

心不全高齢者の ICF データベースの開発

研究代表者：木村浩彰（広島大学病院 リハビリテーション科・教授）

研究分担者：塩田繁人（広島大学病院診療支援部リハビリテーション部門・作業療法士）

研究協力者：臼井 貴紀（(株) Hubbit・代表）

中藤 恭平（(株) Hubbit・CTO）

研究要旨：臨床で簡便に ICF を利活用することを目標に、『心不全高齢者の ICF 評価マニュアル』をもとに (株) Hubbit と一緒にデータベースを開発した。データベースは Google Forms をベースに ICF コードとリンクした評価バッテリーのスコアを入力すると ICF 評点に換算され、レーダーチャートでデータ入力者にフィードバックされるシステムとした。

今後は、本データベースを用いて ICF データを収集し、妥当性を検証するとともに、AI を導入した予後予測システムを構築する予定である。

A. 研究目的

ICF の臨床における利活用のためには、既存の評価バッテリーとリンクした簡便なスコアリング手法と入力・換算システムが必要である。これまでに我々は心不全高齢者の ICF43 項目を選定し、ICF リンキングルールの特長をレビューをもとに既存の評価バッテリーとリンクさせたスコアリング手法を開発した。さらに、エキスパートパネルに対する RAND/UCLA デルファイ調査によってスコアリング手法の適切性を明らかにし、『心不全高齢者の ICF 評価マニュアル』を作成した。

本研究では、開発した『心不全高齢者の ICF 評価マニュアル』に準拠したデータベースを構築する。

B. 研究方法

2021年6月1日～2021年8月31日の間に、研究代表者と分担者、研究協力者がデータベースの使用について6回のWeb会議を開催し、入力イメージと出力イメージを共有した上で仕様を確定した。

データベースは心不全高齢者の ICF43 項目：心身機能 17 項目、身体構造 1 項目、活動と参加 19 項目、環境因子 6 項目で構成されており、ICF リファレンスガイドに沿った説明文による評点に加えて、ICF28 項目については各コードとリンクした既存の評価バッテリーのスコアを入力することで ICF 評点換算されるようにした。

データベースの入力者は医療従事者もしくは介護従事者を想定した。評価は患者カルテからの情報収集、認知機能評価などの質問表による評価、筋力や関節可動域などの測定、ADL 評価などの面談・聴取を中心しており、約 60～90 分で一連の評価が可能となっている。データ入力は個人情報年齢・性別を含めて除いているため、Web 環境であればどこでも入力可能である。データベースの入力フォームを図 1 に示す。Google Forms を活用しており、クリックと数値入力のみで完了できるようにした。

入力者へのフィードバックは図 2 に示すようにレーダーチャートが送付され、心身機能・身体構造、活動と参加、環境因子の評点結果が一目で

把握できるようになっている。

図 1 : データベースの入力フォーム (b460 心血管系と呼吸器系に関連した機能)

【b460 心血管系と呼吸器系に関連した機能：採点の目安】 息切れや動悸などの自覚症状
【b460 ICF 採点】

0：問題なし
息切れや動悸などの自覚症状の問題が全くない

1：軽度の問題
息切れや動悸などの自覚症状の問題が存在するが、日常の活動に支障がない程度である

2：中等度の問題
息切れや動悸などの自覚症状の問題によって、日常の活動に部分的な問題（正常の50%未満）が存在する

3：重度の問題
息切れや動悸などの自覚症状の問題によって、日常の活動に重大な問題（正常の50%以上）が存在する

4：完全な問題
息切れや動悸などの自覚症状の問題によって日常の活動に完全な問題がある、例えば、横になっていても息切れや動悸が止まらない

8：詳細不明

9：非該当

※採点の留意事項
・呼吸機能の問題や運動耐容能の問題はここでは採点対象としない。
・機能そのものを採点対象とし、派生する活動や参加の問題はここでは採点対象としない。

【b460 心血管系と呼吸器系に関連した機能：補助基準】 息切れや動悸などの自覚症状
【b460 心血管系と呼吸器系に関連した機能の補助基準】

NYHA分類(New York Heart Association functional classification)

