

コミュニティの特徴を考慮した 高齢者見守りサービス設計手法の開発

稗方和夫^{†1} 満行泰河^{†2} 石原祥太郎^{†1}

概要：日本では近年、少子高齢化の急速な進展に伴い、人的資源や IT 機器などを利用して高齢者の行動を把握しようとする「見守りサービス」への期待が高まっている。本研究では、自治体などが実際に見守りサービスを設計する場合を想定し、コミュニティの特徴を考慮可能な見守りサービス設計手法の開発を目的とする。具体的には先行研究で提案された「見守りサービスモデリング」を Systems Approach の技法の一つである「Morphological Matrix (MM)」として拡張し、各選択肢に特性値を付与して見守りサービス設計を評価する。想定利用者である自治体関係者がコミュニティの特徴を合理的に把握するための工夫として、システム内の利害関係者を網羅的に表現できる「Stakeholder Value Network (SVN)」という技法の活用も提案する。提案手法は「SVNを参考にしたMMの作成」「評価値の算出」の二つで構成される。前者では SVNによりコミュニティの特徴を合理的に把握しながら MMを作成し、個々の選択肢に対して特性値を付与する。後者ではコミュニティの特徴が反映された特性値を用いて全てのあり得る組み合わせの評価値を求め、パレート最適解となる見守りサービス設計を導出する。提案手法の妥当性を検証するため「大都市圏」「大都市圏に隣接する郊外」「中山間地域」の3種類の自治体を想定し、コミュニティの特徴を考慮して MMに付与する値の違いが評価結果に与える影響を調べた。特性値の大きさの違いでパレート最適解が異なると分かり、得られた結果を分析することで導出されたパレート最適解が見守りサービス設計に関する有益な情報になっていることも確認した。最後に提案手法を用いて、実際に見守りサービスの導入を検討している三重県度会郡玉城町における見守りサービス設計の評価を行った。提案手法が実際の自治体の事例に適用可能であると示すとともに、玉城町の特徴であるオンデマンド交通のログデータを活用した見守りサービス設計が玉城町のコミュニティの特徴に適合していると確認した。更に一つのパレート最適解を選定し具体的な見守りサービスの開発・検証を行うことで、コミュニティの特徴を考慮した見守りサービス開発の要件定義として提案手法が活用できると示した。

キーワード：少子高齢化、見守りサービス、Systems Approach, Sociotechnical System

Development of Design Method of Remote Monitoring Service Considering Community Characteristics

KAZUO HIEKATA^{†1} TAIGA MITSUYUKI^{†2}
SHOTARO ISHIHARA^{†1}

1. 序論

1.1 背景

日本では近年、少子高齢化が急速に進展しており[1]、高齢者の孤立死への対策として、人的資源や IT 機器などを利用して高齢者の行動を把握しようとする「見守りサービス」への期待が高まっている[2]。

一般的に見守りサービスは「どのように高齢者の状況を取得するか」という技術中心の視点で作られている場合が多いが[3]、実際に自治体などが見守りサービスを設計する場合には「コミュニティの特徴」を考慮して費用と質だけでなく社会受容性の観点でも評価する必要がある。

例えば IT 機器などを利用した見守りサービスは費用をかけた分だけ質が高いが、プライバシーなどへの懸念から社会受容性が低く、導入への障壁となっている地域も多い[4]。しかし見守りサービス設計では見守りの方法・場所・

時間など決定するべき要素が多く、コミュニティの特徴を統合的に評価するのは難しい[5]。

1.2 関連研究

本研究の関連研究として、徳永らは「見守りサービスモデリング」を提唱した[3]。見守りサービスモデリングは、見守りサービスで重要な役割を果たす3者 (Subject: 見守りを依頼する人, Watcher: 状態を観察する人, Target: 見守られる人) について 5W1H の観点で着目することで、見守りサービスを網羅的に分析できる枠組みになっている。一方で見守りサービスモデリングが扱える範囲は分析の枠組みの提案に限定され、費用・質・社会受容性といった特性の度合いなど「コミュニティの特徴」に踏み込んだ設計のためには不十分な点がある。

