

問題解決のための実験計画法

早稲田大学
創造理工学部
経営システム工学科
永田 靖

本講の内容

1. 実験計画法とは(導入)
2. 早大 創造理工学部 経営システム工学科(宣伝)
3. 相関関係と因果関係は異なる(ごく簡単に)
4. エクセレント改善事例の物語(掲載用では省略)
5. 実験計画法の特徴(大切なまとめ)

1. 実験計画法 (Design of Experiments) とは (導入)

★実験計画法とは、物理実験・化学実験などでイメージするよりもっと広い意味をもつ。

★データの計画的な採取の方法，そのデータを解析する統計的方法の総称。

★「多変量解析法」，「実験計画法」，「信頼性工学」など，統計学のアドバンスな方法論の分野として確立。

データ・・・「**観察データ**」vs「**実験データ**」

星野・上田(2018)「マーケティング・リサーチ入門」

- ・**集まるデータ** (POSデータ, Web閲覧履歴, 位置情報等)
- ・**集めるデータ** (調査データ, 実験データ, インタビュー等)

2. 早稲田大学 創造理工学部 経営システム工学科 (宣伝)

早稲田大学の3つの理工学部

- 基幹理工学部
- 創造理工学部
- 先進理工学部



西早稲田キャンパス

創造理工学部・創造理工学研究科

多様な豊かさの追求

建築学科

総合機械工学科

経営システム工学科

社会環境工学科

環境資源工学科

地球市民の自覚

知財・産業政策領域

国際文化領域

コミュニケーション能力

デザイン能力

技術者倫理

プレゼンテーション能力

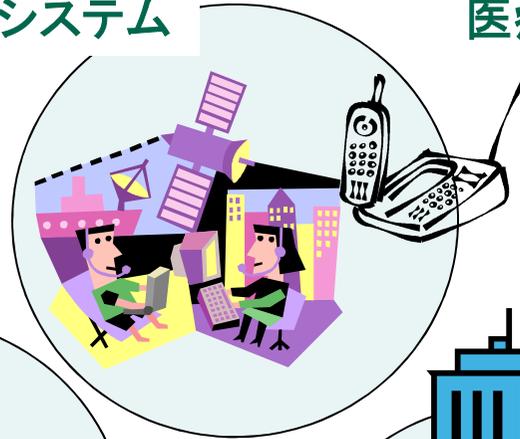
地球的視点

現代社会は、様々な**社会技術システム**に支えられている。 これらを工学的に扱うのが**経営システム工学科**。

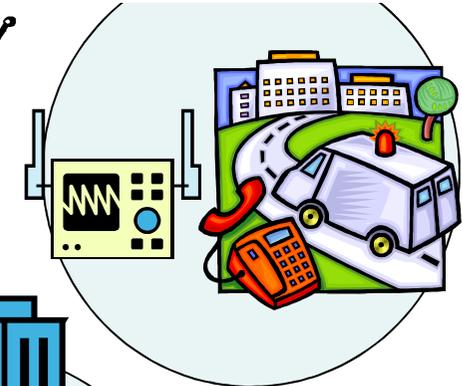
物流・流通システム



情報通信システム



医療・ヘルスケアシステム



生産システム



ビジネスシステム

交通・輸送システム

アプローチ技術

統計技術

数理技術

情報技術

システム技術

ことわざ

**If hammer is the only tool I have,
everything looks like a nail.**



問題解決のたくさんの方論を知っていれば、
問題に対する様々なアプローチが見えてくる。

経営システム工学科では、問題解決のため
の多くの方論を学ぶ。
「統計科学」はその一つ。

経営システム工学科の専門教育科目（一部）

1年	必修	経営システム工学入門実験，創造理工リテラシー，情報処理基礎演習 経営システム工学総論， <u>統計解析法</u> ， <u>統計解析法演習</u>
	選択	経営デザイン概論，経営実践・国内・国際プロジェクト，
