

電動カートの利用が高齢者の QOL に与える 影響に関する実証実験

Actual Proof Experiment of Electric Wheelchair “Monpal” for Enhancing Elderly QOL

矢口 忠博*

Tadahiro YAGUCHI

仲本 剛***

Go NAKAMOTO

増 渕 義 則**

Yoshinori MASUBUCHI

川 島 英 敏****

Hidetoshi KAWASHIMA

山 村 誠**

Makoto YAMAMURA

要 旨

ABSTRACT

Honda と熊本県は 2010 年 8 月に締結した、次世代パーソナルモビリティの実証実験に関する包括協定のもと、高齢者に電動カートを貸与し、それによって補完された移動能力が高齢者の生活の質にどのような変化を及ぼすかの評価をおこなった。

生活の質の評価指標として Medical Outcomes Study 36-Item Short-Form を用い被験者の主観的健康状態の変化を検証、生活活動範囲は Life-Space Assessment で評価し、それらを補強する目的で、日常の身体活動を Activities Monitoring and Evaluation System を用いた評価も合わせておこなった。

その結果、電動カートの活用が生活活動範囲を広げ、全体的健康感や活力などの生活の質の向上に資する傾向が示された。

ここでは、これら実証実験結果を報告する。

In August 2010, Honda and Kumamoto Prefecture concluded a comprehensive agreement concerning proof experiments of next-generation personal mobility. In accordance with that agreement, electric carts were provided on loan to elderly people and an evaluation was made of how the resulting augmentation of their mobility changed their quality of life.

Using the Medical Outcomes Study 36-Item Short-Form as an index for evaluating quality of life, changes in the subjective state of health of the experimental subjects were verified. Their life-space mobility was evaluated using the Life-Space Assessment. In order to reinforce those evaluations, the Activities Monitoring and Evaluation System was also used to carry out evaluation of everyday bodily activity.

The results indicated a tendency for the use of electric carts to expand life-space mobility and contribute to enhancement of overall sense of health, activity, and other such aspects of quality of life.

The following will report on these proof experiment results.

1. ま え が き

Honda は自由な移動の喜びと豊かで持続可能な社会の実現に向けて、熊本県と 2010 年 8 月に締結した次世代パーソナルモビリティの実証実験に関する包括協定のもと、2014 年 3 月まで実証実験をおこなった。

電気エネルギーを利用する個人的移動手段（パーソナルモビリティ）が高齢者にとっての生活の質（Quality Of Life: QOL）向上、ひいてはコミュニティでの暮らしの質の向上に貢献する、そのような将来モビリティの構想検討に役立てることを目的とした⁽¹⁾ (Fig. 1)。

