

<p>統計リテラシー Stat literacy (本文 main text)</p> <p>必要に応じ補助資料も適宜併用します。 Auxiliary materials shall also be used if need be.</p> <p>東京大学社会科学研究所 佐々木 暉 Dan SASAKI @ ISS U-Tokyo</p> <p>1 September 2014</p> <p>0</p>	<p>0. 序 Preamble 正しい科学 (例えば統計 (学)) とは何か? What makes good science (e.g., statistics)?</p> <p>ヒント: 科学とは人間の造った物。 ⇒ 上の問を言い換えれば 「正しい人口構造物とは何か?」</p> <p>Hint: Science is man-made. ⇒ Thus the question above can be rephrased as: What makes a commendable man-made construct?</p> <p>1</p>	<ul style="list-style-type: none"> 直観的に明らかに有用か、又は Intuitively obviously useful, or 一見すると直観に反するも、説得的な説明が付くか、の何れか。 seemingly counterintuitive, yet cogently explicable. <p>2</p>	<p>逆に言えば、 Viewed from the flip-side,</p> <ol style="list-style-type: none"> 統計は数字 (数学) だけでは完成しない。言葉による説明が必要。 Statistics ain't just cut-&-dry maths. Contextual descriptions are indispensable. <p>3</p>
<ol style="list-style-type: none"> 論理的に辻褃の合わない珍説奇説が仮に何らかのデータから偶然「統計学的に」言えた、としても、それだけでは科学的に有用な発見とは言えない。 Even when a certain set of data happens to give rise to an utterly surprising “statistical fact,” it alone shall not qualify as a meaningful scientific contribution. <p>4</p>	<ol style="list-style-type: none"> 行間を読むも大切。行間の沈黙にこそ「無用の用」在り。 The unsaid/unwritten is as eloquent as the said/written. 「絵と本文とは関係ありません」?? 「統計はイメージです」?? Possibly deliberate misinterpretation, abusive citation of inappropriate statistics. <p>5</p>	<p>1. 「顔のある数字」としての統計 Statistics as “maths with human faces”</p> <p>例えばゲーム理論では、ゲームの参加者たちやその行動・戦略がどのように呼称されるかという言葉遣いはゲームの結論 (均衡等) には全く影響しない。 Those of you who are familiar with game theory must know that the predicted equilibrium outcome of a game is invariant with respect to how we label each player and her/his actions and strategies.</p> <p>6</p>	<p>ゲーム理論に限らず、数学の多くの分野で同様の事が言える。 This invariance property is by no means peculiar to game theory, but applicable in most branches of mathematics.</p> <p>7</p>
<p>1 足す 1 は、状況に関わらず常に 2。 1 円 + 1 円 = 2 円。 右手 + 左手 = 両手。 One plus one makes two regardless of contexts. \$1 + \$1 = \$2. The right hand + the left hand = two hands, etc.</p> <p>... しかし、統計は違う!! But not in statistics!!</p> <p>8</p>	<p>Example 1.1. 逆行回帰 Regression</p> <p>相関だけであれば「向きに関係の無い」単なる対概念だが、回帰は向きを考えなくてはならない。どちらの変数をどちらに回帰するか?</p> <p>Correlation treats a pair of variable symmetrically, whilst regression treats them asymmetrically. Regress Y on X, or <i>vice versa</i>,?</p> <p>9</p>	<p>向きを気にする必要はあるのか? Should we care about the direction at all?</p> <p>構造推計 structural estimation</p> <p>従属 (内生) 変数を独立 (外生) 変数に回帰し、因果関係を推定。 Regress the dependent (endogenous) variable on the independent (exogenous) variable to estimate causality.</p> <p>10</p>	<p>Reduced form regression</p> <p>観察不可能な変数を観察可能な変数に回帰し、予測に使う。 Regress the unobservable variable on the observable variable to derive a predictive formula.</p> <p>11</p>