2年	必修	情報システム開発演習，メソッドエンジニアリング演習，生産工学基礎， <u>確率とその応用</u> ，コンピュータ工学，人間工学概論，生産管理学， 生産システム工学実験， <u>基礎オペレーションズリサーチ</u> ，システム基礎， <u>品質マネジメント</u> ，プロフィットマネジメント， <u>情報数理基礎</u>
	選択	経営計画
3年	必修	経営システム工学演習A
	選択	<u>多変量解析法</u> ， <u>オペレーションズリサーチ</u> ， <u>実験計画法</u> ， <u>知識情報処理</u> ， 人間生活工学， <u>マーケティング・リサーチ</u> ，製品開発工学，ロジスティクス， コーポレート・ファイナンス，生産・流通マネジメント，生産システム論， ソフトウェア工学，情報システム，製造プロセス工学， <u>数理統計学</u> ， 環境マネジメント概論，エネルギー管理，数理工学基礎，安全人間工学， 応用システム思考， <u>情報数理応用</u> ， <u>最適化・シミュレーション演習</u> ， 生産システム工学実習，人間工学実習，システム分析実習， <u>データエンジニアリング演習</u> ，人材マネジメント論
4年	必修	経営システム工学演習B，経営システム工学実践演習， 卒業研究演習A，卒業研究演習B，卒業研究（論文）

データサイエンティストに必要な3つのスキル

★ビジネススキル:ビジネスの場で役立つ実践的な知識を教育

★ITスキル:プログラミング, 汎用アルゴリズムやソフトウェアの教育

★統計解析スキル:多彩な講義科目と演習科目を教育

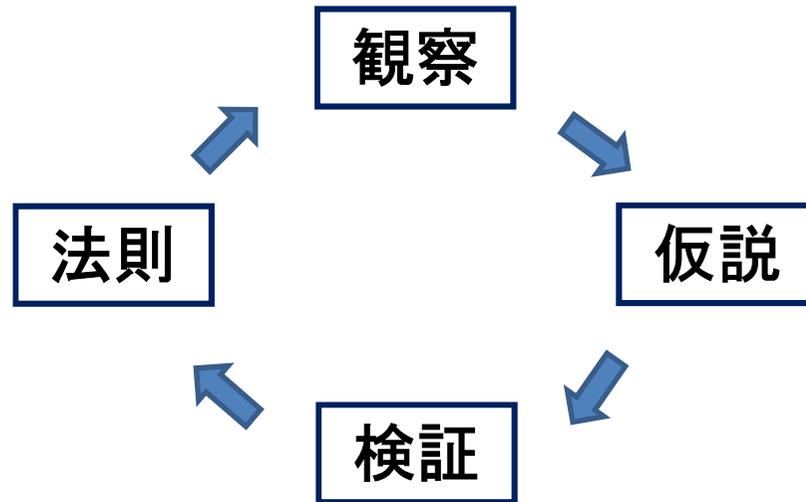
適切に選択科目を履修し, 統計学を専門とする研究室で卒業研究を行えば, 3つのスキルを高レベルまで習得.

・わが国には統計学部や統計学科がないと言われてきた. 一方で, 経営システム工学科の存在やその教育内容について, ご存知ない方々が多いと思う.

・当学科で統計関連科目を受講した学生は, 管理技術に関する科目の履修や, 当学科の友人関係との相乗効果により, バランスの良いビジネス感覚を有したデータサイエンティストになる可能性がある.

3. 相関関係と因果関係は異なる(ごく簡単に)

統計的方法の意義



データより, 探索する

データより, 検証する

ただし,

データには 誤差 がある

統計的方法:

データの誤差を見積もり,
本質的な部分を取り出す

このとき, 注意しなければならないのは,
「相関関係」と「因果関係」は異なるということ.

例: 50m走のタイム, 年収, 年齢

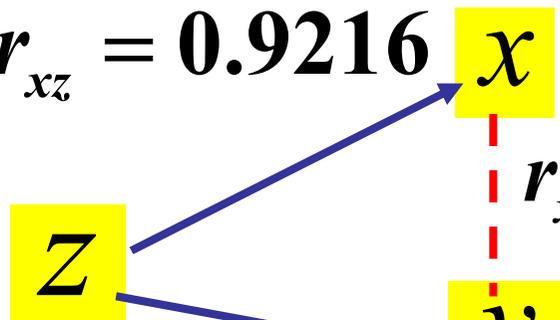
No.	x(秒)	y(万円)	z(才)
1	8.3	342	23
2	13.7	923	43
3	16.2	985	50
...
19	8.6	477	28
20	8.2	412	25

$$r_{xy} = 0.8742$$

... 足が遅いと年収が高い?

