

2024. 5. 30

第10回全国協会けんぽ調査研究フォーラム

保健事業による健康アウトカムを 改善するための行動インサイト： 因果探索の応用

京都大学大学院医学研究科 人間健康科学系専攻

広島大学医系科学研究科 疫学・疾病制御学

福間 真悟

行動インサイト

行動

健康サービス

健康アウトカム

広義の健康サービス
医療、保健事業

- どんなに効果的な健康サービスが存在しても、適切に利用されなければ効果は生まれない。
- 被保険者や医療者の行動を分析し、得られたインサイトに基づき、健康アウトカム改善に結びつく行動変容介入を設計することが必要。

本研究の概要

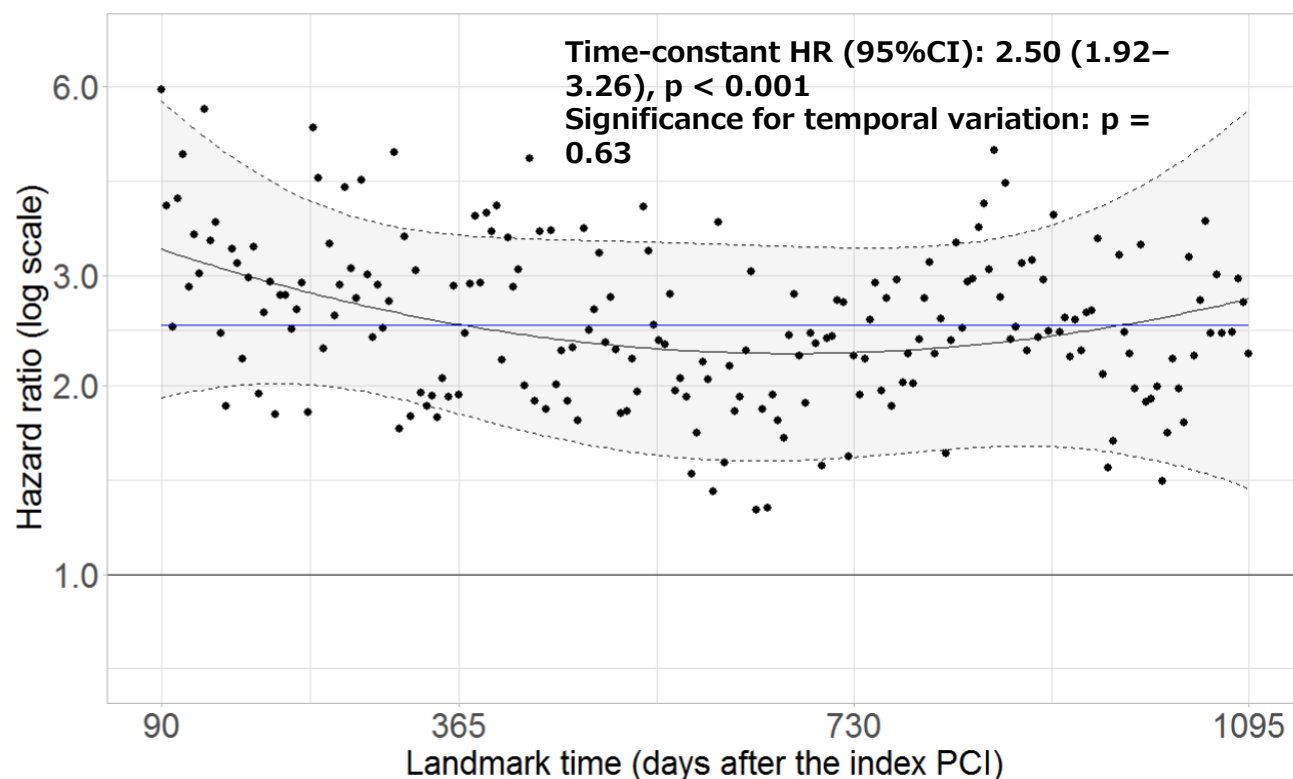
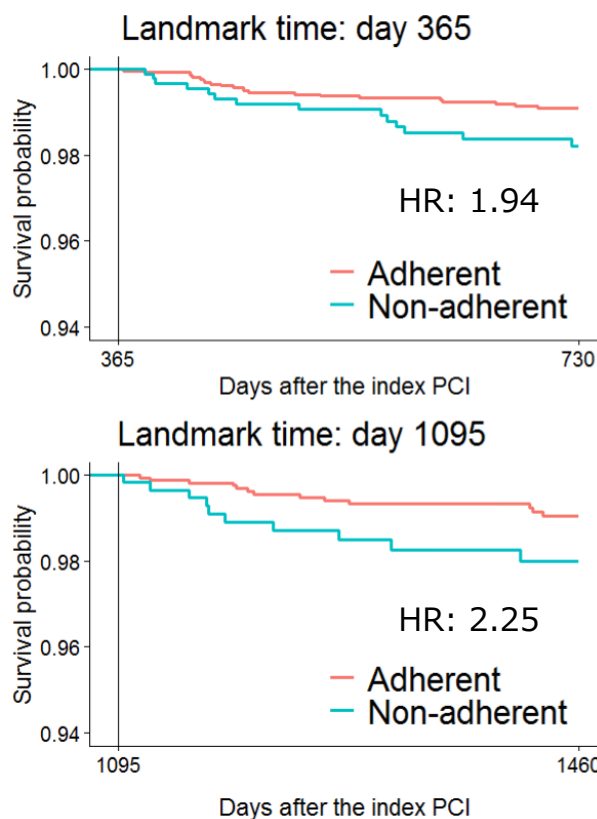
- **研究項目 1**

