

活動的な100歳の時代に向けて



金沢工業大学工学部情報工学科

教授 河並 崇

1 広がる高齢者の健康格差

「ナイスバツティング！」威勢の良い声と金属バットの音がグラウンドに響いている。毎週木曜日の午前中に集まり、軟式野球の練習をしているのは『傘寿金沢野球クラブ』である。その名の通り、全員が80歳以上で構成されている。その年齢で球技を、しかもソフトボールではなく野球を楽しんでいるのであるから驚く。現在、石川県には1チームあり、富山県や新潟県の傘寿チームとの交流戦を楽しみに活

動されている。また、金沢市内の陸上競技場に目を向けると、月に600 km以上もの距離を走り、フルマラソンも4時間を悠々と切る70代の方もいる。

一方で、ロコモティブシンドロームと呼ばれる、骨や筋肉などの運動器の衰えから、自立的に立つ、歩くといった運動機能が衰えている状態にある方もいる。進行すると寝たきりや要介護になる危険性が高まってしまふ。このロコモティブシンドローム予備軍は、東京大学の吉村典子特任教授らの推計によ

ると4,700万人と言われており、つまり我が国の3人に1人とされている。

先に述べた元気な方々は少々極端な例ではあるが、超高齢化社会を迎えている我が国において介護等を必要としない日常生活に制限のない期間、いわゆる『健康寿命』を延ばす事が、持続的な社会を営むために急務となっていることは間違いない。

② これまでの多くの健康施策は一部の限られた集団にしか届いていない現実

これまでの高齢者向けの健康施策として、転倒や寝たきり、認知症などの各事象のスクリーニングや評価・診断方法、予防のためのエクササイズが検討され実施されてきた。それらの取組の多くは、転倒予防教室や介護予防教室など、会場となる場所まで足を運んでもらったうえで様々な有益な情報やスキル、サービスを提供する人間ドック型(施設通所型)のアプローチである。これらの施策はこのような施策への呼びかけに依る一部の高齢者に行われており、このような施策に依る高齢者は現在の健康状態にかかわらず、潜在的に健康寿命が延びる集

団といえる。

しかしながら金沢工業大学の佐藤進教授*によると、従来地域高齢者の転倒予防システム構築を試みた研究において、1,000〜3,000人の高齢者への大規模介入を実施したところ、結果的に地域高齢者全体の10〜30%しかカバーできていないことがわかった。図1に示すように要介護高齢者を除くと、呼びかけに消極的な不参加高齢者は55〜75%と看過できないほど多いということである。これらの高齢者は、身体機能改善にも消極的な傾向があり、身体機能面でも問題を抱えている可能性が高い。

そこで、日常生活の中で、自然な形で無理なくデータを収集できるようなモニタリング型・センサー型のアプローチが有効になると考えられる。モニタリング型・センサー型のアプローチは、例えば高齢者が日常的に使用する物に健康状態を測るセンサーを取り付け、通常の生活での変化を観察する方式である。このアプローチの場合、センサー開発や情報通信技術など解決すべき問題はあるが、それらの問題がクリアできれば、従来の人間ドック型アプローチ

では対象とできなかった集団も含めたアプローチが期待できる。

※ 金沢工業大学基礎教育部修学基礎教育課程所属、専門は健康科学。筆者が参加する共同研究プロジェクトの研究代表である。

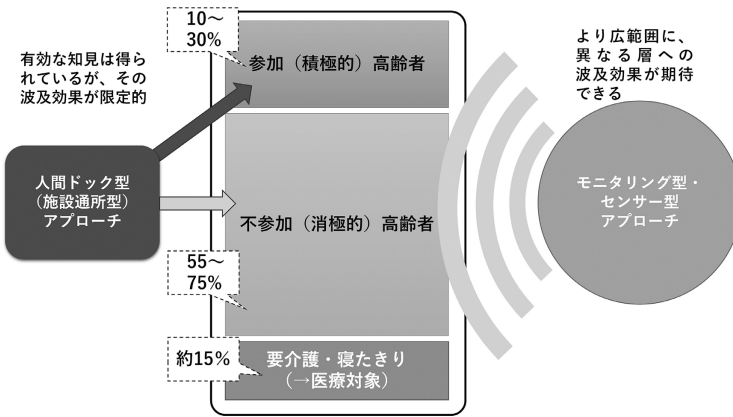


図1 人間ドック型アプローチとモニタリング型・センサー型アプローチの対象の違い

3 高齢者世帯・独居高齢者世帯に対する健康・見守り支援

モニタリング型・センサー型のアプローチは、従来の方法では対象とできなかった集団も含めた働きかけが期待できる。筆者らの研究プロジェクトの検証フィールドである石川県白山市白山麓地区は、近年、国や県、市および市内の他地域と比較して人口減少率が顕著であり高齢化率も全国平均より10%以上高い。独居高齢者も1割以上と高値を占めている。高齢者世帯・独居高齢者世帯増加の問題は、我が国で今後も継続的な課題となることは明らかである。特に地方や山間部などの地域では、支援する自治体的・人的・財政的コストや地理・環境的問題などがこれらの世帯の見守りを行う際の障害となりやすく、これらの問題解決に対するモニタリング型・センサー型のアプローチへの期待は大きい。