* 四輪 R&D センター

** 汎用 R&D センター

*** 本田技研工業株式会社

**** 日本赤十字社 熊本健康管理センター

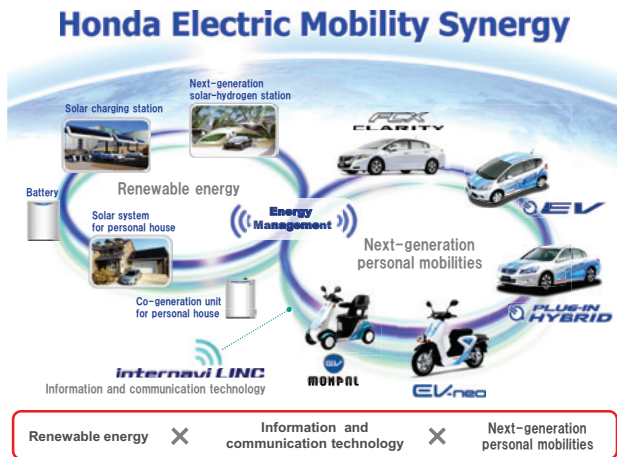


Fig. 1 Honda electric mobility synergy

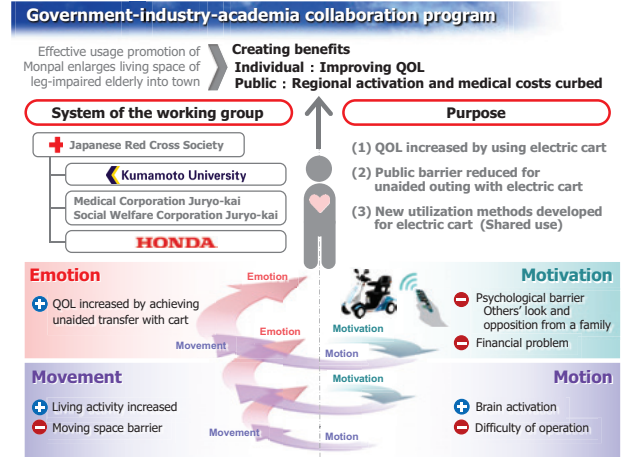


Fig. 3 Objectives of working group with government-industry-academia collaboration program

2. 電動カートによる社会実証実験の目的

Honda は高齢者の外出支援機器として、電動カート（モンパル）を販売しているが、2000 年の介護保険法の施行によってレンタル利用で補助を受けるには要介護認定が必要になったこともあって出荷台数は減少傾向にある（Fig. 2）。また、そのような機器に頼ることによる身体機能の更なる低下や安心して走れる環境の不備など、電動カートに対する認知度や活用度が十分に社会に受け入れられているとは言いがたいのが現状である。

一方、熊本県は長寿を楽しむ社会を目指しており、高齢者の電動カート利用の効果を QOL 指標に基づいて明らかにしたいと考え、次世代パーソナルモビリティの実証実験に関する包括協定の締結を契機に、日本赤十字社熊本健康管理センターを中心とする官学産連携の電動カート部会を設置した。そこでは、高齢者が地域で暮らしていく上で、できるだけ高い QOL を維持するための電動カートの新たな活用法について、多くの議論が重ねられた（Fig. 3）。

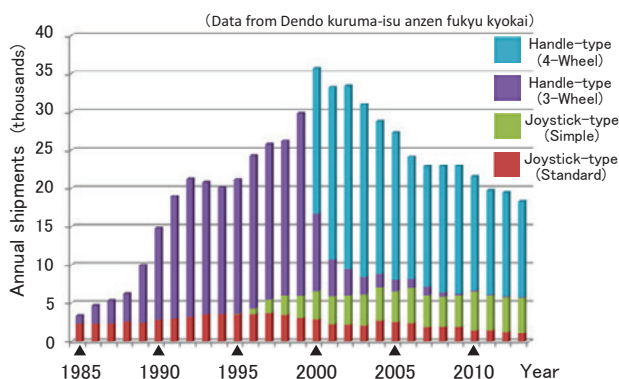


Fig. 2 Annual shipments of electric wheelchair

3. 実証実験の概要

電動カートの利用経験がない高齢者を対象に、日常の移動を支援するモンパルを貸与し、その利用が高齢者の生活にどのような変化を及ぼすかを検証する目的で実証実験をおこなった。実証実験では生活様式が異なる複数の高齢者施設を実証フィールドに選定し、電動カート利用前後の利用者の生活、移動範囲、QOL の変化と電動カートの利用状況について調査と解析をおこなった^{(2), (3)}。以下に述べる実験は、弊社生命倫理委員会の承認を受けておこなったものである。

3.1. 実証フィールド

実証フィールドは高齢者施設のうち、身体機能や活動能力において、

- (1) 日常的に介護が必要な人が居住する介護施設
- (2) 自立した生活を営むことができる人が居住するサービス付き高齢者向け住宅

の二つのレベルを基準に施設を選定した。

3.1.1. 実証フィールド A（介護施設モデル）

介護施設を利用する高齢者は、介護保険法で介護サービスが必要な要介護状態か、日常生活の支援が必要な要支援状態の要介護認定を受けている方々である。これら認定を受けている方々の多くは身体機能が低下し、日常の移動も介護施設が保有する車いすや歩行補助具等を必要とする場合が多く、健常人と比較して自由に移動できる範囲が狭く、移動機会も少ない。