class I
心疾患はあるが身体活動に制限はない、日常的な身体活動では著しい疲労、動悸、呼吸困難あるいは狭心痛を生じない。

class II S
軽度の身体活動の制限がある、安静時には無症状、日常的な身体活動で疲労、動悸、呼吸困難あるいは狭心痛を生じる。

class II M
中等度の身体活動の制限がある、安静時には無症状、日常的な身体活動で疲労、動悸、呼吸困難あるいは狭心痛を生じる。

class III
高度の身体活動の制限がある、安静時には無症状、日常的な身体活動以下で疲労、動悸、呼吸困難あるいは狭心痛を生じる。

class IV
心疾患のためいかなる身体活動も制限される、心不全症状や狭心痛が安静時にも存在する、わずかな労作でこれらの症状は増悪する。

【b460:ICF】 スコアを選択してください *

選択
▼

【b460:補助基準】 NYHA分類を選択してください *

選択
▼

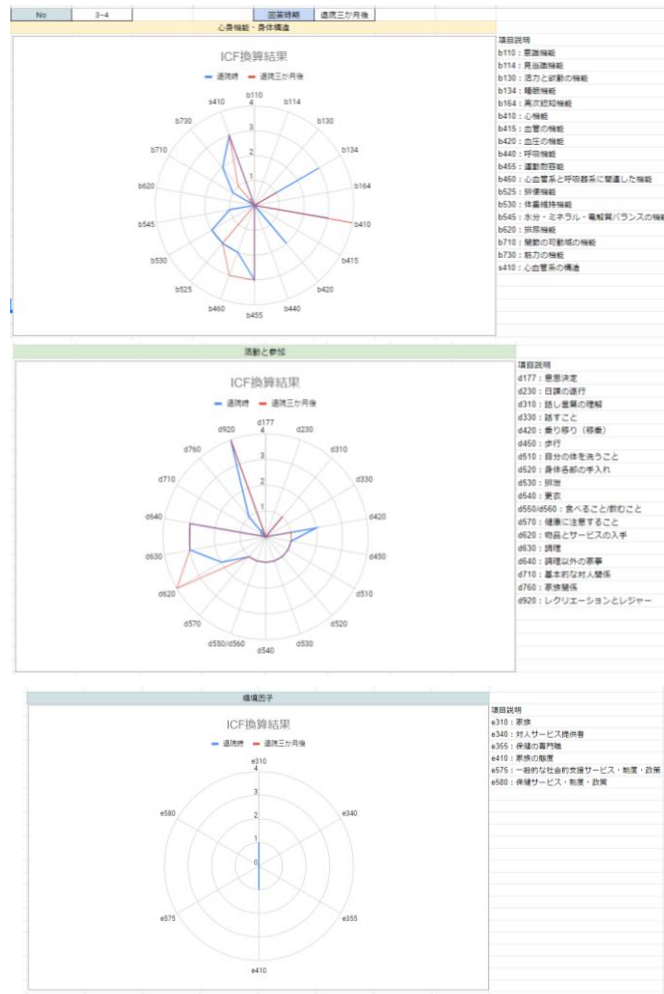


図 2 : ICF 換算データのフィードバック画面

D. 結論

『心不全高齢者の ICF 評価マニュアル』に基づいて、ICF データベースを作成した。臨床で広く使われている評価バッテリーの評点を入力することで ICF 評点換算されるため、臨床での利活用が期待される。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

論文発表

なし

学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

高齢心不全患者の ICF を用いた多施設間前向きコホート研究

研究分担者：塩田 繁人（広島大学病院診療支援部リハビリテーション部門・作業療法士）
木原 康樹（広島大学大学院医系科学研究科・名誉教授）
日高 貴之（県立広島病院 循環器内科 診療部長）
北川 知郎（広島大学大学院医学系研究科循環器内科学・講師）
研究協力者：安信 祐治（三次地区医療センター・病院長）
天野 純子（アマノリハビリテーション病院・理事長）
井口 紘輔（広島共立病院リハビリテーション科・診療部長）

研究要旨：ICF はコーディングの煩雑さと評点の曖昧さのため本邦をはじめ世界的に臨床での利活用が広がっていない。本研究事業では、臨床で利活用できる ICF に基づく評価手法の確立およびビッグデータ解析体制の構築を目的に高齢者の common disease ある心不全に焦点を当て進めてきた。我々はこれまでの研究事業で『心不全高齢者の ICF 評価マニュアル』を作成し、このマニュアルに基づいた Web データベースを構築した。令和 3 年度から令和 4 年度にかけて前向きコホート研究を実施し、退院時データ 37 例、退院 3 ヶ月後 22 例、退院 1 年後 9 例の追跡調査データを収集した。退院時・退院 3 ヶ月後・退院 1 年後の 3 点データが揃った 8 例を解析した結果、メインアウトカムである QOL は退院時 0.78 ± 0.12 、退院 3 ヶ月後 0.78 ± 0.14 、退院 1 年後 0.69 ± 0.19 であった。要介護度は維持・改善が 8 例、悪化 1 例であった。ICF43 項目については全例測定可能であったが、社会保障費は 4 例が測定可能であったものの、5 例は欠損データとなった。今後、ICF を用いた大規模研究に向けた研究体制の整備が望まれる。

A. 研究目的

心疾患と脳血管障害を合わせた循環器病は我が国の死亡原因の第 2 位、介護が必要となった原因の第 1 位であり、医療費は年間 6 兆 782 億円と最多である。2019 年 12 月より『循環器病対策基本法』が施行され、多職種連携し医療・介護・福祉を提供する地域包括ケアシステムの構築の推進や科学的根拠に基づく正しい情報提供が求められている [1]。循環器病の中でも心不全は高齢化とともに増え続けており、再入院を繰り返すことによる社会保障費の増大が『心不全パンデミック』と称され社会問題となっている。

心不全は疾病の重症度だけでなく運動機能や認知機能、余暇活動、社会的サポート体制が再入院や死亡と関連するため [2-6]、多職種による包括

的介入が再入院を予防することが報告されている [7]。日本心不全学会が発表した『高齢心不全患者の治療に関するステートメント [8]』では、ICF を用いた包括的な生活機能の評価が推奨されているが、ICF はコーディングの煩雑さと評点の曖昧さのため本邦をはじめ世界的に臨床での利活用が広がっていない。

そこで本研究事業では、臨床で利活用できる ICF に基づく評価手法の確立およびビッグデータ解析体制の構築を目的に高齢者の common disease ある心不全に焦点を当て進めてきた。