4 インソール型歩容センサーの開発

筆者らの研究プロジェクトでは、このモニタリング型・センサー型のアプローチとして、インソール型歩容（歩き方の特徴）センサーの開発を進めてい

る。高齢者の身体的負担をできる限り減らすために、極力普段の生活と同じ環境でモニタリングを目指すことが望まれる。また、普段なれないものを追加すると身につけ忘れたり、恥ずかしがられて着けなくなったりと、継続的なモニタリングに支障が出やすい。そこで、毎日使用する靴にセンサーを仕込むことで、センサーがあることを意識することなく継続的に利用できると考えた。

歩行など日常生活での身体活動は、死亡や身体障害の発生リスクを低減するとされている。高齢者に日常生活で自然な形で運動してもらい、身体活動を向上させることが健康寿命を延ばすために重要である。また、加齢による身体機能の低下とケイデンス（歩行率、単位時間当たりの歩数）、歩行時の足部接地時間（足の裏が地面に接地している時間）との間には相関関係があることが明らかにされている。そこで筆者らは日常の動作である歩行に着目し、足部接地時間に基づいて、運動能力や下肢機能の評価に資する歩容の評価を行うために、インソール型歩容センサーを開発している。

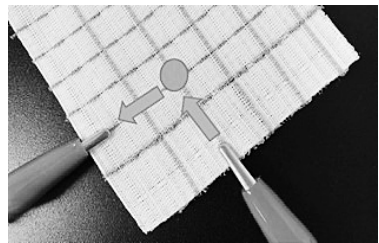


図2 e テキスタイルセンサー

足部接地時間の取得は、福井県工業技術センターが開発した、布に金属導電性の線材を縦横立体的に織り込んだ e テキスタイルセンサーを用いて行う。図2に示すように線材の交点である接点（図中丸）に圧力を加えると導通（図中矢印）

することで圧力の有無を検出できる。従来の圧電式の圧力センサーと比較して、スイッチングの判定が非常に高速に可能であることが特徴的である。これをインソールの任意の位置に配置しマイクロコントローラ（小型のコンピュータ）で導通状態を読み取ることによって足部接地の有無を検出することができる。インソール型歩容センサーの研究用プロトタイプを図3、4に示す。このプロトタイプでは、足底の前足部と後足部の2カ所の接地情報を取得することができる。靴に仕込むタイプの歩容センサーは従来複数提案されているが、このインソール型歩容セン

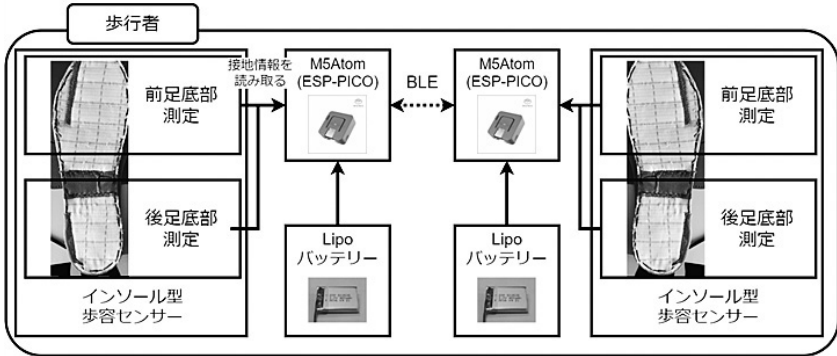


図3 インソール型歩容センサー（プロトタイプ）の構成

サ-は歩容を足
部接点時間のみ
から推測でき、
eテキストイル
センサーを用い
ているため、低
コストで曲げに
対しての柔軟性
が高く、応答が
早いことが特徴
的である。



