作業等の研修と、ヘルパーへの伝達研修を行った。介入前後に、生活機能（田中らの家事遂行能力尺度、2010）⁴¹⁾と体力（握力、歩行速度など）、筋量（S-BIS法）、活動量（アクチマーカ Panasonic製）を測定・調査した。

体力・運動能力について、介入前後で有意な交互作用（改善）が認められたのは、握力、ピ

ンチ力、歩行速度、歩幅であり（図13）、下肢浮腫、安静時心拍数にも有意な改善が認められた。ヘルパーが訪問介護時に行った運動は、グーパー体操、足踏み体操、軽いスクワット、ストレッチなどである。このような非常に軽度の運動が、身体機能・生活機能の低下した虚弱な高齢者にとっては、浮腫の改善・動きやすい身体づくりにつながり、日常生活に必要な身体機能の回復に有効であることを示す。

一方、活動量（歩数）については、介入後、非介入群が低下したのに対し、介入群は維持されていた。本研究は9月中旬から12月中旬にかけて実施され、介入後調査時に寒波が襲来した。我々の先行研究（岡山ら2004⁴²⁾、田中ら2006⁴³⁾）では、高齢者の冬期の身体活動量は夏期に比べ6割から7割程度に減少するが、これらを考慮すると、介入群で身体活動量が維持されている点は注目に値する。

3ヶ月間に介護認定の更新がなかったことより介護度の変化は検討できなかったが、家事遂行能力尺度の得点は、介入群では84.2%が改善、10.5%が悪化であるのに対し、非介入群はそれぞれ52.6%、31.6%で、両者の出現率は統計的に有意であった。これは、ヘルパーによる介入

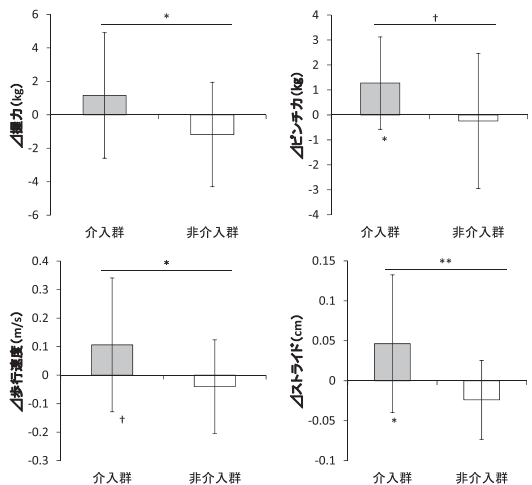


図13 訪問介護利用者に対するヘルパーによる介入効果

(木村ら⁴⁰⁾ (2011) 生活機能向上に注目した運動プログラムの開発とその効果の検証)

が軽度要介護者の生活機能向上に明らかに寄与することを示すものであった。

3. 介護認定を受けていない地域高齢者を対象にした運動教室による介入 (医療費効果は望めるか?)

平成18年の改正介護保険法の柱は、介護予防推進のための新予防給付設置であった⁶⁾。それ以後、全国で介護保険非該当である二次予防対象者(当時は特定高齢者と呼んだ)を対象にした様々な介護予防事業が展開されてきた。ただし、このような介護予防事業が医療費・介護保険料を含めどのような社会経済的効果をもたらしているかについて検証されたものは殆どないのが実態である。現在、我々は、高齢者における介護予防を目的にした運動が医療費・介護保険料に与える影響を検討したいと考え、コホート研究をスタートさせた。以下にその予備研究として行ったものを紹介する。

対象者は、亀岡市N地区に在住する介護認定を受けていない65歳以上高齢者20名(平均年齢 76.4 ± 6.8 歳)である。運動教室は週1回、1回約100分、3ヶ月間(12回)実施した。教室の内容は、最初の約30分は講義(身体のしくみ、運動・健康・介護予防などに関する話題)、その後約60分の実技、最後の10分間はまとめである。教室では音楽を用いた体操とセラバンドによる運動を実施し、活動量計(アクチマーカー

Panasonic製)と日誌を配布して、自宅での身体活動量アップを奨励した。教室前後に、握力、椅子立ち上がり、歩行速度などの体力測定を実施した。

体力では、歩行速度、椅子立ち上がりテスト、握力が、高齢期のその後の死亡率と強く関連するという報告が明らかにされている(Cooper et al. 2010⁴⁴⁾, Studenski et al. 2011⁴⁵⁾)。今回、体力の変化としては、介入前後でこの3項目はすべて有意な改善を示した(図14)。このことは、死亡リスクを低下させた可能性が高く、その後の医療費・介護利用状況などにも良い効果を与える可能性を秘めている。