令和 2 年度では、介護支援専門員を対象としたアンケート調査において心不全高齢者のアセスメントに必要な ICF 項目を選定した [9]。この ICF 項

目と我々が実施した先行研究の結果[10]を統合し、心不全高齢者の医療と介護を包括する ICF43 項目（心身機能 17 項目、身体構造 1 項目、活動と参加 19 項目、環境因子 6 項目）を選定した。さらに、ICF のスコアリング手法を確立するため、ICF Linking Rules に関するシステムティックレビューにより、ICF43 項目と既存の評価バッテリーをリンクさせたスコアリング手法を開発した。

令和 3 年度は、心不全高齢者の ICF43 項目のスコアリング手法の適切性について、多職種からなるエキスパートパネルを構築し、RAND/UCLA Appropriateness method を用いて検証した[11]。この研究成果として『心不全高齢者の ICF 評価マニュアル』を作成した。さらに、この ICF 評価マニュアルに基づいた Web データベースを構築した。令和 3 年 10 月より、心不全高齢者を対象とした多施設間前向きコホート研究を開始し、ICF43 項目の測定に加えて、退院後の QOL と要介護を主要アウトカムとした縦断データの収集を実施したので報告する。

B. 研究方法

研究デザイン：前向きコホート研究。

セッティング：2021 年 10 月 1 日～2022 年 9 月 30 日の間に広島大学病院，県立広島病院，三次地区医療センター，広島共立病院，アマノリハビリテーション病院に入院した心不全患者をリクルートした。退院前 1 週間の間に研究対象者への説明と同意を行い、カルテまたは対象への面接評価を実施した。追跡調査は退院 3 ヶ月後と退院 1 年後の外来受診時に実施しており、2023 年 3 月 31 日までのフォローアップデータを解析した。

研究参加者：5 つの研究実施機関に入院した 75 歳以上の心不全患者のうち、フラミンガムうっ血性心不全診断基準を満たすものを対象とした。適格基準として、研究参加に主治医の許可があったもの、研究に同意を得られたもの、自宅退院したものとした。

調査項目：主要アウトカムを健康関連 QOL (Euro

QOL-5D-5L の効用値)、副次アウトカムを要介護度とした。我々が開発した『心不全高齢者の ICF 評価マニュアル』に基づき ICF43 項目を測定し、カルテより心不全治療内容と介護保険サービスの内容、ICF に基づくかかりつけ医・介護者・介護支援専門員への情報提供の有無を調査した。追跡調査の際に、医療費と介護費の領収書を持参してもらい退院後の社会保障費を調査した。再入院または死亡の時点で追跡調査を終了した。

データ入力方法：測定したデータは各研究機関の代表者が管理し、Web データベースに入力した。

統計学的解析：収集したデータは単純集計した後、退院時と退院 3 か月後でデータが揃った対象者の QOL と要介護度、ICF43 項目を比較した。また、退院時と退院 3 ヶ月後、退院 1 年後のデータが揃った対象者の QOL と要介護度、ICF43 項目についても比較した。解析には SPSS vol.27 を用い、有意水準を両側 5%未満とした。

(倫理面への配慮)

広島大学疫学研究倫理審査委員会の承認を得た(承認番号：E-2580)。また、臨床試験の実施に際し、UMIN 登録を行った

(UMIN000045315)。

C. 研究結果

1. 患者登録状況

2023 年 3 月末時点で登録患者数は 54 例、データ入力が完了した対象者は退院時 37 例、退院 3 ヶ月後 22 例、退院 1 年後 9 例であった。追跡調査を終了したものは、かかりつけ医への紹介等で追跡困難となったものが 7 例、研究参加の取り下げ 2 例、退院 3 か月以内の再入院 4 例と死亡 2 例であった。

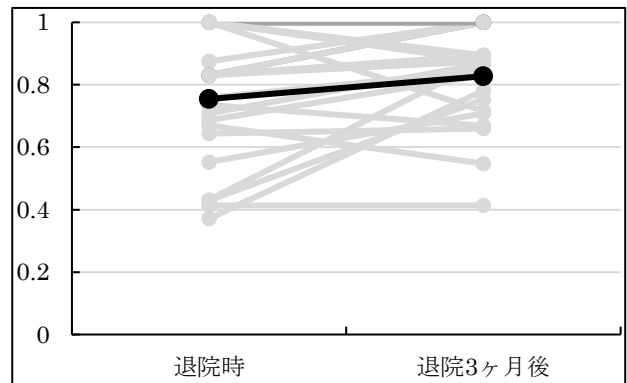
2. 研究参加者の退院時と退院 3 ヶ月後の QOL とアウトカムの比較

退院時と退院 3 ヶ月後のすべてのデータが揃った 22 例の基本情報を以下に示す。

心不全分類は HFrEF4 例 (18.2%)、HFmrEF4 例 (18.2%)、HFpEF14 例 (63.6%)、NYHA 分類

は class I 7 例 (31.8%), class II 12 例 (54.5%), class III 3 例 (13.6%), class IV 0 例 (0.0%) であった。血液データの中央値は BNP 227.2 pg/ml, NT-proBNP 5656.2 pg/ml, eGFR 54.8 mL/min/1.73m² であった。外来心臓リハビリテーションは 2 例, 介護保険のリハビリテーションは 5 例, ICF を用いた情報提供は 10 例に実施されていた。要介護度はなし: 11 例 (50.0%), 要支援 1・2: 4 例 (18.2%), 要介護 1: 3 例 (13.6%), 要介護 2: 3 例 (13.6%), 要介護 3: 1 例 (4.5%) であった。薬物療法はカテコラミン 3 例, β ブロッカー 16 例, ACE/ARB 5 例, 利尿薬 18 例, MRA 8 例, ARNI 7 例, SGLT 2 7 例で投与されていた。