しかし、これら要介護認定者でも、安全に移動を支援する電動カートがあれば、移動範囲の拡大と移動頻度の向上が可能であると考えられる。そこで、介護施設を利用する高齢者に対して、電動カート利用前後での QOL に関する様々な変化を検証する目的で、熊本市西部に存在する特別

養護老人ホームなどの高齢者の介護施設で電動カートの共同利用による実証実験をおこなった。

3.1.2. 実証フィールドB（サービス付き高齢者向け住宅モデル）

高齢化や核家族化が進み、高齢者の独居世帯や夫婦のみの世帯が増加している。そのため政府は、高齢者の居住の安定を確保する政策として、バリアフリー構造を有し、介護サービスや医療サービスと連携するサービス付き高齢者向け住宅の供給を推進している。このサービス付き高齢者向け住宅を利用する高齢者は、介護施設を利用する高齢者よりも自立度が高く、日常生活のほとんどを他者からの支援を受けることなく営むことが可能な方々である。

しかし、加齢とともに徐々に身体能力が低下し、長時間、長距離の歩行が困難になると外出介助や通院介助などのサービスが必要となる。サービス付き高齢者向け住宅を利用する高齢者がこれらのサービスが必要になった場合でも、サービスを利用することはできるが、安全に移動を支援できる電動カートがあれば自立した生活の継続が可能で、その結果、外出介助や通院介助が必要な期間を短縮させる可能性もある。そこで、サービス付き高齢者向け住宅居住者を利用する高齢者に対して、電動カート利用前後のQOLに関する様々な変化を検証する目的で、熊本市東部に存在するサービス付き高齢者向け住宅で実証実験をおこなった（Table 1）。

3.2. QOL 評価ツール

実証実験をおこなう二つのフィールドにおいて、電動カート利用者の利用前後での生活（日常動作）、移動範囲、QOL などの変化を検証する目的で、以下の評価ツールを用いた。

3.2.1. 生活活動の評価方法

(1) 身体活動評価 身体活動の評価には、日常動作をモニタリングする Activities Monitoring and Evaluation System (A-MES) を用いた。この A-MES は、被験者の体幹部と大腿部に装着した二つの加速度センサのデータを記録、解析することで以下の動作状態を評価することができる（Table 2, Fig. 4）。

- 24 時間の動作状態（臥位、座位、立位、車いす駆動、歩行）
- 臥位の状態（背臥位、右側臥位、左側臥位、腹臥位）
- 姿勢変換回数（立ち上がり、起き上がり、寝返り回数）
- 各動作の総時間及び最大持続時間
- 1 時間ごとに各動作状態が占める時間割合

A-MES は医療介護の分野で日常動作を把握する目的で活用されており、データはロガーに長時間蓄積されることから、被験者の日常（24 時間）の動作状況をモニタリングできる。実証実験では電動カートを利用する日と利用しない日の 2 パターンで身体活動を把握し、これらの日常動作

Table 1 Forms of use in two different testing fields

	Ownership form	User	Utilization area
Field-A Nursing-care services	Care facility	Group	Living area
Field-B Assisted-living facility for elderly	Care facility	Personal	Living area

Table 2 General specification of A-MES

General specifications of the Data Logger	
Sampling period	0.2 sec constant
Recording time	≥ 24 hours
Power source	size AA battery x 1
Size	85 mm x 75 mm x 25 mm
Data	Sampling time, 6 sensor data items (12 bit/data), Measuring time

の違いを評価した。

(2) Life-Space Assessment 生活を営むために移動した距離と頻度と自立度の積で定義された Life-Space Assessment (LSA) は生活の空間的な広がりにおける移動を評価する指標である。そこでの移動距離は、生活空間を Life-Space として評価する移動の原点を個人の寝室とし、生活空間はこの寝室から町外までを以下の 5 段階で表し、評価は 0 点から 120 点の得点によっておこなう。

Life-Space 0 Bedroom (寝室)