1.3 本研究の目的

本研究の目的は、自治体などが実際に見守りサービスを設計する場合を想定し、コミュニティの特徴を考慮できる

^{†1} 東京大学大学院新領域創成科学研究科
Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

^{†2} 東京大学大学院工学系研究科
Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

見守りサービス設計手法の開発である。本研究では「コミュニティの特徴」を、費用・質・社会受容性の観点で見守りサービス設計に関して付与する値として表現する。

具体的には、下記の三つに取り組む。

1. 見守りサービスモデリングを拡張したコミュニティの特徴を考慮できる見守りサービス設計手法の提案
2. 提案手法の妥当性の検証
3. 見守りサービスの導入を検討している実際の自治体の事例を用いた提案手法の有用性の確認

2. 提案手法

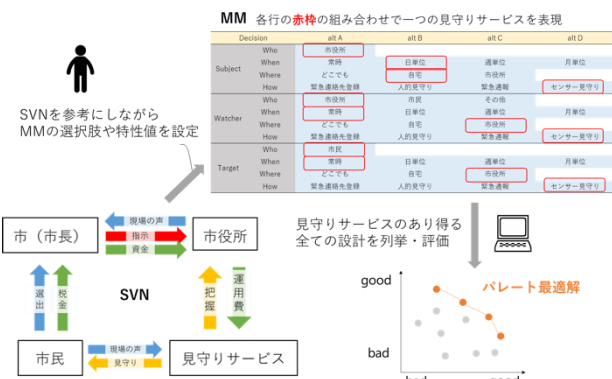


図 1 提案手法の概要

提案手法の概要を図 1 に示す。本研究では「Systems Approach」と呼ばれるシステム全体の要素を統合的に扱うのに優れた技法を用いることで、見守りサービス設計の評価手法を開発する。Systems Approach とは主に社会科学の分野で発展した考え方で、さまざまな物事から構成される複雑な全体を一貫した構造および法則性を持ったシステムとして見る考え方である[6][7]。目の前に起きている出来事を個別に捉えるのではなく、個々の事象の因果・影響関係の構造がもたらす全体的な挙動を適切に見抜くことで問題解決を試みる。

具体的には「見守りサービスモデリング」を Systems Approach の技法の一つである「Morphological Matrix (MM)」[8]として拡張し、各選択肢に特性値を付与して見守りサービス設計を評価する。想定利用者である自治体関係者がコミュニティの特徴を合理的に把握するための工夫として、システム内の利害関係者を網羅的に表現できる「Stakeholder Value Network (SVN)」[9]という技法の活用も提案する。

提案手法は「SVN を参考にした MM の作成」「評価値の算出」の二つで構成される。以下では、個々の過程を説明する。

2.1 SVN を参考にした MM の作成

ここでは、図 1 右上に例示した MM を作成する。MM は各行にシステムを構成する個別の説明変数を、対応する各

列にはそれらの選択肢を並べた表である。見守りサービスモデリングでは見守りサービスで主要な役割を持つ 3 者について、5W1H の観点で分析しているが、このうち「Why」と「What」については見守りサービスを構成する要素ではないため、作成する MM の説明変数からは除外した。

MM の各行に対応する選択肢を列挙する際は、まず図 1 左下に示したような見守りサービスを中心とした SVN を作成する。SVN を作成して対象とするコミュニティ内の利害関係者を整理することで、MM の「作成自体が難しい」という問題点を緩和する役割がある。SVN が複雑な場合に、関係性を定量化することで SVN 内の重要な情報を特定する分析法も提案されている[9]。

2.2 評価値の算出

ここでは先行研究[10]の手法を用い、作成した MM から全てのあり得る説明変数の組み合わせ（見守りサービス設計）の評価値を算出し、評価を行う。

(1) 入力

最初に、MM の個々の要素に対しコミュニティの特徴を考慮して費用・質・社会受容性の観点から特性値を付与する。特性は評価値の算出方法の違いに応じて 2 種類に分けられる。一つ目は「足し算型」で、費用が該当する。二つ目は「掛け算型」で、質と社会受容性が該当する。ここで特性値は各説明変数の選択肢間での相対評価で、「足し算型」の場合は 0、「掛け算型」の場合は 1 を基準に設定した。