<p>構造推計に関する留意点 Note on structural estimation</p> <p>内生性 endogeneity 回帰の向きが逆 Regressing wrong way round.</p> <p>同時性 simultaneity 因果が双方向 Causality in both directions.</p> <p>12</p>	<p>構造推計ではない場合 Note on reduced form regression</p> <p>当然だが因果関係を偽装してはいけない。 Causality should not be feigned (obvious).</p> <p>Out-of-sample stability 既観察データから得られた予測式を未観察データへ応用する場合の妥当性如何。</p> <p>13</p>	<p>構造でない推計の例: Example of reduced form prediction:</p> <p>入学・入社後に「使わない事が判りきっている」問題 (古代史等) を何故わざわざ入試に出すか? Why look at candidates' scores in “useless” subjects (e.g., ancient history) for admission and recruitment?</p> <p>14</p>	<p>「構造推計=偉い」つちゅーわけではない! Not that structural estimation is any ‘superior’ to reduced form.</p> <p>例えば理論経済学で「一般均衡=尊、部分均衡=卑」って思い込んでるアホが時々居るのと同じ。 Just like the oh-so-common myth as if general equilibrium were superior to partial equilibrium.</p> <p>15</p>

<p>Example 1.2. 次の2つのデータを比較されたい。 (前者は明らかに正相関あり、後者は無し。) Compare the following two data sets. (Positive correlation only in the former.) この違いは何? 数字だけでは説明不能。 What's the difference? Other than just numbers...</p> <p style="text-align: center;">16</p>	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>67</td> <td>3395</td> <td>31</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>151</td> <td>3518</td> <td>3</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>1298</td> <td>4567</td> <td>246</td> <td>46</td> </tr> <tr> <td>359</td> <td>4295</td> <td>110</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>692</td> <td>3959</td> <td>232</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>240</td> <td>3940</td> <td>193</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>215</td> <td>3397</td> <td>339</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>355</td> <td>3275</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">17</p>	X	Y	X	Y	67	3395	31	45	151	3518	3	43	1298	4567	246	46	359	4295	110	40	692	3959	232	40	240	3940	193	36	215	3397	339	34	355	3275			<p>Example 1.3 (slightly advanced.)</p> <p>最尤推定、不偏推定、等々は純粋数理的概念。意味があるかどうかは、馬鹿と鉄は使いによる。 Implications of otherwise purely mathematical concepts such as Maximum likelihood and unbiasedness, can depend upon the contexts.</p> <p style="text-align: center;">18</p>	<p>(Mathematical discourse)</p> <p>降水確率 30 % 予報時の 30 % だけ雨が降るのが不偏予報? To be unbiased, should it rain 30 percent of those times when the forecast says rain with probability 30%?</p> <p style="text-align: center;">19</p>
X	Y	X	Y																																				
67	3395	31	45																																				
151	3518	3	43																																				
1298	4567	246	46																																				
359	4295	110	40																																				
692	3959	232	40																																				
240	3940	193	36																																				
215	3397	339	34																																				
355	3275																																						