退院時と退院 3 ヶ月後の QOL の比較を図 1 に, ICF43 項目の比較を図 2 に示す。QOL (Euro QOL 効用値) は退院時 0.83±0.16, 退院 3 ヶ月後 0.75±0.21 であった。退院時の ICF43 項目のうち, 評点 1 (少しの問題) 以上であった項目は, b134 睡眠機能, b164 高次認知機能, b410 心機能, b455 運動耐容能, b460 心血管系と呼吸器系に関連した感覚, b530 体重維持機能, b545 水分・ミネラル・電解質のバランスの機能, b730 筋力の機能, s410 心臓の構造, d570 健康に注意すること, d620 買い物, d630 調理, d640 調理以外の家事, d920 レクリエーションとレジャーであった。退院時の退院 3 ヶ月後の ICF43 項目の比較では, いずれの項目においても有意差を認めなかった。



3. 退院時と退院 3 か月後, 退院 1 年後の ICF43 項目と QOL の比較

退院時・退院 3 ヶ月後・退院 1 年後の 3 点デー

図 1. 退院時と退院 3 ヶ月後の QOL の比較

タが揃った 8 例を解析した結果, QOL は退院時 0.78±0.12, 退院 3 ヶ月後 0.78±0.14, 退院 1 年後 0.69±0.19, 要介護度は維持・改善が 8 例, 悪化 1 例であった。ICF43 項目については全例測定可能であったが, 社会保障費は 4 例が測定可能であったものの, 5 例は欠損データとなった。退院時と退院 3 ヶ月後, 退院 1 年後の ICF43 項目の比較を図 3 に示す。症例数が少なく統計学的な解析は行っていないが, 3 点の比較において著明な変動がある項目は認めなかった。

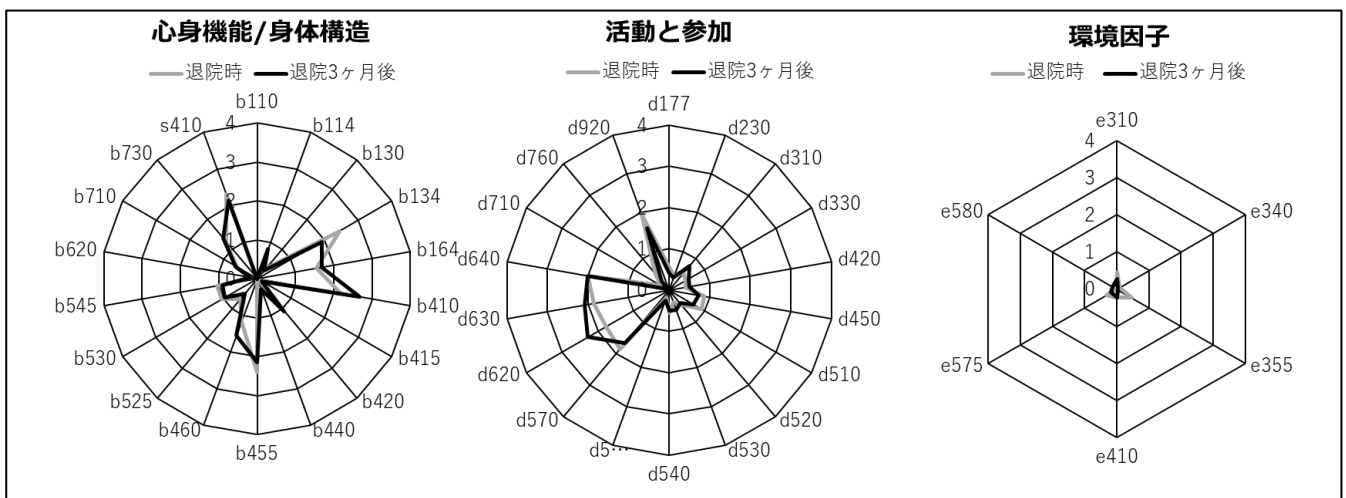


図 2. 退院時と退院 3 ヶ月後の ICF43 項目の比較 (n=22)