(2) 計算方法

評価値を算出するため、あり得る全ての説明変数の組み合わせを列挙しておく。各々の組み合わせに対して、各説明変数に付与された特性値について「足し算型」の場合は和、「掛け算型」の場合には積を計算することで評価値を算出する。

(3) 出力

全ての組み合わせについて三つの評価値を求めた後、最後にパレート最適解を導出する。パレート最適解とは、特性値のいずれかを改善しようとした場合、他の特性値が悪化する解である[11]。本研究では、このパレート最適解を「コミュニティの特徴を考慮した見守りサービス設計」と見なす。

3. 妥当性の検証

提案手法の妥当性を検証するため「大都市圏 (I)」「大都市圏に隣接する郊外 (II)」「中山間地域 (III)」の 3 種類の自治体を想定し、コミュニティの特徴を考慮して MM に付与する値の違いが評価結果に与える影響を調べた。ここでは簡略化のため、MM の「How」に関する特性値のみを変更した。

例として、「How」に関して設定した特性値を表 1 に示す。特に「人的見守り」について説明すると、費用は人件費の

問題で大都市圏ほど高い。また大都市圏ほど人間関係が希薄なため、大都市圏ほど質も社会受容性も低く設定している。その他についても同様にコミュニティの特徴を考慮して特性値を付与した。

表1 「How」について設定した特性値

Decision	選択肢 A	選択肢 B	選択肢 C	選択肢 D	選択肢 E	
How	緊急連絡先登録	人的見守り	緊急通報	センサー見守り	なし	
Cost	I	0.30	0.90	0.80	1.00	0.00
	II	0.10	0.85	0.75	1.00	0.00
	III	0.05	0.80	0.70	1.00	0.00
Quality	I	0.05	0.70	1.00	1.20	0.00
	II	0.20	1.00	1.00	1.25	0.00
	III	0.10	1.10	1.00	1.30	0.00
Acceptability	I	1.10	0.90	1.30	1.20	0.00
	II	1.40	1.10	1.10	0.70	0.00
	III	1.70	1.30	0.80	0.20	0.00

I～IIIの全組み合わせについて評価値を計算しパレート最適解を求めたところ、それぞれ37個、45個、48個のパレート最適解が得られた。図2にI～IIIのパレート最適解の個数の分布を示す。I～IIIそれぞれについてMMに付与した特性値の大きさの違いで、パレート最適解が異なっていると確認できる。



図2 各自治体のパレート最適解の個数の分布

得られた結果を分析し、導出されたパレート最適解が見守りサービス設計に関する有益な情報になっていることも確認した。例えばI～IIIのみでパレート最適解だった組み合わせについて、「人的見守り」(人的資源を用いた見守り方)を含むものを取り上げ表2に示す。Iのみでパレート最適解だったということは、大都市圏のみで評価が高い見守りサービス設計であることを意味する。

表2 各自治体で得られたパレート最適解の例

Decision		I: 大都市圏	II: 郊外	III: 中山間地域
Subject	Who When Where How	市役所 月単位 どこでも 人的見守り	市役所 月単位 市役所 人的見守り	市役所 月単位 市役所 人的見守り
Watcher	Who When Where How	市民 週単位 市役所 人的見守り	市民 月単位 その他の施設 人的見守り	市民 月単位 自宅 人的見守り
Target	Who When Where How	市民 週単位 市役所 人的見守り	市民 月単位 その他の施設 人的見守り	市民 月単位 自宅 人的見守り

表2において「Watcher」の「Where」がI～IIIで異なっている。このことは住民同士の人間関係が希薄で「人的見守り」を実行するには「市役所」の補助が必要な大都市圏(I)、日中の時間帯に外出していることが多い郊外(II)、人間関係が密な中山間地域(III)のコミュニティの特徴に由来すると考えられる。提案手法は、このような分析や検討ができる枠組みになっていると確認できた。

4. ケーススタディ

ここでは実際に見守りサービスの導入を検討している三重県度会郡玉城町の事例を用いて、提案手法が実際の自治体の事例に適用可能であると確認するケーススタディを実施した。ケーススタディに当たっては、玉城町の町長や町役場の職員らへのインタビューや、町民へのアンケートなどを行った。