<p>2. 統計と常識 Statistics with common sense</p> <p>純粋数学と異なり、統計には意味が必要。 Unlike pure maths, statistics should mean something.</p> <p>直観に反する統計は人目を引く。 でも最終的には理屈のつく事が必要。 Counterintuition sells, but still needs to be followed up by a cogent explanation.</p> <p style="text-align: center;">20</p>	<p>キワモノ記事で売ろうとするイカサマ師を見破る方法は、至って簡単： 常識的に説明できるかどうか。 Simple rule-of-thumb not to be fooled by bogus statistical arguments: Any intuitive interpretation available?</p> <p style="text-align: center;">21</p>	<p>Example 2.1. Hazard rates 喫煙者・煙草擁護家の常套論理： 「喫煙の害は証明されていない」?!?! Smokers' favourite pretext： “No medical evidence against tobacco smoke.”</p> <p>そ一言えば、ローマ法王庁は最近まで「地球が丸いって証拠はねー！」って強弁してたっけ… Vatican insisted until recently there was “no evidence for the round earth...”</p> <p style="text-align: center;">22</p>	<p>E.g., 喫煙者のほうが平均寿命が長い!? Wanna live long? Don't quit smoking!?</p> <p>未婚者は既婚者より 10 年早死!? Never married? Will die 10 years prematurely!?</p> <p>大切な家族の為に健康維持努力する事で多少は長生き…でも 10 年は有り得ねー! TEN YEARS is simply far too much to be true!</p> <p style="text-align: center;">23</p>																																				
<p>「平均寿命」= 死亡者の平均年齢。 (∴ 他に計りようがない。) Life expectancy = average age of the deceased. 平均寿命を下げる主因= 乳幼児死、 定義により「非喫煙者」かつ「未婚」。 Main life expectancy buster = infant mortality, all “nonsmokers” and “never married.”</p> <p style="text-align: center;">24</p>	<p>要するに、幼児に多く老人に少ない特徴を有する者たちは、単純計算で「早死」! Those attributes common among infants and uncommon amongst the elderly “kill you prematurely”!!</p> <p>白髪は長寿の因 Grey hair makes you live long. 万病息災 Complicated medical history affords you longevity. Etc, &c, & so on, and so forth...!?</p> <p style="text-align: center;">25</p>	<p>左利きは早死。 The left-handed die prematurely.</p> <p>都市伝説：道具の多くが右利き用に出来ているので暮らしにくいから!? Tough life 'cuz most gadgets are for the right-handed!?</p> <p>ジョーシキ： そんな事で簡単に死ぬか? Common sense: Does that really kill you?</p> <p style="text-align: center;">26</p>	<p>昔の子供たち (= 現代の老人たち) は、左利きは損だという当時の社会の思い込みから、よく右利きに改宗させられた。 Older generations used to be subjected to prejudice against left-handedness, which forced many to convert. ∴ 高齢者ほど右利きが多い。 The older, the more right-handed. ∴ 右利きほど長寿!? The right-handed have lived longer!?</p> <p style="text-align: center;">27</p>																																				
<p>では一体どうすれば良いか? は結構難しい。 Any remedies then? Good question indeed...</p> <p>成年死亡に限っても、世代差は依然残る。 若年世代ほど喫煙の害を周知し、喫煙率は低い。 Even excluding infant mortality, generational heterogeneity remains. The younger, the less smokers due to social recognition of negative health effects.</p> <p style="text-align: center;">28</p>	<p>例えば 50 歳で死んだ独身者は、60 歳まで生きていれば結婚していたかも知れない。 The deceased 50-year-old bachelor might have gotten married within another decade. かと言って超高齢死者だけに絞ると、データの大部分を無駄にする羽目に。 But then, if we confine our attention to extremely geriatric deaths, we'd have to waste too big a fraction of our data sets...</p> <p style="text-align: center;">29</p>	<p>Example 2.2. Sample selection TV commercial for a trans-fat product： 「お客様の声を聞いてみました。」 “We have interviewed our consumers...” 「とつても美味しかったです！」 “I luv it, tastes soooooooooo gooooooooood!!”</p> <p>「バカヤロー！ 口惜しかったらまずくて食べません、つても流してみろ！」 (若き日の学生運動崩れ『ソービートの逆襲』より)</p> <p style="text-align: center;">30</p>	<p>どんなに評判が悪くても、めげずに続ければ、いつかは好意的な意見に行き着くことがある。 All they needed was just one positive response. 「まずくて食べません」→ NG. 「買ってみたけど、今度からやめます」→ NG. 「吐きました」→ NG. 「下痢しました」→ NG. 「キモいです」→ NG. 「石油系の香りがやみつきになります」→ NG. 「健康に悪い物って、美味しいんですよ」→ NG.</p> <p style="text-align: center;">31</p>																																				