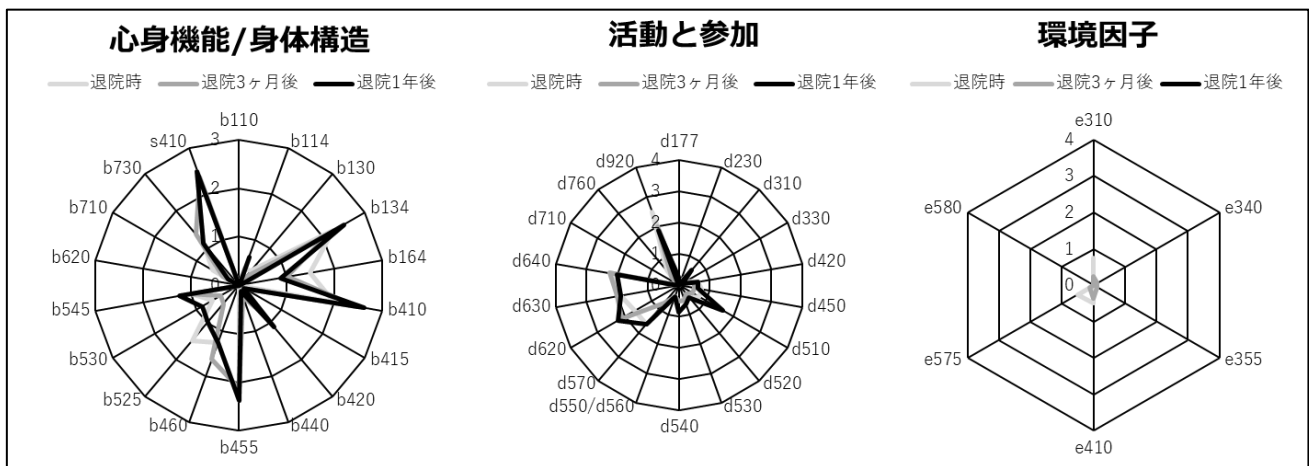


図 3. 退院時と退院 3 ヶ月後, 退院 1 年後の ICF43 項目の比較 (n=8)

D. 考察

今回, 患者登録 54 例に対して退院時データが揃ったものが 37 例, 退院 3 ヶ月後の追跡可能例が 22, 退院 1 年後の追跡可能例が 9 例であった. 社会保障費の測定において, 公衆衛生の専門家の助言により退院後に医療と介護の費用について領収書を保管することで収集したが, 約 7 割で欠損データとなり解析が困難であった. 本研究の対象者が 75 歳以上の高齢者であり, 認知機能低下者や老々世帯, 単身世帯も含まれたことから, 正確なデータの測定の難しさを痛感した. NDB オープンデータにより医療と介護を紐づけたデータ収集が可能となったが, 今回のような期間を限定した前向き研究では活用に難しさがあり, 今後検証が必要と考える.

研究の対象者は HFpEF が約 7 割と多く, 退院時の NYHA 分類は class1-2 が 94.8%と軽度者が多数を占めていた. また, 半数以上は介護保険を利用しておらず, ある程度自立した生活を継続していたことが推察された. 本研究対象者の適格基準を 75 歳以上の心不全高齢者のうち自宅退院したものとし, 再入院と死亡を追跡終了としたため, 重度者が除外された可能性がある. 外来心臓リハビリテーションを導入されたものは約 10%であり, 先行研究と同様の結果であった [12].

退院時の ICF43 項目の評点から, 心不全高齢者は心機能や心臓の構造に加えて, 睡眠機能や前頭葉機能, 心機能, 運動耐容能, 筋力, ADL, IADL,

余暇活動に問題を抱えていることが明らかとなった. また, これらの障害は退院 3 ヶ月後も継続していたが, QOL の予後にはほとんど影響を与えていなかった.

本研究事業は 2023 年 3 月で終了となるが, 追跡調査は 2024 年 9 月まで継続予定である. また, 退院 3 ヶ月後の QOL 推定について AI 解析を進めおり, 少ないデータながらもアルゴリズムの検証結果を今後報告予定である.

ICF 評価手法およびデータベース構築については当初目標を達成し, データ収集体制について整備することはできた. 今後, 大規模研究に向けた研究体制の整備が望まれる.

E. 結論

令和 4 年度は, 前向きコホート研究のデータ収集および退院 3 ヶ月後の QOL 推計に関する AI 解析を進めた. COVID-19 パンデミックの影響もあり, データ収集が思うように進まず, 多変量解析や精度検証までは困難であった. ICF 評価およびデータベースについては実用可能であることが確認され, 今後は大規模調査に向けた研究体制の整備が望まれる.

文献

[1]Ministry of Health Labour and Welfare, Japan. The Japanese national plan for promotion of measures against