一方、身体活動量として歩数をみると、歩数は、介入前の平均値3387歩/日から、介入後の平均値5653歩と、1日当たり平均2266歩の有意な増加を認めた(図15)。これは1週間で15862歩の増加であり、運動時間に換算すると1週間あたり約160分の運動時間の増加につながった。さらに、日記により毎日の朝・昼・晩の体操を記録しており、それが1日あたり10分とすると70分の運動となる。合計で、230分/週の運動を自宅で実施したと考えることができる。加えて、運動教室では60分の運動を実施しており、教室型介入では、290分/週、ポピュレーション介入では230分/週の身体活動量増加が見込めることがわかった。先行の医療費分析を

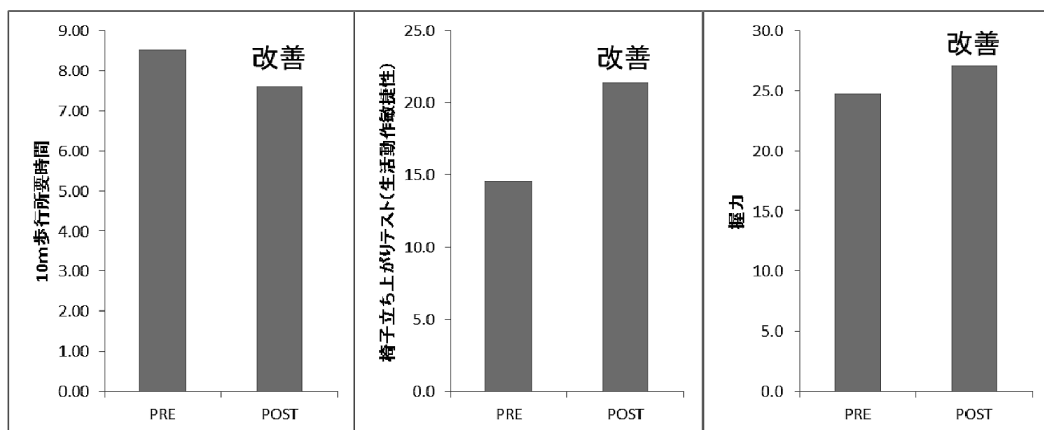


図14 運動教室介入による体力の変化(木村ら, 亀岡スタディ未発表資料)

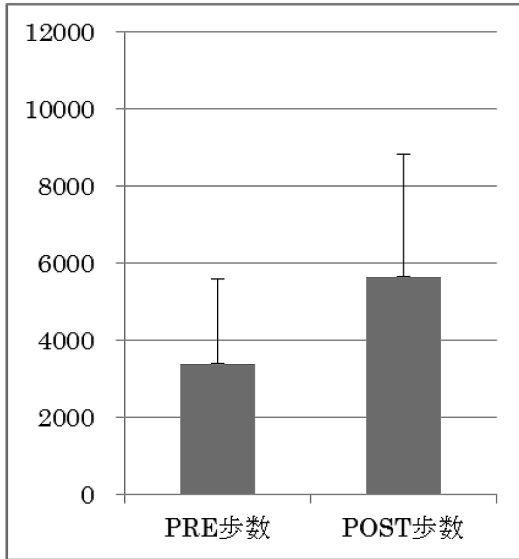


図15 運動教室介入による歩数の変化
(木村ら, 亀岡スタディ未発表資料)

した研究では、180分/週の身体活動付加で、医療費の増大が抑制されることが明らかになっており (Mori et al. 2011⁴⁶⁾)、本介護予防プログラムの内容は、医療費に対しても効果がある可能性を秘めている。

おわりに

「動ける90歳代」を目指す高齢期の健康づくり・介護予防は廃用に対する挑戦 (鍵は運動習慣にあり)

要介護になる原因は年齢階級によって異なる (図16)。若い年代では脳卒中が多いが、歳とともに「高齢による衰弱」が多くなる。実は、「高齢による衰弱」の本体は廃用 (運動不足によ

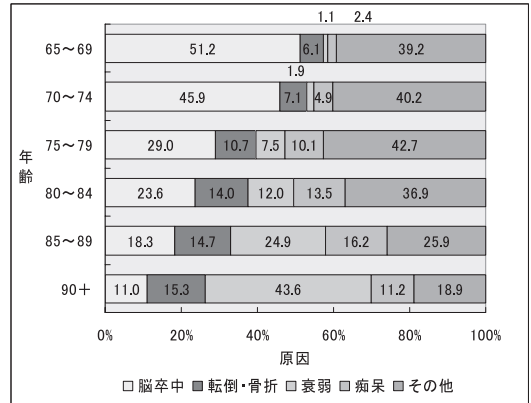


図16 要介護の要因 (年齢別)
(厚生労働省「国民健康基礎調査」平成13年より作成)