Life-Space 1 Home (住居内)

Life-Space 2 Outside (居住空間のごく近くの空間)

Life-Space 3 Neighborhood (自宅近隣)

Life-Space 4 Town (町内)

Life-Space 5 Unlimited (町外)

実証実験では電動カート利用前の 1 ヶ月間と電動カート利用中の一ヶ月間の LSA 値を解析した。

(3) 行動範囲の計測 モンパルの作動状態及び運転操作状況を記録するため、通信機能を搭載した GPS データロガーを製作し、モンパルに搭載した。

モンパルの作動状態及び運転操作状況と GPS 情報はサンプリング間隔 1 秒で記録されファイル化される。このファイルは号機番号と日付別に携帯電話回線を通して約 1 分間隔でサーバに転送され蓄積、保存される。

また、保存データの確認用に、移動軌跡やアクセル、ウインカー、ハンドル切れ角等の操作状況、車速やバッテリー

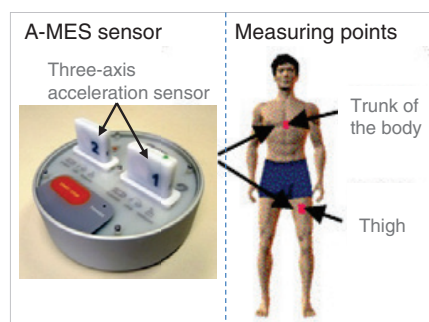


Fig. 4 Sensor and measuring points of A-MES

Table 3 General specification of GPS data logger unit

Size (LxWxH)	Communicator device	101.5 x 139.2 x 47.8
	Antenna	20.0 x 35.0 x 60.0
	GPS	φ 61.0 x 19.5
Total weight	1.8 kg	
Sampling time	1 sec (const.) 5 minutes of FOMA transmitting period	
Loading point	Under seat of MONPAL	
Sampling data	GPS NMEA0183 Velocity, Accelerator position Steering angle, Battery condition	

残量と電圧、モータ電流等の実機情報を蓄積し解析するためのソフトウェアを開発した (Table 3, Fig. 5, Fig. 6)。

3.2.2. QOL 評価方法

電動カートの利用による QOL 変化の評価には、健康関連 QOL (Health Related Quality of Life: HRQOL) の評価指標の一つである Medical Outcomes Study 36-Item Short-Form (SF-36™) を用いた。一般に HRQOL は包括的尺度、疾患特異的尺度の二つに分類されるが^{(4), (5)}, SF-36™ は包括的尺度に分類され、個人の疾病や健康障害の有無に関係なく QOL を評価できる利点を有している。SF-36™ での評価は 8 種類の尺度で構成される。それら尺度の得点の解釈を Table 4 に示す。調査には自己記入回答式による調

Table 4 Subscales defined in SF-36™

Subscale items	Abbr.	Scoring reference	
		Worst condition	Best condition
Physical functioning	PF	Impossible to take a bath or change clothes	All physical activity possible
Role physical	RP	Experience trouble with ordinary work	Experience no trouble with ordinary work
Bodily pain	BP	Ordinary work disturbed by severe physical pain	Ordinary work not disturbed at all without physical pain
General health	GH	Health condition getting worse	Good health condition sustained
Vitality	VT	Fully exhausted	Full of vigor
Social functioning	SF	Friendships with families, friends or acquaintance deadly disturbed by some physical or mental impairments	Friendship with families, friends or acquaintance not disturbed by any physical or mental impairments
Role emotional	RE	Problem with work or other activities due to mental reasons	No problem with work or other activities due to mental reasons
Mental health	MH	Always feel depressed with nervous temperament	Always feel calm and happy

(relating to a health condition in the past month)

査用紙が用いられ、それは調査時点から過去 1 ヶ月間の健康状態を調査するための 36 項目の質問により構成されている。

3.3. 実証実験の結果と考察

実証実験フィールドにモンパルの利用環境を整備し、電動カート利用者の利用前後の生活 (日常動作)、移動範囲、QOL の変化や電動カート利用状況について以下の結果を得た。