- cerebrovascular and cardiovascular disease [in Japanese] published 2020.
- [2] 14 Huynh QL, Negishi K, Blizzard L, et al. Mild cognitive impairment predicts death and readmission within 30days of discharge for heart failure. *Int J Cardiol* 2016;221:212–7.
- [3] O'Connor CM, Hasselblad V, Mehta RH, et al. Triage after hospitalization with advanced heart failure: the escape (evaluation study of congestive heart failure and pulmonary artery catheterization effectiveness) risk model and discharge score. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:872–8.
- [4] Lo AX, Donnelly JP, McGwin G, et al. Impact of gait speed and instrumental activities of daily living on all-cause mortality in adults ≥ 65 years with heart failure. *Am J Cardiol* 2015;115:797–801.
- [5] Takabayashi K, Kitaguchi S, Iwatsu K, et al. A decline in activities of daily living due to acute heart failure is an independent risk factor of hospitalization for heart failure and mortality. *J Cardiol* 2019;73:522–9.
- [6] Löfvenmark C, Mattiasson A-C, Billing E, et al. Perceived loneliness and social support in patients with chronic heart failure. *Eur J Cardiovasc Nurs* 2009;8:251–8.
- [7] McDonagh TA, Metra M, Adamo M. Esc guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J* 2021;2021:3599–726.
- [8] Japan Heart Failure Society Guidelines Committee. Statement on the treatment of elderly heart failure patients. http://www.asas.or.jp/jhfs/pdf/Statement_HeartFailurel.pdf (Accessed 19 Nov 2021)
- [9] Shiota S, Kitagawa T, Hidaka T, et al: The International Classification of Functioning, Disabilities, and Health categories rated as necessary for care planning for older patients with heart failure: a survey of care managers in Japan. *BMC Geriatr.* 2021 Dec 15;21(1):704. doi: 10.1186/s12877-021-02647-3.
- [10] Shiota S, Naka M, Kitagawa T, et al: Selection of Comprehensive Assessment Categories Based on the International Classification of Functioning, Disability, and Health for Elderly Patients with Heart Failure: A Delphi Survey among Registered Instructors of Cardiac Rehabilitation. *Occup Ther Int.* 2021 Jun 25;2021:6666203. doi: 10.1155/2021/6666203. eCollection 2021.
- [11] Shiota S, Kitagawa T, Goto N, et al: Development and validation of an ICF-based comprehensive assessment for older patients with heart failure: the RAND/UCLA appropriateness method. *BMJ Open* 12(9) e060609-e060609 2022.
- [12] Kitagawa T, Hidaka T, Naka M, Nakayama S, Yuge K, Isobe M, Kihara Y; REAL-HF Investigators: Current Medical and Social Issues for Hospitalized Heart Failure Patients in Japan and Factors for Improving Their Outcomes - Insights From the REAL-HF Registry. *Circ Rep.* 2020 Mar 14;2(4):226-234. doi: 10.1253/circrep.CR-20-0011.
- F. 健康危険情報
- 特になし
- G. 研究発表
1. 論文発表
- 1) Shiota S, Kitagawa T, Goto N, Fujisita H, Tamekuni Y, Nakayama S, Mio N, Kanai K, Naka M, Yamaguchi M, Mochizuki M, Ochikubo H, Hidaka T, Yasunobu Y, Nakano Y, Kihara Y, Kimura H: Development and validation of an ICF-based comprehensive

assessment for older patients with heart failure: the RAND/UCLA appropriateness method. BMJ Open 12(9) e060609-e060609 2022.

5月28日.

H.知的財産権の出願・登録状況
特になし

2. 学会発表

- 1) 塩田繁人, 三尾直樹, 金井香菜, 山口瑞穂, 遠原陽子, 牛尾会, 三上幸夫: 高齢心不全患者の認知機能評価に基づく心不全管理アルゴリズムの開発. 第6回日本リハビリテーション学会秋季学術集会 2022年11月5日.
- 2) 塩田繁人, 北川知郎, 三尾直樹, 金井香菜, 中麻規子, 山口瑞穂, 中野由紀子, 木村浩彰: 高齢心不全患者のICFに準拠した生活機能評価の開発と医療介護連携体制の構築. 第26回日本心不全学会 シンポジウム2「在宅医療での心不全診療の取り組み」 2022年10月12日.
- 3) 塩田繁人, 後藤直哉, 爲國友梨香, 村瀬瑞希, 木村浩彰: 心不全高齢者のICFと健康関連QOLとの関連性 多施設間横断研究. 第56回日本作業療法学会 2022年9月16日.
- 4) 爲國友梨香, 塩田繁人, 窪優子, 木村浩彰, 牛尾会: 高齢心不全患者における前頭葉機能検査とIADLの関連性についての検討. 第56回日本作業療法学会 2022年9月16日.
- 5) 塩田繁人: 臨床・研究・教育の統合—臨床の作業療法士の立場から—. 第59回日本リハビリテーション医学会 2022年6月25日.
- 6) 塩田繁人: 重症心不全患者の社会復帰と就労支援. 第28回日本心臓リハビリテーション学会 2022年6月11日.
- 7) 塩田繁人, 北川知郎, 後藤直哉, 藤下裕文, 爲國友梨香, 中山奨, 三尾直樹, 金井香菜, 中麻規子, 山口瑞穂, 望月マリ子, 落久保裕之, 日高貴之, 安信祐治, 木原康樹, 中野由子, 木村浩彰: 高齢心不全患者のICFに基づく包括アセスメント手法の開発と適切性の検証: RAND Delphi法を用いた横断調査. 第120回日本循環器学会中四国地方会: メディカルスタッフ奨励賞 2022年

AIを用いた高齢心不全患者のQOL 予後予測アルゴリズムの検証

研究分担者：木村 浩彰（医療法人生和会・理事長）

塩田 繁人（広島大学病院診療支援部リハビリテーション部門・作業療法士）

研究要旨：高齢心不全患者のQOL 予後予測アルゴリズムを検証するため、合同会社 Wardish に委託し、多施設間前向きコホート研究で開発したデータベースを用いて機械学習による退院時 ICF データから予測する退院3ヶ月後のQOL 推定値について検証した。機械学習にあたり、既存の機械学習エンジン Simple ML for Sheets (Google) を用いた。Simple ML for Sheets (Google) があらかじめ備えている学習アルゴリズム Decision Tree、Random Forest、Gradient Boosted Tree の3つそれぞれ使って実施した。教師データが少ないため、推定値の精度に関する検証は困難であり、精度の高い予測システムを開発するためには、教師データのさらなる充実が必須であると考えられた。