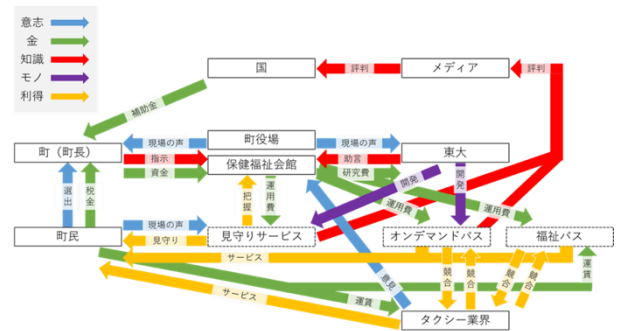


図3 玉城町に関するSVN

調査を通じて得た情報を基に作成した玉城町に関するSVNを、図3に示す。玉城町に特徴的な要素として「オンデマンドバス」[12]という公共交通機関のログデータを活用した見守り手法(移動ログ見守り)の存在が挙げられる。移動ログ見守りとは、オンデマンドバスという特有の交通機関を通じて蓄積されていくログデータを解析し、利用者の振る舞いを特定しようとする試みである。そのためSVNを参考にMMを作成する段階では、「How」の選択肢として前章で列挙したものに「移動ログ見守り」を追加した。

またMMに特性値を付与する際には、SVN作成を通じて把握した玉城町のコミュニティの特徴を考慮した。例えば「How」で費用については、地域の結び付きが強いため「緊急連絡先登録」「人的見守り」で低い値とし、質についても「人的見守り」が相対的に高い値とした。社会受容性については、1日中通して人口流動は少ないため、「センサー見守り」を特に低い値に設定した。

全7200通りの組み合わせについて評価値を算出した結果を図4に示す。例えば「How」の選択肢別で社会受容性について見ると、「緊急連絡先登録」「人的見守り」は高い組み合わせが、一方で「センサー見守り」は低い組み合わせが多い。コミュニティの特徴を考慮して付与した特性値の変動を受けた結果になっていると確認できた。

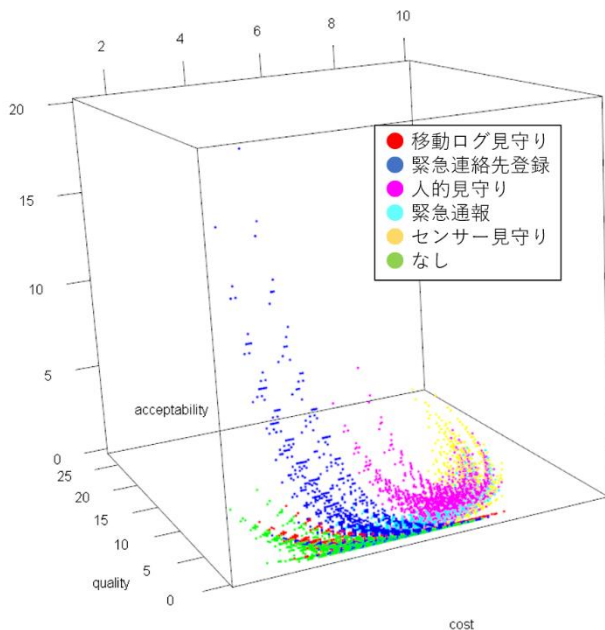


図4 三つの評価値についての3次元散布図

このうち 50 個がパレート最適解と判定され、玉城町に特徴的な「移動ログ見守り」を含む組み合わせは 8 個あった。1 個の組み合わせを取り出し、各要素を具体的な見守りサービス設計における要件定義として利用するといった活用も想定できる。例えば、「移動ログ見守り」を含む組み合わせを 1 個選択すると、次のような要件が考えられた。

- 「Who」：見守る人も見守られる人も町民である仕組み（相互見守り）
- 「When」：町民の情報を週単位で取得し月単位で確認
- 「Where」：町役場で完結する状態把握の仕組み

