

統計的因果推論と応用統計学

黒木 学 データ科学研究系 准教授

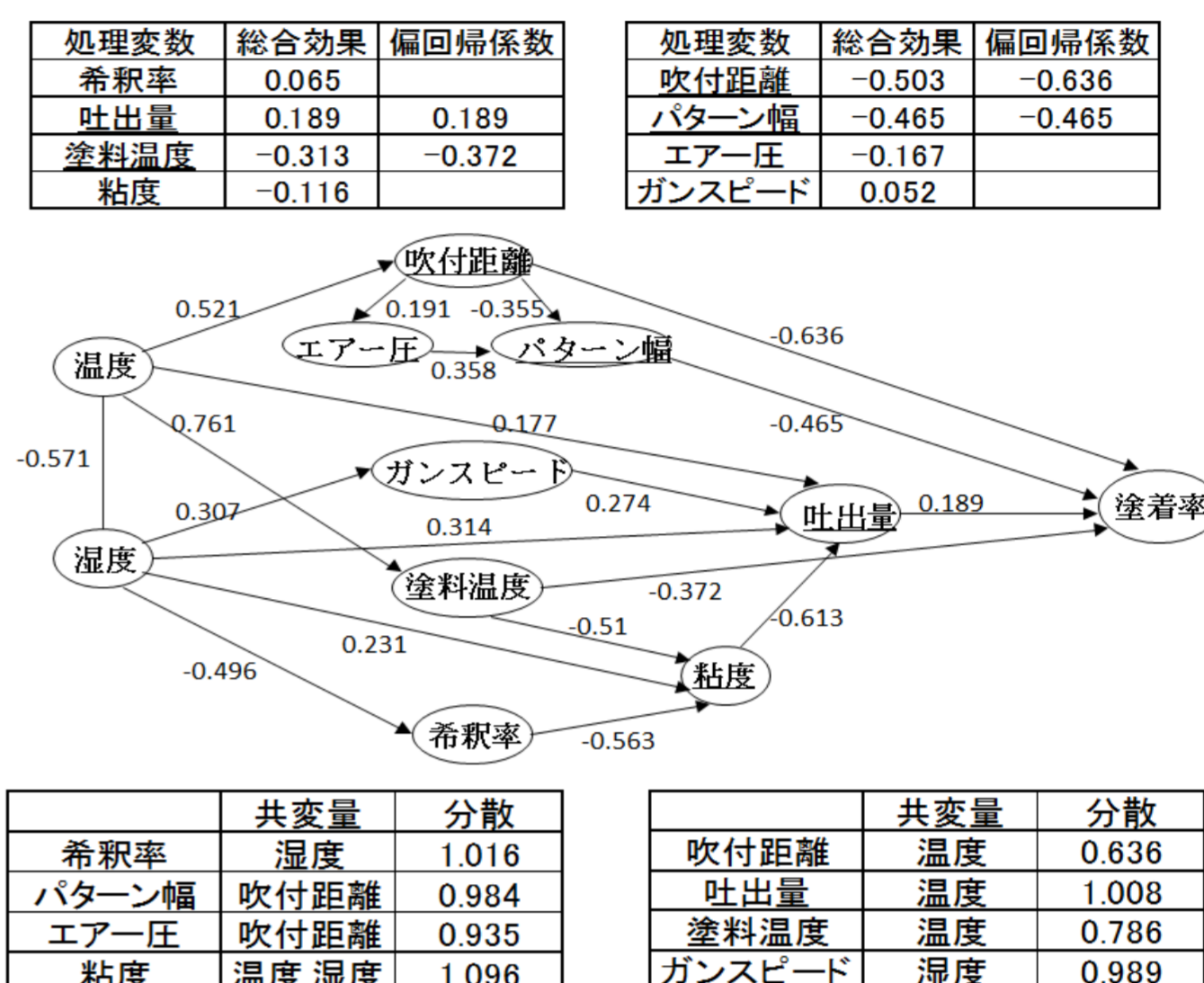
はじめに

『統計的因果推論』は、解析対象となる諸現象の原因と結果の関係をグラフにより明らかにすると同時に、その関係に統計科学の立場から定量的評価を与えるという、実質科学の要請に応えるための統計解析法です。学術的には、計算機科学の分野で発達したベイジアンネットワークと、統計科学で発達したグラフィカルモデルや反事実モデル等の統計モデルを融合させ、かつ発展させることにより因果関係解明のための統計的推測法を確立するという一面を持っています。統計的因果推論の主要課題には、大きくわけて