て心身の機能が低下すること) である。関節疾患や転倒骨折も廃用の影響を強く受けている。80歳前半で約半数、90歳代では3分の2が廃用をベースにした要介護である (高齢者リハビリテーション研究会報告書2005)⁴⁰⁾。また、介護度が軽度であった者が重度化していく要因としては、認知症や持病の悪化、加齢による脆弱化、脳血管疾患・がん等、複数が関与していることが報告されている (地域保健研究会2006)⁴¹⁾。要介護になると、低栄養や活動性低下の原因となる痛み、うつ、体調不良等も加わって、廃用による老化が一層促進されていくものと考えられる。高齢期の健康づくり・介護予防は、老化と廃用の悪循環を絶つこと、これへの挑戦であり、運動習慣 (日頃の身体活動・運動) が重要な役割を担っていると言えよう。

文 献

- 1) “平成23年簡易生命表”. 厚生労働省. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/life/life11/index.html>, (2012.07.26)
- 2) “人口統計資料集”. 国立社会保障・人口問題研究所. <http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/Popular/Popular2012.asp?chap=0>, (2012)
- 3) 総務省統計局. <http://www.stat.go.jp/data/jinsui/pdf/201208.pdf>, (2012.01)
- 4) “平成24年度版高齢社会白書”. 内閣府. http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2012/zenbun/24pdf_index.html, (2012.07)
- 5) “国民生活基礎調査(平成22年)”. 厚生労働省. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa10/>, (2011.07.12)

- 6) 辻 一郎. 介護予防のねらいと戦略. 東京: 社会保険研究所, 2006.
- 7) 老人保健福祉法制研究会編. 高齢者の尊厳を支える介護. 東京: 社会保険研究所, 2004.
- 8) “平成23年度医療費の動向”. 厚生労働省. http://www.mhlw.go.jp/topics/medias/year/11/dl/iryouchi_data.pdf, (2012.08.24)
- 9) “国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基本的な方針”の全部改正について”. 厚生労働省. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002eyv5.html>, (2012.07.10)
- 10) “健康日本21(第2次)の推進に関する参考資料”. 厚生労働省. http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkounippon21_02.pdf, (2012.07.18)
- 11) 木村みさか, 新井多聞, 筒井康子, 小島俊昭, 北村孝子, 永田久紀. 高齢者を対象にした体力測定を試み(65歳以上高齢者の体力の現状). 日公衛誌 1987; 34: 33-40.
- 12) 木村みさか, 平川和文, 奥野直, 小田慶喜, 森本武利, 木谷輝夫, 藤田大祐, 永田久紀. 体力診断バッテリーテストからみた高齢者の体力測定値の分布および年齢との関連. 体力科学 1989; 38: 175-185.
- 13) 木村みさか, 徳広正俊, 岡山寧子, 奥野直, 中尾高広. 閉眼片足立ちと開眼片足立ちからみた高齢者の平衡機能. 体育科学 1996; 24: 118-129.
- 14) 木村みさか, 岡山寧子, 田中靖人, 金子公有. 高齢者のための簡便な持久性評価法の提案(シャトル・スタミナ・ウォークテストの有用性について). 体力科学 1998; 47: 407-410.
- 15) 木村みさか, 田中靖人, 岡山寧子. 歩行テストからみた高齢者の体力(簡易持久力評価方法シャトル・スタミナ・ウォークテストの試み). Japanese Journal of Sports Sciences 1995; 14: 435-444.
- 16) 木村みさか, 小松光代, 岡山寧子, 原田和代, 大谷秀之. 虚弱高齢者の体力を測る(デイサービスでの試み). 保健の科学 2005; 47: 401-407.
- 17) 木村みさか. 高齢者のバランス能(平衡性)を測定することの意義. 日生理人類学誌 2000; 5: 17-23.
- 18) Kaneko K, Morimoto Y, Kimura M, Fuchimoto T, Fuchimoto K. A kinematic analysis of walking and physical fitness testing in elderly women. Can J Sport Sic 1991; 16: 223-228.
- 19) 文部省. 新体力テスト, 有意義な活用のために. 文部省, 2000.
- 20) 木村みさか. 高齢者への運動負荷と体力の加齢変化及び運動習慣. Jpn J Sports Sci 1992; 10: 722-728.
- 21) 木村みさか, 森本好子, 寺田光世. 都市在住高齢者の運動習慣と体力診断バッテリーテストによる体力. 体力科学 1992; 40: 455-464.
- 22) 野村恭也, 小松崎篤, 本庄 巖. 21世紀耳鼻咽喉科領域の臨床8: めまい・平衡障害. 中山書店, 1999.
- 23) King MB, Judge JO, Wolfson L. Functional base of support decrease with age. J Gerontol 1994; 49: 258-263.
- 24) 木村みさか, 岡山寧子, 奥野直, 正整信孝, 橋康生. 高齢者の運動・スポーツが平衡機能に及ぼす影響. 体育科学 1997; 25: 111-119.
- 25) 木村みさか, 岡山寧子, 小松光代, 奥野直, 永井由香, 佐藤勇樹. 平衡性指標と歩行能からみた高齢者の立位姿勢保持能. 体育科学 1999; 27: 83-93.
- 26) 木村みさか, 奥野直, 岡山寧子, 田中靖人. 高齢者の立位姿勢保持能に関する一考察. 体育科学 1998; 26: 103-114.
- 27) 木村みさか. 高齢者の易転倒性. 京府医大誌 2004; 113: 147-157.
- 28) 木村みさか, 奥野直, 坂本周亮, 永井由香, 岡山寧子, 小島光洋, 佐藤泉, 千葉とく江. 高齢者の転倒と体力について(健康づくり事業に参加した高齢者の場合). 体育科学 2000; 29: 91-105.
- 29) Kimura M, Okayama Y and Arai T. Ten-year longitudinal evaluation of physical fitness in the elderly. In: Adapted Physical Activity (Health and Fitness): eds by Yabe K, Kusan K, Nakata H 1994; 239-242.
- 30) 岡山寧子, 木村みさか, 筒井康子, 田中富美子, 新井多聞, 宮田勝年. 健康づくり事業に参加する高齢者の健康状態および生活習慣の特徴(「すこやか体操教室」に継続的に参加している高齢者の場合). 京都府医大医療技短大紀 1994; 3: 67-73.
- 31) 木村みさか, 岡山寧子, 新井多聞, 筒井康子, 田中富美子, 辻 宣子, 田中靖人. 健康づくり事業に参加する高齢者の体力, 運動習慣がADLや余命に与える影響: 12年~15年の追跡調査. 健康文化 1996; 2: 14-28.
- 32) Kimura M, Mizuta C, Yamada Y, Okayama Y, Nakamura E. Constructing an index of physical fitness age for Japanese elderly based on 7-year longitudinal data: sex differences in estimated physical fitness age. AGE 2012; 34: 203-214.
- 33) Ingram DK, Nakamura E, Smucny D, Roth GS and Lane MA. Strategy for identifying biomarkers of aging in long-lived species. Exp Gerontol 2001; 36: 1025-1034.
- 34) Nakamura E, Lane MA, Roth GS, Cutler RG and