3.3.1. 生活 (日常動作)

介護施設で電動カートを利用した 2 名に対して A-MES を装着し、電動カートを利用した日と利用していない日のそれぞれで日常動作をモニタリングした結果を Table 5 と Table 6 に示した。また、電動カートを利用した日と利用しない日で生活時間帯による差が生じないように、両日ともデータが正確に計測できている時間帯を抽出して評価した。

被験者 A は評価時間帯のうち、電動カートを利用した日の方が利用していない日より歩行時間は 1 時間 21 分、立位時間は 26 分、座位時間は 25 分増加していた。反面、臥位時間は 2 時間 12 分減少していた。また、1 日の動作回数は座位から立位、立位から座位への立ち座り動作が 32 回から 61 回へと約 2 倍の増加を示した。

被験者 B は日常の活動時間が午後に集中しており評価時間帯も被験者 A に比べて短い、歩行時間は 29 分の増加があった。また、動作回数も 1 日当たりの立ち座り動作が 16 回から 31 回へと約 2 倍の増加が認められた。

電動カートは利用者に簡便な移動環境を提供する反面、歩行を代替する手段となることから、歩く機会を減らし、結果的に利用者の脚筋力を低下させる要因となることを危惧する意見が本実証実験のアンケートでも散見されていた。

また同様に運動機能の衰えや障害が要介護の危険性を高めることからロコモティブシンドローム予防が提唱され、

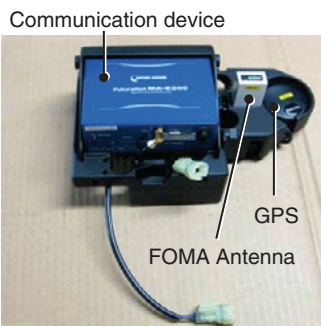
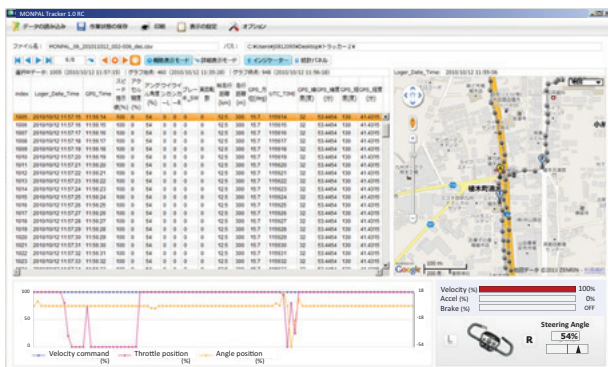


Fig. 5 External view of GPS data logger unit



©2011 Google-Map date ©2011 ZENRIN

Fig. 6 View of Sampling data on PC screen

Table 5 Movement status of subject A in Field A

State/Posture	Without Monpal		With Monpal	
	Accumulated Time	Continuous Max. Time	Accumulated Time	Continuous Max. Time
Walking	02:44:57	00:03:03	04:06:04	00:05:50
Standing	00:46:22	00:04:24	01:11:38	00:02:04
Sitting	02:38:16	00:30:53	03:03:30	00:17:13
Recumbent	06:12:40	01:30:01	04:00:43	01:31:59
Total Time	12:22:16	-- : -- : --	12:21:56	-- : -- : --

Table 6 Movement status of subject B in Field A

State/Posture	Without Monpal		With Monpal	
	Accumulated Time	Continuous Max. Time	Accumulated Time	Continuous Max. Time
Walking	00:36:16	00:06:00	01:05:08	00:02:15
Standing	01:03:03	00:06:50	00:45:24	00:04:19
Sitting	03:04:28	00:13:14	02:55:36	00:24:37
Recumbent	02:32:43	00:32:52	02:30:07	00:31:14
Total Time	07:16:32	-- : -- : --	07:16:16	-- : -- : --

高齢者もできるだけ歩く習慣を維持し、歩行能力を喪失しないようにするための啓発がなされている。これは、安易な電動カート利用がこの方向に逆行する可能性があることを危惧しているものと考えられる。