図4 インソール型歩容センサー（プロトタイプ）の装着時

5 健康支援・見守りクラウドシステム

インソール型歩容センサーで計測した日常生活の歩容や生活空間（活動範囲など）の情報は、LPWA（Low Power Wide Area）ネットワークなどの省電力公衆通信網を介してクラウドシステムと連携し、高齢者本人、家族、自治体などが健康・見守り支援に活用する。図5に健康支援・見守りクラウドシステムの概要を示す。個人データはクラウドシステムで解析が行われ、高齢者でも分かりやすい形式でフィードバックを行う。例えば、「昨日よりも今日はよく歩きましたね。」や「今日は調子がよかったですですね。」など、その日の歩行結果によってポイントタイプなフィードバックを得られれば、明日ももっと歩こうといった好循環に入ることができるのではと期待している。また解析の結果、疲れや怪我の予兆などが推測できた場合は、「ちよつと休みましょう。」といった表現で無理をさせないフィードバックも行う。このような怪我をしない行動変容（活動量増加・行動範囲拡大）を促すことで健康増進や認知機能維持、骨粗鬆症こつそしょうしょう予防につながる可能性も

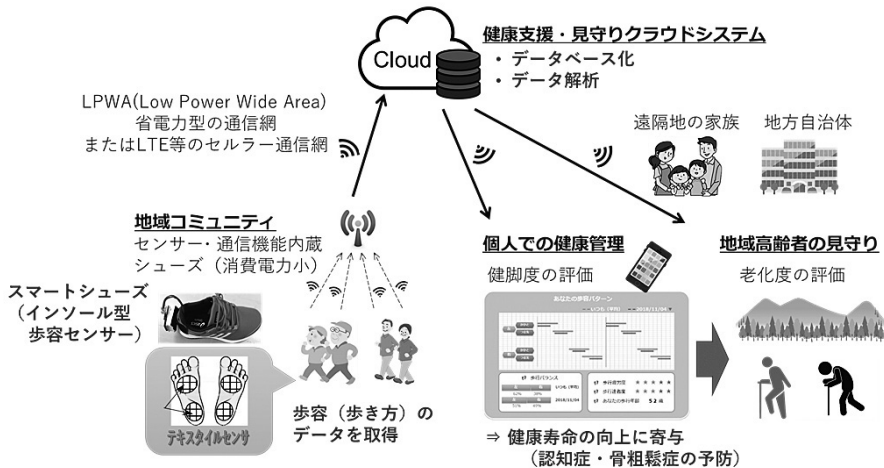


図5 健康支援・見守りクラウドシステムの概要

期待できる。そして、データ蓄積により個人内変動や年代別・性別目安値なども健康情報として提供できる。同居や遠隔地居住の高齢者家族への情報共有も可能であり、健康な独居高齢者のみならず、認知症高齢者などの安否確認や見守り支援としての利用も期待される。さらに、事前登録などを経たこれらの情報は自治体などでも共有可能であり、自治体と連携して見守り支援機能を強化できる可能性がある。

6 今後の活動計画

本研究プロジェクトは2016年頃より本格的に実施しているが、本取組の構想後、数年足らずの間に、様々な新しいICT・IoT関連技術や規格が開発・利用可能となっており、基礎研究を進める期間中にも、本取組をより効率的に推進可能な技術や規格などが生まれている。例えば、省電力でかつ低コストで利用可能という理由でLPWA規格の公衆通信網を用いている。研究開始当初は、LPWA規格の中でも普及率の伸びが良かったLoRaWANの安定性や基地局が多く様々な場所での通信が見込

めることからSi g f o x規格での通信も並行して検討している。また、携帯各社から3G通信サービスの終了が発表されたことにより、今後、高齢者のスマートフォン普及率の向上が見込まれる。地方・都市部など地域に関係なく高齢者がスマートフォンを保有する状況下では、LPWA規格の通信網よりも、スマートフォンを基盤としたシステムの方が、利用者・開発者・運営者ともに利便性や安定性、拡張性も高くなる可能性が高い。インソール型歩容センサーに搭載するセンサーについても、今後、様々な技術革新がなされると考えられる。eテキストAI技術を用いた歩容センサーに加え柔軟に利用したい。

2022年から2024年に向けては前述の検証フィールドでの実証実験を予定している。複数の年代層や性別、個人的な特徴もふまえて多くの被験者の方のデータを取得し、サービスの精度向上を図ってきたい。また、本取組の核心をなす問いの一つである「地域高齢者のための健康施策をいかにして地域全体・広範囲に展開・浸透させるか」は、国内外

を問わず共通の課題である。これには、システムの規格の汎用性を高めることが最も重要であると考えられる。本システムが日本のどの地域においても、また、国外においても利用可能となり、本取組を普及できることを目指したい。