A. 研究目的

心不全高齢者の退院後のQOLについて、既存の機械学習エンジンを用いて退院時のICFのうち相関性の高いパラメーターについて機械学習を実施することで、退院時ICFコードから3ヶ月後のQOLを推定可能なシステムを構築することを目的とした。

B. 研究方法

1. 機械学習支援作業

機械学習支援作業は合同会社 Wardish に委託して実施した。「高齢心不全患者のICFを用いた多施設間前向きコホート研究」のデータベース（2023年2月13日時点）を用いて、「退院時」と「退院3ヶ月後」のデータが揃っている18例のうち、以下のデータを教師データとして機械学習を行った。

B列（回答時期）が「退院三か月後」の行

T列：QOL

B列（回答時期）が「退院時」の行

ICF 評点

BY列：b455 運動耐容能

CC列：b460 心血管系と呼吸器系に関連した機能

CT列：b620 排尿機能

DY列：d420 移乗

EG列：d510 自分の体を洗うこと

ES列：d540 更衣

FI列：d620 物品とサービスの入手

FO列：d640 調理以外の家事

FR列：d710 基本的な対人関係

FU列：d760 家族関係

FX列：d920 レクリエーションとレジャー

GA列：e310 家族

GJ列：e410 家族の態度

ICF 評点の選定にあたっては、本研究事業で開発した「心不全高齢者のICF 評価マニュアル」に基づいて実施した。

機械学習にあたり、既存の機械学習エンジン Simple ML for Sheets (Google) を用いた。Simple ML for Sheets (Google) があらかじめ備えている学習アルゴリズム Decision Tree、Random Forest、Gradient Boosted Tree の3つそれぞれ使って実施した。それぞれのアルゴリズムの詳細については、末尾の補足に示す。

との情報量の増加（ICF13項目→43項目）が寄与したためと考えられた。

C. 研究結果

解析に際し、データ数が少ないため、推定の品質が低下する可能性があるとの警告が出た。退院3ヶ月後のデータを教師データとし、教師データのQOLを除いたICF値のみを用いて推定を実行し、推定結果と真値を比較することで簡易的な検証を実施した。

NO	真値	GBDT	誤差	誤差率	Random Forest	誤差	誤差率	DT	誤差	誤差率
1-1	1	0.936764	0.063236	6.32%	0.870726	0.129274	12.93%	0.902545	0.097455	9.75%
1-2	1	0.763295	0.236705	23.67%	0.744367	0.255633	25.56%	0.7382	0.2618	26.18%
1-3	0.70848	0.745988	0.037508	5.29%	0.838148	0.129668	18.30%	0.902545	0.194065	27.39%
1-5	0.831579	0.899758	0.068179	8.20%	0.863488	0.031909	3.84%	0.902545	0.070966	8.53%
1-11	0.830666	0.763295	0.067371	8.11%	0.761752	0.068914	8.30%	0.7382	0.092466	11.13%
1-13	0.875211	0.936764	0.061553	7.03%	0.870726	0.004485	0.51%	0.902545	0.027334	3.12%
1-16	0.431682	0.763295	0.331613	76.82%	0.742996	0.311314	72.12%	0.7382	0.306518	71.01%
3-1	1	0.938901	0.061099	6.11%	0.800863	0.199137	19.91%	0.902545	0.097455	9.75%
3-3	0.830666	0.809943	0.020723	2.49%	0.683251	0.147415	17.75%	0.661293	0.169373	20.39%
3-4	0.552578	0.60829	0.055712	10.08%	0.68192	0.129342	23.41%	0.661293	0.108715	19.67%
3-5	0.669763	0.714456	0.044693	6.67%	0.750545	0.080782	12.06%	0.7382	0.068437	10.22%
3-6	0.643709	0.673135	0.029426	4.57%	0.713973	0.070264	10.92%	0.661293	0.017584	2.73%
3-8	0.758887	0.68998	0.068907	9.08%	0.656831	0.102056	13.45%	0.661293	0.097594	12.86%
3-8	0.758887	0.739579	0.019308	2.54%	0.771999	0.013112	1.73%	0.7382	0.020687	2.73%
3-9	0.413568	0.41792	0.004352	1.05%	0.621074	0.207506	50.17%	0.661293	0.247725	59.90%
3-10	0.429645	0.430124	0.000479	0.11%	0.639482	0.209837	48.84%	0.661293	0.231648	53.92%
3-11	1	0.899758	0.100242	10.02%	0.863488	0.136512	13.65%	0.902545	0.097455	9.75%
3-12	1	1.00408	0.00408	0.41%	0.795087	0.204913	20.49%	0.661293	0.338707	33.87%
		GBDT	10.48%		RandomForest	20.77%		DT	21.83%	