- 心血管リスクにつながる行動評価
アウトカム改善のための行動ターゲットを明らかにする

- **研究項目 2**

- 統計的因果探索による因果メカニズムの考察
項目 1 で得られた知識（行動インサイト）を活用して
行動からアウトカムにつながるメカニズムを考察し、
保健事業における行動変容介入への応用を検討する

患者の服薬行動とアウトカム

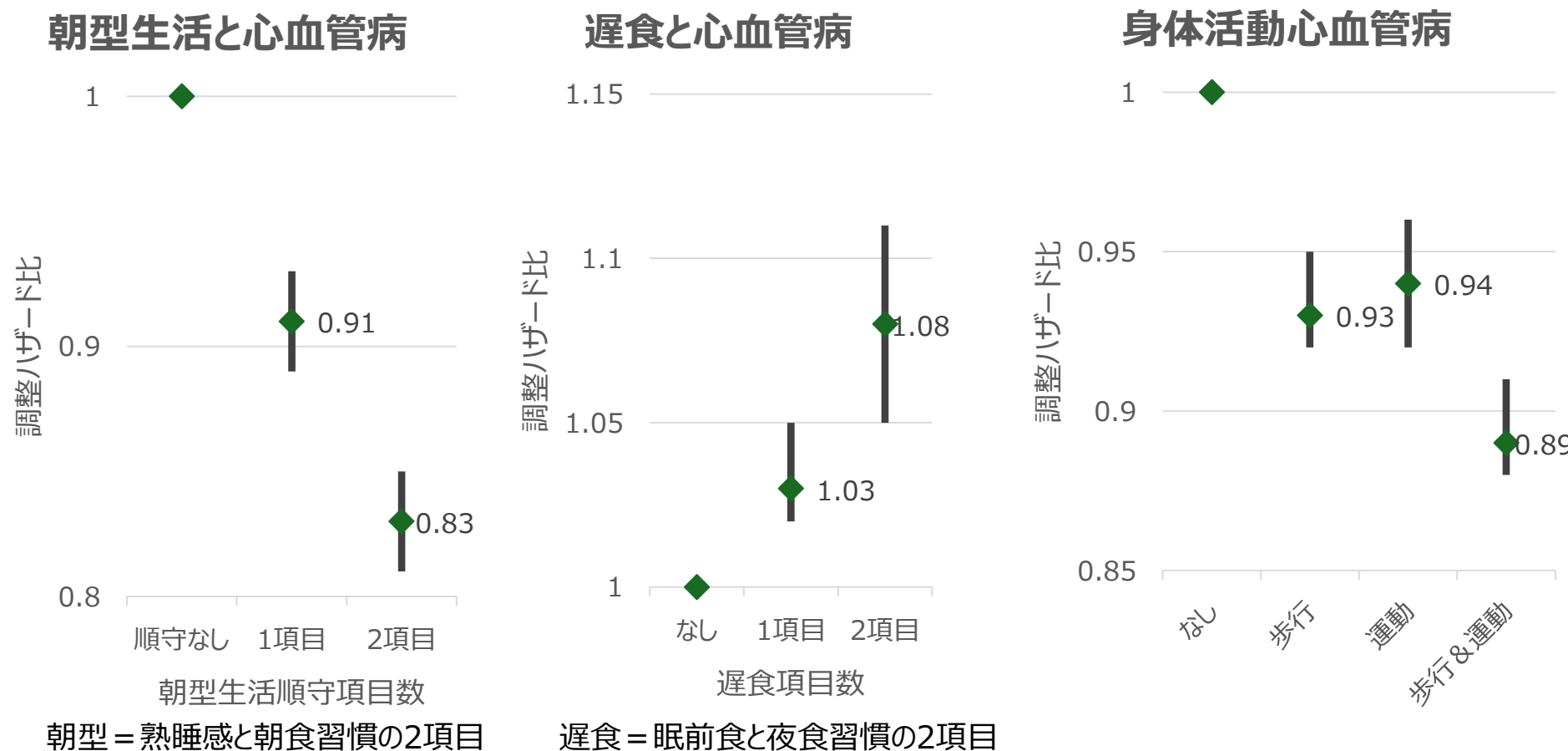


PCI後、抗血小板薬のアドヒアランスは、その評価タイミングに関わらず重症心イベント（全死亡、心肺停止蘇生後、急性心筋梗塞）のリスク上昇と強く関連していた。

PCI：経皮的冠動脈形成術（カテーテルを挿入して狭窄した心臓の血管を拡張する、虚血性心疾患に対する治療法。）

健康行動とアウトカム

朝型生活、遅い時間の食事、身体活動は心血管リスクと関連するか？



2015/4/1-2021/3/31の初回健診を起点に2021/3/31まで追跡、N=760万

心血管病 = 急性心筋梗塞、脳卒中の初回診断

Cox回帰にて年齢、性別、BMI、高血圧、糖尿病、脂質代謝異常、慢性腎臓病、心血管病既往、脳卒中既往で調整

因果探索 causal discovery

- 領域知識とデータドリブンの特徴量を組み合わせて、因果グラフからメカニズムを考察するための機械学習手法
 - 領域知識とデータ特徴量はいずれかのみでは十分でない
- 研究協力者の清水（滋賀大、理研）が手法開発者
- 手法論開発と拡張はCRESTで実施



信頼されるAIシステムを実現するための因果探索基盤技術の確立と応用
2022-2028

The Seven Tools of Causal Inference with Reflections on Machine Learning

JUDEA PEARL, UCLA Computer Science Department, USA

今後期待される7つの道具の一つ



Tool 7: Causal Discovery

The d -separation criterion described above enables us to detect and enumerate the testable implications of a given causal model. This opens the possibility of inferring, with mild assumptions, the set of models that are compatible with the data, and to represent this set compactly. Systematic searches have been developed which, in certain circumstances, can prune the set of compatible models significantly to the point where causal queries can be estimated directly from that set [Jaber et al. 2018; Pearl 2000; Peters et al. 2017; Spirtes et al. 2000].

Alternatively, Shimizu et al. [2006] proposed a method of discovering causal directionality based on functional decomposition [Peters et al. 2017]. The idea is that in a linear model $X \rightarrow Y$ with non-Gaussian noise, $P(y)$ is a convolution of two non-Gaussian distributions and would be, figuratively speaking, “more Gaussian” than $P(x)$. The relation of “more Gaussian than” can be given precise numerical measure and used to infer directionality of certain arrows.