- Ingram DK. Evaluating measures of hematology and blood chemistry in male rhesus monkeys as biomarkers of aging. *Exp Gerontol* 1994; 29: 151-177.
- 35) Nakamura E, Lane MA, Roth GS and Ingram DK. A strategy for identifying biomarkers of aging: Further evaluation of hematology and blood chemistry data from a calorie restriction study in rhesus monkeys. *Exp Gerontol* 1998; 33: 421-443.
- 36) Ingram DK. Toward the behavioral assessment of biological aging in the laboratory mouse: Concepts, terminology, and objectives. *Exp Aging Res* 1983; 9: 225-238.
- 37) Nakamura E, Miyao K and Ozeki T. Assessment of biological age by principal component analysis. *Mech Ageing Dev* 1988; 46: 1-18.
- 38) 中村榮太郎. 老化の測定とその制御, 3. 老化は図れるか. 京都: 金原出版, 2004; 55-126.
- 39) 原田和代, 木村みさか, 大谷秀之, 岡山寧子, 溪村真司, 小松光代. グループホームとコミュニティケア, 「ならのは」におけるデイサービスでの介護予防の試み, 総合ケア 2004; 14: 25-31.
- 40) 木村みさか, 吉中康子, 山田陽介. 生活機能向上に注目した運動プログラムの開発とその効果の検証 (3章 身体活動・運動支援班報告), 田中甲子編著: 生活機能向上プログラム提供の支援と評価 (介入研究で効果の客観的エビデンスを検証). 地域保健研究会, 2011; 39-89.
- 41) 田中甲子他. 平成21年度老人保健事業推進費補助金 (老人保健健康推進事業分), 要支援サービス利用者の2年間の開示動作遂行能力の追跡調査と遂行能力尺度の開発及び要因調査事業, 2010.
- 42) 岡山寧子, 木村みさか他. 東北農村地域における高齢者の身体活動量および食事摂取の季節変動 (健康づくり事業に参加する高齢者の場合), 日生気象会誌 2004; 41: 77-85.
- 43) 田中靖人, 木村みさか. 農山村地域においてウォーキング指導を中心とした健康増進事業に継続参加した中高年女性の体力・血液性状の変化, ウォーキング研究 2006; 10: 97-102.
- 44) Cooper R, Kuh D, Hardy R. Objectively measured physical capability levels and mortality: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2010; 341: 4467.
- 45) Studenski S, Perera S, et al. Gait speed and survival in older Adults. *JAMA* 2011; 305: 50-58.
- 46) Mori I, Tobina T, Shirasaya K, Kiyonaga A, Shindo M, Tanaka H. Long-term effects of home-based benchstepping exercise training on healthcare expenditure for elderly Japanese. *J Epidemiol* 2011; 21: 363-369.
- 47) NPO 地域保健研究会. 軽度者の重度化要因をさぐる, 介護保険情報 2005; 6: 43-51.