しかしながら、本実証実験では、ここに示した2例以外でも、全被験者で電動カートを利用した日が利用しない日に比べて、歩行時間の増加と臥位時間の減少が確認され、電動カート利用が歩行の代替機器として単純に歩行時間を減少させるのではなく、むしろ移動機会を増加させ、移動に伴う自立歩行や座位の動作を増加させる傾向にあることが示された。

3.3.2. LSA 評価結果

フィールド A で電動カートを利用した被験者のうち、利用前後に調査した13例の Life-Space スコアと電動カートの利用頻度を Table 7 に示す。電動カートの利用頻度は、週に数回利用したものを S、週に1回程度を A、週1回未満を B で示した。

電動カート利用前の LSA スコアが高い人は電動カートの利用頻度が低く、逆に LSA スコアが低い人は電動カートの利用頻度が高い傾向がある。LSA スコアの変化と電動カートの利用頻度を対応させたところ、電動カートの導入前後で LSA スコアが低下した者は4名、向上した者は4名、変化ない者は2名であった。電動カートの利用頻度が高い4名の被験者には LSA スコアの向上が認められた。

3.3.3. QOL の変化

フィールド A の被験者の電動カート利用前後の SF-36™ の結果は、尺度のスコアリングごとに国民標準値に基づいたスコアリング (Norm-based Scoring: NBS) で求められ、それら利用前 (Before)、利用後 (After) の八つの尺度の結果を平均値として Fig. 7 に示す。

Table 7 LSA scores and usage frequency of subjects

Subject No.	Life-Space Score <Before>	Life-Space Score <After>	Usage Frequency
1	120.0	102.0	B
2	84.0	24.0	B
3	49.5	63.0	S
4	102.0	120.0	A
5	66.0	84.0	S
6	120.0	—	—
7	84.0	84.0	S
8	120.0	63.0	A
9	120.0	63.0	B
10	22.5	54.0	S
11	120.0	120.0	A
12	18.0	—	—
13	19.5	—	—

フィールド A では、身体機能 (Physical functioning) と体の痛み (Bodily pain) が国民標準値を大きく下回っていた。また、全体的健康感 (General health)、活力 (Vitality)、社会生活機能 (Social functioning)、心の健康 (Mental health) については、ほぼ国民標準値であった。

電動カートの利用前後では、日常役割機能 (身体) (Role physical)、日常役割機能 (精神) (Role emotional)、心の健康 (Mental health) の尺度の向上が確認された。

3.3.4. サービス付き高齢者向け住宅での検証

介護施設での実証結果から、電動カートを1人で操作できる能力があり、自由に操作し移動できる環境が整っている人ほど、QOL の向上が期待できる。

サービス付き高齢者向け住宅に居住する高齢者にモンパルを貸与し、効果検証と受容性の確認をおこなった。Fig. 8⁽⁶⁾ に、フィールド B の被験者の行動実態を示す。

この被験者は、モンパル利用前、生活圏での移動にはタクシーを利用するしかなく、好きな時にすぐ出かけられないことや、タクシーを待たせるストレスがあった。モンパルを1人で使うようになってからは、真夏日や小雨でも、

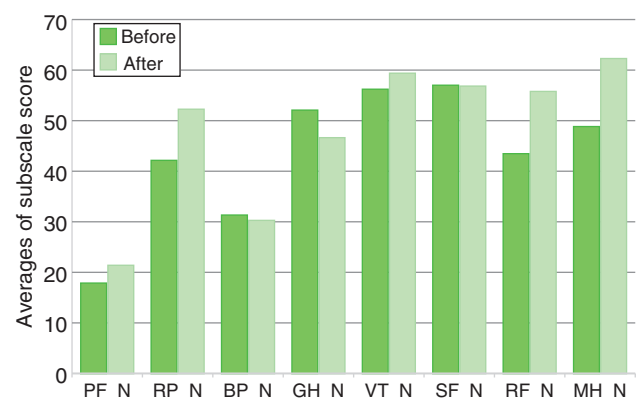


Fig. 7 QOL before-after difference using Monpal in Field A

ほぼ毎日出かけられると満足気であった。施設管理者は、モニターとして協力した被験者の心が動いたことが今回の実証実験で一番嬉しく、1 台のモンパルが被験者の意欲を引き出し、生活を一変させたことにとても感謝していると感想を寄せた。