Decision Tree, Random Forest, Gradient

Boosted Tree の順で誤差率は低くなった。

アルゴリズムの性能をあらわしていると思われる。

追加の検証として、全てのICF値を利用した学習と推定も実施した。

NO	真値	GBDT	誤差	誤差率	Random Forest	誤差	誤差率	DT	誤差	誤差率
1-1	1	0.937861	0.062139	6.21%	0.880461	0.119539	11.95%	0.922909	0.077091	7.71%
1-2	1	0.987163	0.012837	1.28%	0.828167	0.171833	17.18%	0.922909	0.077091	7.71%
1-3	0.70848	0.708982	0.000502	0.07%	0.739784	0.031304	4.42%	0.777276	0.068796	9.71%
1-5	0.831579	0.9165	0.084921	10.09%	0.862584	0.031005	3.73%	0.922909	0.09133	10.98%
1-11	0.830666	0.838306	0.00764	0.92%	0.822155	0.008511	1.02%	0.922909	0.092243	11.10%
1-13	0.875211	0.937861	0.06265	7.16%	0.880461	0.00525	0.60%	0.922909	0.047698	5.45%
1-16	0.431682	0.433532	0.00185	0.43%	0.66714	0.235458	54.54%	0.589035	0.157353	36.45%
3-1	1	1.00103	0.00103	0.10%	0.830444	0.169556	16.96%	0.777276	0.222724	22.27%
3-3	0.830666	0.834249	0.003583	0.43%	0.718211	0.112455	13.54%	0.589035	0.241631	29.09%
3-4	0.552578	0.552896	0.000318	0.06%	0.650534	0.097956	17.73%	0.777276	0.224698	40.66%
3-5	0.669763	0.671169	0.001406	0.21%	0.753097	0.083334	12.44%	0.589035	0.080728	12.05%
3-6	0.643709	0.644699	0.00099	0.15%	0.770675	0.126966	19.72%	0.777276	0.133567	20.75%
3-8	0.758887	0.759674	0.000787	0.10%	0.707043	0.051844	6.83%	0.589035	0.169852	22.38%
3-8	0.758887	0.758933	4.6E-05	0.01%	0.724854	0.034033	4.48%	0.777276	0.018389	2.42%
3-9	0.413568	0.413755	0.000187	0.05%	0.609401	0.195833	47.35%	0.589035	0.175467	42.43%
3-10	0.429645	0.428679	0.000966	0.22%	0.636299	0.206654	48.10%	0.589035	0.15939	37.10%
3-11	1	0.9165	0.0835	8.35%	0.862584	0.137416	13.74%	0.922909	0.077091	7.71%
3-12	1	0.993532	0.006468	0.65%	0.736522	0.263478	26.35%	0.777276	0.222724	22.27%
		GBDT	2.03%		RandomForest	17.82%		DT	19.35%	

QOLとの相関性が高いICFに絞った場合よりも、全体的に誤差率が低く抑えられていた。これは、教師データの件数が少なかったため、1件ご

D. 考察

心不全高齢者の退院時のICFデータから退院3ヶ月後のQOLを推定するアルゴリズムの検証を実施した。今回、教師データ数が少なく、十分に整合性を確認することは困難であったが、より大規模なICFデータの収集により精度の高いQOL予測システムの開発が可能となることが推察された。

E. 結論

退院時ICFデータから退院後のQOLを予測することは可能であったが、精度の高い予測システムを開発するためには、教師データのさらなる充実が必須である。

補足：機械学習アルゴリズムについて

1. Decision Tree (決定木)

決定木は機械学習のアルゴリズムの一種で、データを分類または回帰（連続値の予測）するために使用される。決定木は木構造のグラフで表され、各ノードはデータを分割するための条件を持ち、葉ノードは最終的な予測結果を示す。

2. Random Forest (ランダムフォレスト)

ランダムフォレストは、複数の決定木を組み合わせることで予測性能を向上させるアンサンブル学習の一種である。ランダムフォレストは、多数の決定木を作成し、それぞれの木から得られる予測結果を多数決または平均化することで、最終的な予測結果を得る。

ランダムフォレストは、各決定木が過学習（学習データに過剰に適合し、新しいデータに対する予測性能が低下する現象）しやすい性質を緩和し、汎化性能を向上させる。各決定木は、データの一部と特徴の一部をランダムに選択して作成されるため、多様性があり、全体として過学習を抑制できる。

3. Gradient Boosted Tree (GDBT:勾配ブースティング木)

GDBTは、アンサンブル学習手法の一種で、複数の決定木を組み合わせることで予測性能を向上させる手法である。GDBTは、弱い学習器（ここでは決定木）を逐次的に追加して、前の学習器の誤差を小さくすることによって、全体の予測性能を向上させることを目指している。

GDBTの学習プロセスは以下の通りとなる。

最初に、単純な決定木（通常は浅い決定木）を作成し、データに対する予測を行う。予測誤差を計算し、その誤差に対して新たな決定木を作成する。この新しい決定木は、前の決定木の誤差を修正することを目的としている。作成された決定木を加重平均することで、新たな予測モデルを構築する。このプロセスを繰り返し行い、所定の回数の決定木が構築されるか、予測誤差が十分に小さくなるまで続ける。

GDBTの主な利点は、複数の弱い学習器を組み合わせることで、より高い予測性能を実現できることである。また、過学習を抑制し、データのノイズに対して頑健なモデルを作成できるという特徴がある。しかし、学習プロセスが逐次的であるため、計算コストが高く、学習時間が長くなることが欠点として挙げられる。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

特になし

H. 知的財産権の出願・登録状況

特になし