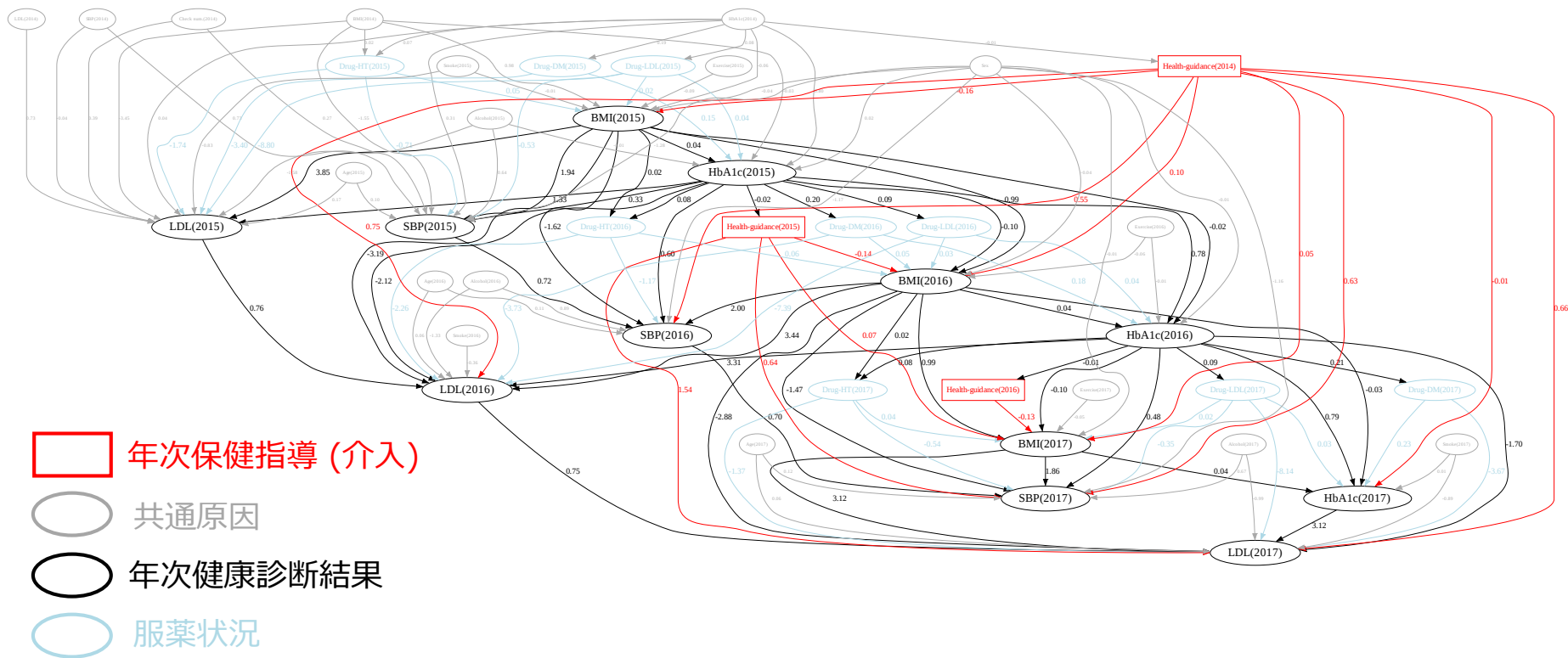
Tian and Pearl [2002] developed yet another method of causal discovery based on the detection of “shocks,” or spontaneous local changes in the environment which act like “Nature’s interventions,” and unveil causal directionality toward the consequences of those shocks.

生活指導介入後のアウトカム

保健指導介入から翌年度以降の健診結果への**経時的因果メカニズム**を検討

→ Longitudinal LiNGAM (Kadowaki, et al., 2013; *In Proc. of MLSP 2013*) を適用
外部保険者データでモデル構築して、協会けんぽデータに応用

経時因果グラフ



因果探索アプローチによる行動変容介入評価

特定保健指導による行動変容介入が翌年の健診結果に与える影響

同定された因果グラフの特定ノード（説明変数、アウトカム変数）と両者の間のパスに注目して統合効果を推定。

	BMI	SBP	HbA1c	LDL
Health-guidance(2014) → next year	-0.175 (-0.163, -0.091)	0.0 (-0.580, 0.0)	0.0 (-0.042, -0.018)	0.0 (0.0, 1.480)
Health-guidance(2015) → next year	-0.127 (-0.209, -0.140)	0.0 (-0.651, 0.0)	-0.033 (-0.028, 0.0)	0.0 (0.0, 1.289)
Health-guidance(2016) → next year	-0.121 (0.0, 0.0)	0.0 (0.0, 0.0)	-0.016 (0.0, 0.0)	0.0 (0.0, 0.0)

参照：回帰不連続デザイン (Fukuma et al., 2020; JAMA Intern Med.)

	BMI	SBP	HbA1c	LDL
Next year	- 0.10 (-0.17 to -0.01)	0.28 (-0.53 to 1.47)	-0.01 (-0.04 to 0.03)	0.42 (-1.38 to 2.33)

まとめ・展望

- 健康アウトカム改善のための行動課題に関するインサイトをデータから得ることで、行動変容の介入ポイントを検討。
 - 心血管病リスク改善のための行動ターゲット
 - 行動から心血管リスク改善につながるメカニズム
- 行動インサイトの創出と保健事業への応用によって、保健事業による健康アウトカム改善を強化できる可能性。