著者プロフィール



木村 みさか Misaka Kimura

所属・職：京都府立医科大学保健看護研究科 教授

略 歴：1972年 京都教育大学教育専攻科修了

1975年 京都府立医科大学研究生（衛生学専攻）

1981年 京都府立医科大学助手（衛生学）

1983年 医学博士（京都府立医科大学）

1987年 大阪体育大学助教授

1991年 大阪体育大学教授

1993年 京都府立医科大学医療技術短期大学部教授

2002年 京都府立医科大学医学部看護学科教授

2007年 京都府立医科大学保健看護研究科教授

専門分野：応用健康科学（高齢者の体力・介護予防、運動と栄養、こどもの発育発達、外傷調査と外傷予防、など）

- 最近の論文：1. Yamada Y, Yokoyama K, Noriyasu R, Osaki T, Adachi T, Itoi A, Naito Y, Morimoto T, Kimura M, Oda S: Light-intensity activities are important for estimating physical activity energy expenditure using uniaxial and triaxial accelerometers. *Eur J Appl Physiol* 105: 141-152, 2009.
2. Yamada Y, Masuo Y, Yokoyama K, Hashii Y, Ando S, Okayama Y, Morimoto T, Kimura M, Oda S. Proximal electrode placement improves the estimation of body composition in obese and lean elderly during segmental bioelectrical impedance analysis. *Eur J Appl Physiol* 107: 135-144, 2009.
3. Yamada Y, Schoeller DA, Nakamura E, Morimoto T, Kimura M, Oda S: Extracellular Water May Mask Actual Muscle Atrophy During Aging. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*; 65A: 510-6, 2010（アメリカ老年医学会論文賞受賞）.
4. 糸井亜弥, 木村みさか：都市部小学校6年生の身体活動量と栄養素摂取状況—平成21年における調査—, *ウォーキング研究* 14: 71-80, 2010（平成22年度ウォーキング学会論文賞受賞）.
5. Ando S, Kokubu M, Yamada Y, Kimura M: Does cerebral oxygenation affect cognitive function during exercise? *Eur J Appl Physiol*: 1973-1982, 2011.
6. Yoshida M, Kikutani T, Yoshikawa M, Tsuga K, Kimura M, Akagawa Y: Correlation between dental and nutritional status in community-dwelling elderly Japanese. *Geriatr Gerontol Int*. 11: 315-319, 2011.
7. 木村みさか, 吉中康子, 松本崇寛, 松本麻友子, 伊豆田晃正, 湯浅弘樹, 田中秀門, 白石陽子：スポーツ少年団に所属する子どもの外傷（ケガ）調査（サッカークラブ所属者の場合）, *日本セーフティプロモーション学会誌* 4: 31-40, 2011.
8. Kimura M, Mizuta C, Yamada Y, Okayama Y, Nakamura E.: Constructing an index of physical fitness age for Japanese elderly based on 7-year longitudinal data: sex differences in estimated physical fitness age. *AGE* 34: 203-214, 2012.
9. Fukumoto Y, Ikezoe T, Yamada Y, Tsukagoshi R, Nakamura M, Mori N, Kimura M, Ichihashi N: Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. *Eur J Appl Physiol*. 112: 1519-1525, 2012.
10. Itoi A, Yamada Y, Watanabe Y, Kimura M: Physical activity, energy intake, and obesity prevalence among 1 urban and rural schoolchildren aged 11-12 years in Japan. *Appl Physiol Nutr Metab* 37: 1-12, 2012.