50m走のタイム

$$r_{xz} = 0.9216$$



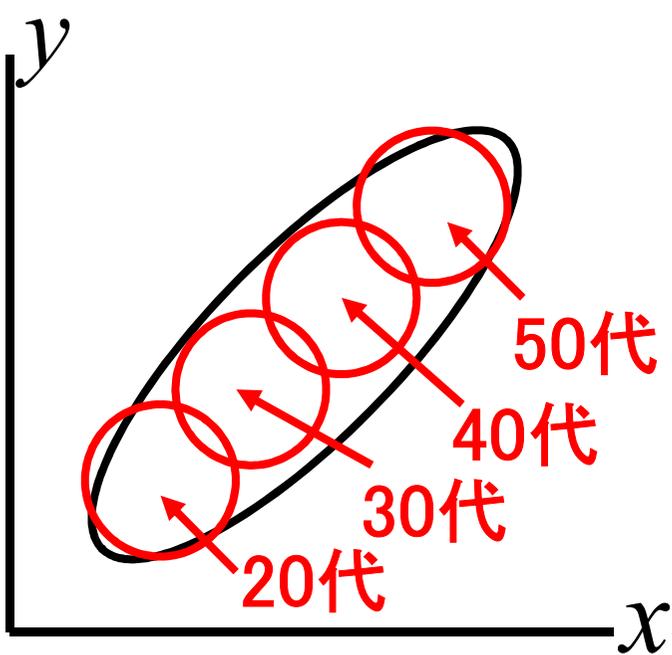
$$r_{xy} = 0.8742$$

z
年齢

y
年収

$$r_{yz} = 0.9400$$

みせかけの相関
擬似相関

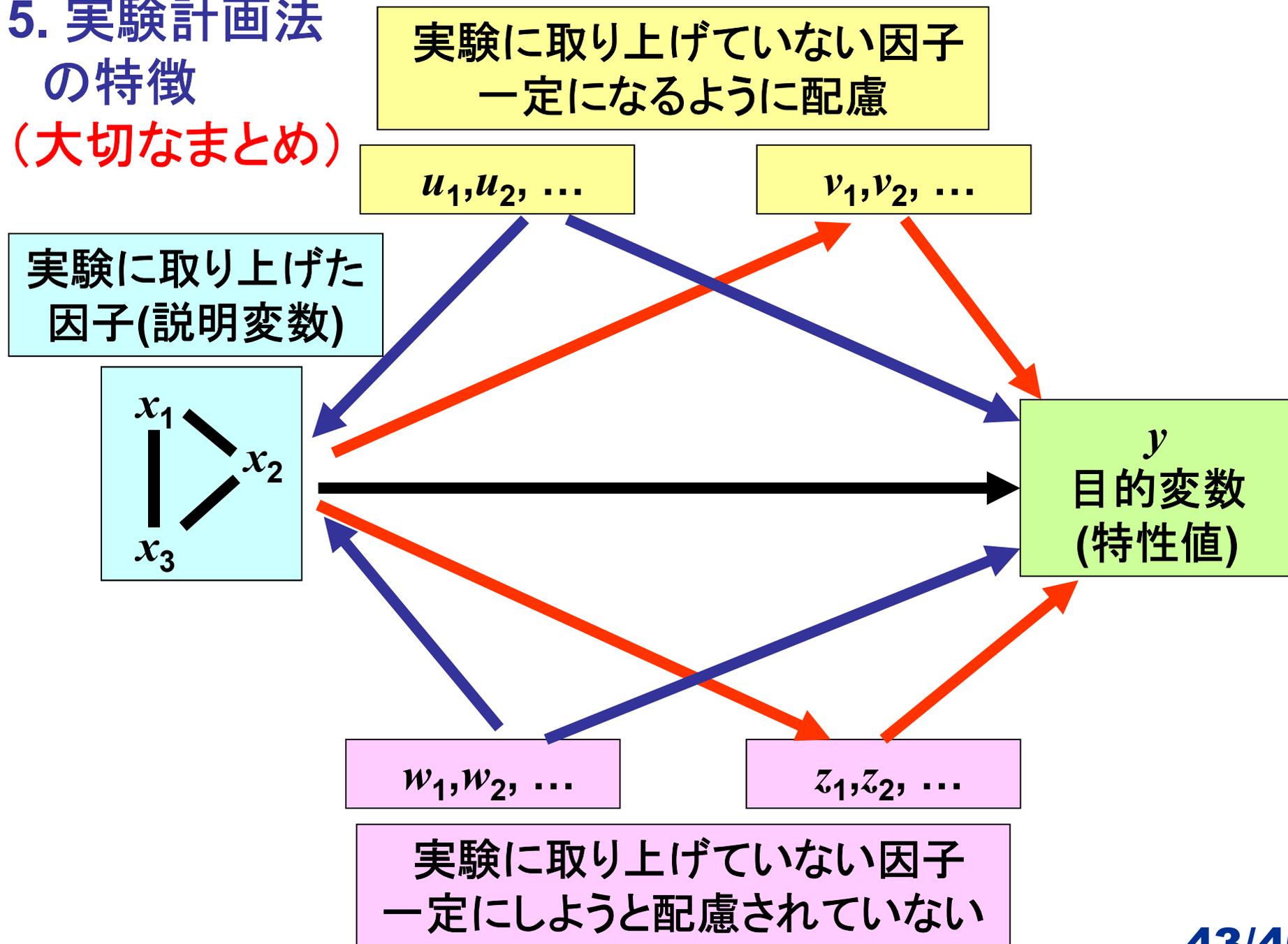


xとyには強い相関関係がある。
でもこれは因果関係ではない。

4.エクセレント改善事例の物語 (p.12-41まで本資料では省略)

因果関係・要因分析を行うためには
実験計画法を用いる.

5. 実験計画法 の特徴 (大切なまとめ)



実験計画法
の特徴

実験に取り上げていない因子
一定になるように配慮

u_1, u_2, \dots v_1, v_2, \dots

実験に取り上げた
因子(説明変数)

x_1
 x_2
 x_3

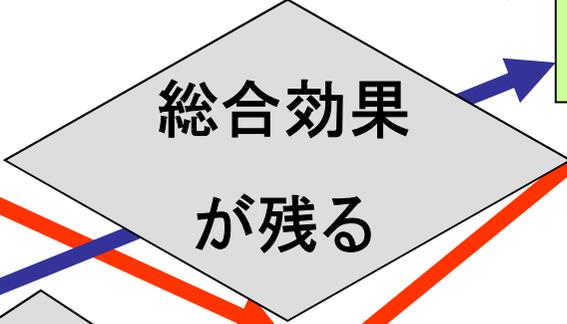
y
目的変数
(特性値)

説明変数間
は無相関

実験順序の
ランダム化

w_1, w_2, \dots z_1, z_2, \dots

実験に取り上げていない因子
一定にしようと配慮されていない



★ビッグデータによるデータ解析や機械学習の各手法を用いれば、**検査, 分類, 異常検知, 予測**などでは精度のよい分析ができる。

★一方, これらの方法を用いても, **因果関係を把握するのは困難**.
これらは観察データを用いた回帰分析と同様の手法だからであり,
p.43のスライドで示したように, さまざまな変数が関連しているから。

★要因分析を行うには, **実験計画法**を適用。

モノづくりの現場では, 今後も, 要因分析・因果分析のためには実験計画法を重視することが望まれる。

★そうはいつでも, 実験計画法を適用できない場面(ランダム化実験を行えない場面)は多々ある。そのために, **因果推論の新しい方法論(傾向スコア, 操作変数法, 自然実験など)**が開発されている。
しかし, ランダム化実験に匹敵することは難しい。

終

ご清聴, ありがとうございました.