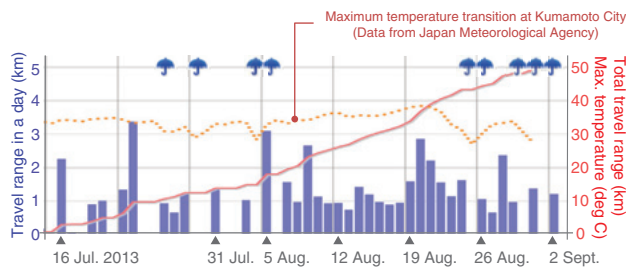
これらにより、電動カートの活用が LSA を高め、それが日常の利便性だけではなく、全体的健康感や活力などの QOL の向上にも資する傾向があることが示された。

2011 年 10 月の高齢者住まい法の改定により創設されたサービス付き高齢者向け住宅は生活する上で自由度が高く、また生活圏エリアでの供給が増加していることから、そこでの電動カートのニーズは高いと思われる。

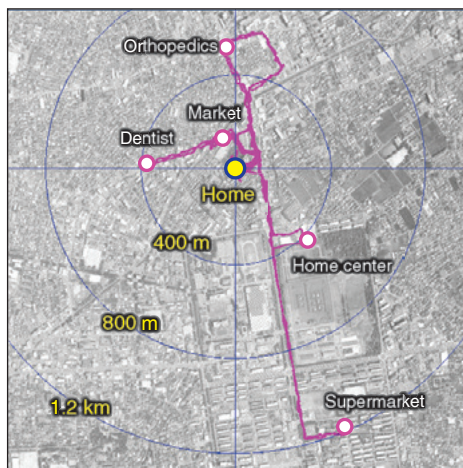


Subject: Mr. K
 • Age 86
 • Care need level 1: Legs impaired
 • Occupancy date : Jun. 2013
 • Method of moving around while outside the home: Taxi (almost every day, sometimes twice a day)

(a) Profile



(b) Monpal usage throughout the testing period



The recorded movement locus and circular polar coordinates are aligned with the corresponding section of geospatial photograph from the site (<http://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do>) provided by the Geospatial Information Authority of Japan.

(c) Representative frequent routes of travel

Fig. 8 Survey of subject's travel in Field B

4. 電動カートによる外出支援ソフトの開発

実証フィールドの管理者やモンパル利用者のご家族から、モンパル利用者が今どこにいるのか、位置情報を携帯などで確認したいとの要望を受け、四輪向けカーナビゲーションサービスであるインターナビの活用を考えた。それは、スマートフォン向けの見守りアプリを用いた情報提供により移動活動を広範囲、高頻度化する支援である⁽³⁾。

システム構成は、実証実験で活用している GPS ロガーをインターナビサーバと連携し、情報の生成を図った。その概略システム構成を Fig. 9 に示す。

今回提供するアプリは Web アプリで、開発言語は HTML5 を使用している。開発工数の削減、アプリの反応速度の向上、また、文字サイズの大きさ等の設定ファイルをサーバ側に置く事で、従来よりもフィードバックが容易なため、採用に至った。提供したアプリの機能は以下の二つである。

一つめは施設もしくは家族(以下、管理者)が設定した場所を基点として管理しているモンパルの位置情報を表示する現在地 MAP である。二つめはモンパルの稼働状況とバッテリー残容量および走行履歴が把握できる運行状況表示である (Fig. 10)。