(a) 因果構造の解明、(b) 因果効果の推測、(c) 原因の究明
 があります。以下では、統計的因果推論を中心として、私が行ってきた研究のいくつかについて紹介します。

品質管理への応用

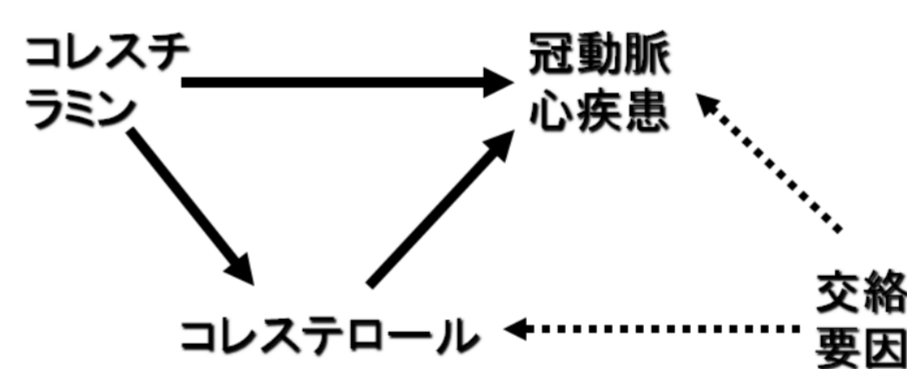
統計的因果推論の品質管理への応用について研究しています。特に、線形構造方程式モデルに基づいて、最適制御方式の定式化を行い、実際にその制御を行った場合、工程にどのようなことが起こりうるのかを観察データから推測するためのフレームワークづくりを行いました。これによって、ある仮定の下では、工程を最適な状態に保つためにはどのような制御を行えばよいのか、そして、最適な制御を行うことで工程で作られる製品のばらつきがどの程度小さくなるのか、などといったことを、実際にその制御を行わなくとも、統計的に推測できるようになります。現在では、この問題を緩やかな条件のもとで解決することを試みています。



ボディ塗装工程への応用

医学への応用

潜在反応モデルと線形計画法を用いて、緩やかな条件のもとで治療効果や曝露効果といった因果効果を定量的に評価する方法について研究・開発を行っています。特に、ランダム化臨床試験やケースコントロール研究のフレームワークで因果効果の存在範囲を定式化しました。この定式化に基づいて、交絡因子が同定されていなくても、共変量情報が存在範囲の絞り込みを行うのに有効であることが明らかとなりました。



仮定	Z	下限	上限
なし	0	-0.200	0.385
	1	-0.781	0.634
単調性	0	0	0.036
	1	0	0.582
交互作用なし	0	0	0.019
	1	0	0.019

LRC-CPPT study (1984)への応用

応用統計学

統計的因果推論以外にも“実質科学に応用できる統計手法の開発”を目指して、さまざまな統計解析法の改良・開発を行っています。

- a) カーネル法の品質工学、特にマハラノビス・タグチ法への応用
- b) Variable Search Procedureの数理的性質の解明
- c) 回帰モデルにおける併合可能問題など

TEST	C	W	A	S	E	RESULT	管理限界	ANALYSIS
swapping runs	+	+	+	+	+	85	81.08-90.92	unimportant
factor C	+	+	+	+	+	48	42.08-51.92	unimportant
swapping runs	+	+	+	+	+	81	81.08-90.92	important
factor W	+	+	+	+	+	70	42.08-51.92	unimportant
swapping runs	+	+	+	+	+	84	81.08-90.92	unimportant
factor A	+	+	+	+	+	49	42.08-51.92	unimportant
swapping runs	+	+	+	+	+	68	81.08-90.92	unimportant
factor S	+	+	+	+	+	86	42.08-51.92	important
capping runs	+	+	+	+	+	43	81.08-90.92	complete
factors W, S	+	+	+	+	+	89	42.08-51.92	reversal

社会科学への応用

グラフィカルモデルと因子モデルとの関連性を代数的な観点から明らかにすることで、データの持つ統計的関連構造から背後に隠された潜在変数を見つけ出す方法について研究・開発を行っています。