7 活動的な100歳の時代に向けて

2030年・2050年には我が国をはじめ世界的な人口の高齢化の進行は避けられない。先進国における平均寿命延伸に限界が見られる中、健康寿命を延伸させる取組は今後も重要視される。すなわち、目指すべき高齢者の健康観が『活動的な85歳』、ひいては『活動的な100歳』へとシフトするかもしれない。単に「健康であること(病気ではないこと)」のみならず、個人および社会全体の生活の質(QOL)や幸福感を高めながら、個人・社会の健康な高齢化を図ることが重要である。このような中においては、疾患を治療する医療に加え、『健康な(自立生活を営む)高齢者を不健康(患者)にさせない』といった一次予防的視点が、高齢者の健康問題には不可欠となる。

これまで、医療・健康・スポーツ科学領域において高齢者の健康促進のための様々な方策が考えられてきた。しかし、従来の一次予防的アプローチのほ

とんどは、いわゆる「人間ドック型」のものが多く、個々のプログラムやサービスに一定の効果は認められる一方で、広範な地域に展開できないために、その効果も限定的なものであった。有効なプログラムや評価・診断方法の開発と同等かそれ以上に、健康施策を地域全体に展開・浸透させるためのシステムや技術、方法論の確立が重要であり、そのためにはモニタリング型・センサー型のようなICTやIoTを活用したアプローチが有効な打開策の一つとなる。また、課題の共有や、その解決策の開発には、異分野の専門家の連携が非常に重要であることを本取組で実感している。国連の健康長寿のための10年間 (Decade of Healthy Ageing 2021-2030) が掲げる「人々と家族、地域社会が健康的に歳を重ねる」ためには、専門家の異分野交流だけでなく、政府や自治体、企業、研究者、市民など異なる立場の人々の連携なくしては成立しない。活動的な100歳の

時代に向けて異なる立場・分野の人々が連携し、地域社会の問題解決に臨むことが求められる。

8 今から個別にできること

ここまで、著者らの研究プロジェクトの活動を基に述べてきたが、即座に全ての方に成果物を提供することは難しい。また、筆者らは高齢者を対象として、できるだけ日常の生活スタイルを変化させないことを前提として研究開発を行っている。普段からスマートフォンを片手に生活をしているITリテラシーの高い方であれば、今すぐにでも『自身の歩行』を意識した生活が可能である。そこで、現在利用可能な歩容解析に関する情報を提供したい。

まず、著者らと同様な歩容センサーとして挙げられるのが、アシックスが販売しているスマートシューズ EVORIDE ORPHE (エボライドオルフェ) である。これは主にランニング用であるが、ミッドソールに慣性計測センサー(加速度、ジャイロ)を埋め込むことができ、着地パターンやストライド、着地衝撃の大きさなどをリアルタイムに確認することができ。ただし、スポーツ用途であるため連続

利用時間は短い。NECが販売するスマートインソールARROWG（アローグ）は歩行時の歩容解析ができるものであり、著者らのインソール型歩容センサーの目的と非常に近い。こちらもEVORIDE ORPHEと同様に慣性計測センサーを用いて、歩幅、接地・離地角度、脚上げの高さ、外回し距離などを取得し、健康的な歩き方ができているかを評価している。また、日常利用が目的とされているため長期間電池交換無しで利用できることも特徴的である。

スマートシューズやスマートインソール以外にも、スマートウォッチを用いた歩容解析も利用可能なのが多い。アップルのApple Watchは歩数や距離、ペースの他、心拍数や血中酸素も測ることができる。ガーミンのスマートウォッチもランナーを中心に愛用者が多い（筆者も利用している）。Apple Watchと同様に歩数や距離、ペース、心拍数はもちろんのこと、ランニングポッドという腰に装着するセンサーを追加すれば、接地時間や左右の接地時間のバランス、上下動などかなり細かなデータを取得できる。

スマートフォンのアプリケーションとしても利用

可能なものは多い。アシックスやナイキなど主にスポーツメーカーが配布しているアプリケーションはスマートフォンのセンサーを利用してスマートウォッチと同様の歩数や距離、ペースなどを取得可能となっている。多くの方にとって最も手軽に利用可能なものではないだろうか。

これらのような歩容解析を行うツールは利用者には良いフィードバックを与えてくれることが多い。特に向上心が高い方にとってみれば、前回よりもっと長く、もっと速くという気持ちにさせ、モチベーションの維持に大いに寄与すると考える。前述したとおり、歩行など日常生活での身体活動は、死亡や身体障害の発生リスクを低減するとされている。ここで紹介したのはすぐにでも利用できるものばかりである。これを機会にウォーキングやランニングなどの運動をはじめの方が増えることを祈り、社会全体で『活動的な100歳』の時代を迎えたい。