現在地 MAP の付加機能として、例えば、インターナビ

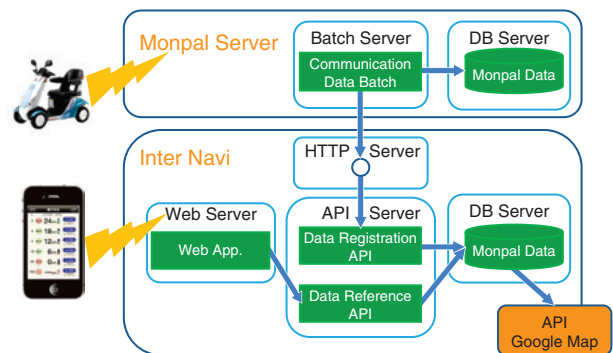


Fig. 9 General diagram of system configuration



©2011 Google-Map date ©2011 ZENRIN

(a) Menu screen (b) Actual location (c) Operation status

Fig. 10 Display of tracking monitor on smart phone

の画面で管理者が目的地を設定できる機能がある。それを用いると、管理者がスマートフォンでGPS ロガーから取得する現在地を確認し、あらかじめその位置をアプリに登録することで、迎えに行く際にインターナビのサービスが利用できる。

アプリの開発終了後、実証実験で協力していただいている施設や、まちなか共同利用実験の際にアンケートを実施し、使用感としては管理者が使用する見守りアプリについて、アプリを利用することで利用者を見守っている安心感はあるかどうかの問いに対し、22人中19人が肯定している。また、行動履歴が健康管理の指標になり得るかとの問いに対し、12人中9人が肯定する結果が得られている。行動履歴を健康管理の指標とした場合にモナル利用は外出頻度が増えるきっかけとなり得るかとの問いに対しては、12人中8人が肯定する結果が得られている。総合的にアンケート結果から見ると見守りアプリは外出移動支援のツールとなり得ることがわかった。

一方でアンケートから見えてきた課題は、年齢層によって日常的にスマートフォンを使っていない人でも容易に使えるようになるユーザインターフェースの改善はもとより、スマートフォンやアプリの使い方の講習においても、本来の幅広い用途で習熟いただけるような工夫が必要であるということである。

5. まとめ

今回の実証実験で示されたように、電動カートを1人で操作できる能力があり、自由に操作し移動できる環境が整っている人ほどQOL向上が期待できる。

身体能力が低下し、生活圏が狭くなる高齢者の外出機会を促すために、自由に扱えるパーソナルモビリティとITを活用した社会システムを整備することは個人のQOLだけでなく、QOLの高い社会の形成につながると考える。

謝辞

本報告は、熊本県商工観光労働部新産業振興局産業支援課、(医)寿量会、(医)大浦会、熊本大学大学院生命科学研究所、熊本大学大学院自然科学研究科の協力を得ている。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- (1) 矢口忠博, 原田和典: 次世代パーソナルモビリティ実証実験における地域デザイン活動, Honda R&D Technical Review, Vol. 26, No. 2, p.196-201
- (2) 溝上章志, 川島英俊, 永田千鶴, 野尻晋一, 矢口忠博: 高齢社会においてパーソナルモビリティがQOLに与

える影響に関する実証調査, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol. 68, No. 5, p.141-153(2012)

- (3) 溝上章志, 川島英俊, 矢口忠博: 高齢社会におけるパーソナルモビリティ活用による生活の質の向上, 国際交通安全学会誌 Vol.36, No.3, p.44-51(2012)
- (4) 松田智大: QOL 測定の方法論と尺度の開発, 保健医療科学, Vol. 53, No. 3, p.181-185(2004)
- (5) de Zwaan, M., Mitchell, J. E., Howell, L. M., Monson, N., Swan-Kremeier, L., Roerig, J. L., Kolotkin, R. L., Crosby, R. D.: Two Measures of Health-Related Quality of Life in Morbid Obesity, OBESITY RESEARCH, Vol. 10, No. 11, p.1143-1151(2002)
- (6) <http://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do>

■ 著 者 ■



矢口 忠博



増 渕 義 則



山 村 誠



仲 本 剛



川 島 英 敏