5. 考察

提案手法を活用すると、自治体関係者は下記の二つの過程を通じてコミュニティの特徴を考慮した見守りサービス設計が可能になる。

1. SVN を作成・参照し、MM の選択肢や特性値を設定する
2. 導出されたパレート最適解となる見守りサービス設計を用い、具体的な見守りサービス設計を検討する

この過程は自治体関係者にとって比較的容易であり、また自治体関係者が認識しているコミュニティの特徴を用いて結果が出力される。つまり、提案手法は自治体関係者が合理的かつ手軽に見守りサービスを設計できる枠組みになっていると考えられる。

提案手法ではあくまで見守りサービスの要件定義しかできず、その後の詳細部分については別途検討する必要がある。しかし見守りサービス設計の多様な選択肢を絞り込めるといった観点から、提案手法には一定の有用性があると考えられる。

6. 結論

本研究では、自治体などが実際に見守りサービスを設計する場合を想定し、コミュニティの特徴を考慮できる見守りサービス設計手法を開発した。具体的には、システム全体の要素を統合的に扱うのに優れた「Systems Approach」の技法を用いて、設計を構成する個別の選択肢に費用・質・社会受容性に関する特性値を付与することで、見守りサービス設計を評価できる手法を開発した。

また提案手法の妥当性を検証するため「大都市圏」「大都市圏の郊外」「中山間地域」の 3 種類の自治体の事例を想定した検証を行った。検証では、MM に付与する値に応じてパレート最適解が変動し、導出されたパレート最適解が見守りサービス設計に関する有益な情報になっていると分かった。

更には、提案手法を用いて実際に見守りサービスの導入を検討している玉城町における見守りサービス設計の評価を行った。このケーススタディを通じて、提案手法が実際の自治体の事例に適用可能であり、コミュニティの特徴を考慮した見守りサービス開発の要件定義として活用できることを確認した。

参考文献

- [1] 内閣府, “平成 28 年度版高齢社会白書”. http://www8.cao.go.jp/koure/whitepaper/w-2016/zenbun/28pdf_index.html, (参照 2017-05-18).
- [2] 富士通総研, “超高齢未来に向けたジェロントロジー (老年学)” <http://www.fujitsu.com/jp/group/fri/report/research/2012/report-389.html>, (参照 2017-05-18).
- [3] Tokunaga, S. et al., Modelling of remote monitoring services for elderly people. *Gerontechnology*, 2014, vol. 13, no. 2, p. 289.
- [4] 品川佳満, 橋本勇人, 人間性へ配慮した高齢者見守りシステムの開発—高齢者のプライバシー・抵抗感に視点をおいた意識調査—, *川崎医療福祉学会誌*, 2001, vol. 11, no. 1, pp. 199-204.
- [5] 野崎瑞樹, 地域住民による高齢者の見守りへの支援—都内 S 町事例から見た資源と課題—, *福祉社会開発研究*, 2014, vol. 6, pp. 89-98.
- [6] 中野文平, システムズ・アプローチとは何か, *オペレーションズ・リサーチ*, 経営の科学, 1988, vol. 33, no. 7, pp. 301-304.
- [7] 坂口博, システムズ・アプローチの問題点, *城西経済学会誌*, 1975, vol. 11, pp. 164-179.
- [8] Ritchey, T., Problem structuring using computer-aided morphological analysis, *Journal of the Operational Research Society*, 2006, vol. 57, pp. 792-801.
- [9] Feng, W. et al., Understanding the Impacts of Indirect Stakeholder Relationships – Stakeholder Value Network Analysis and Its Application to Large Engineering Projects, 2012, *Proceedings of Strategic Management Society (SMS) 32nd Annual International Conference in Prague*.
- [10] Willard, L. S., A Framework for Decision Support in Systems Architecting, 2008, Doctoral thesis, Massachusetts Institute of Technology.
- [11] Vilfredo, P., 1969, *Manual of Political Economy*. Augustus M Kelley Pubs, reprint edition.
- [12] Tsubouchi, K. et al., Innovative on-demand bus system in Japan, *Intelligent Transport Systems*, 2010, vol. 4, no. 4, pp. 270-279.