<p>かつて WHO（世界保健機構）が「受動喫煙の健康被害が統計的に有意でなかった」との研究結果を公表した。</p> <p>Only once, WHO published a research result concluding health hazard caused by passive smoking to be statistically insignificant.</p> <p>世界中のタバコ会社と喫煙者たちは狂喜。 Smokers and tobacco companies falsely rejoiced.</p> <p style="text-align: center;">32</p>	<p>WHO の公表した他の $n - 1$ 件の研究は全て受動喫煙の健康被害を有意に実証。</p> <p>All but this one result published by WHO have concluded passive smoking to be harmful.</p> <p>投稿論文の査読などでも類例あり。 Be sceptical when too many (≥ 5) referee reports have been sought to review your paper.</p> <p style="text-align: center;">33</p>	<p>超ド級ウルトラ大嘘：「ネトウヨは裕福で高学歴」 Big-time lie: “Right-wingers are rich and well educated.”</p> <p>正直に言うと、「質問に答えてくれたネトウヨたちだけに限れば相対的に高収入・高学歴」 Uncensored truth is, “Those right-wingers who chose to reply to the questionnaire tend to be comparatively affluent and college-educated.”</p> <p style="text-align: center;">34</p>	<p>ではどうすれば良いか、は、やはり難しい。 But then, what should be done instead?</p> <p>答えてくれないものをどうするか？ 「欠損値」に関する統計科学研究はあるが、如何せん欠損値が多すぎればお手上げ… We can't hear from those we can't hear from. Statistical science does deal with “missing observations,” yet there is little we can do when too many are missing.</p> <p style="text-align: center;">35</p>
<p>Example 2.3. Framing effect 「聞き方」の科学。</p> <p>「日本人の 70 % が死刑制度を支持しています。」 ⇒ どういう国民？</p> <p>実は質問（NHK 世論調査？）に問題あり： (1) 絶対反対、(2) 状況により賛成、(3) 絶対賛成、の 3 択で (2) + (3) = 70 %!!</p> <p style="text-align: center;">36</p>	<p>3. Dishonest science 科学(者)たるもの、嘘をついてはならない。しかし、何を言い、何を言わないかは自由。 Don't ask, don't tell. ⇒ 実効的な事実歪曲の惧れ。 E.g. 「産官学共同研究」「外部資金」依存は危険。 Who sponsors the research project? Do they pay for the sake of research <i>per se</i>, or just for the results? 結論先行、御用研究。</p> <p style="text-align: center;">37</p>	<p>Example 3.1. Deliberate selection of samples 偶然偏るのではなく、わざと選択的に調査。 授業評価で高得点する方法は？ How to improve your teaching evaluation...</p> <p style="text-align: center;">38</p>	<p>出席率の低い回を選んで調査実施。 Pick a day when attendance is lower than usual. ⇒ 出席率の低い回 ∴ 悪天候、連休の谷間 etc. どうしても「聴きたい」学生だけが講義に出て来る。 Low attendance ∴ inconvenience (e.g. bad weather) Only a highly motivated bunch shall show up.</p> <p style="text-align: center;">39</p>
<p>「アンケートにご回答ください！」 “Please answer and return the questionnaire!” 薄謝進呈？ 返信用封筒在中？ ネット回答可？ Reward? Return envelope? On-line access? 回答率を変えると、回答の平均的性格も変わる。 Response rates correlated with response contents.</p> <p style="text-align: center;">40</p>	<p>ネット投票を認めるか？ Public voting via the Internet? 投票費用減、投票率「改善」。しかし… Low voting costs “improve” participation. But... 今まで投票に行かなかった人たち = いい加減な票、が増えるだけ。 Additional votes are from those who would otherwise not bother = not very serious.</p> <p style="text-align: center;">41</p>	<p>では投票率は低いほど望ましい?? Better keep voting rates low then?? 投票日が雨だと、公明と共産が勝つ。 Too low participation / too high voting costs ⇒ specific interest groups with strong opinions gain overrepresentation.</p> <p style="text-align: center;">42</p>	<p>Example 3.2. Reverse engineering 結論先行。Foregone conclusion. 紅茶は健康に良い。⇐ Lipton Tea 緑茶は健康に良い。⇐ 伊藤園(?) 茶を飲むこと自体が良いのか、健康に気を使うこと全般の効果を拾っているのか？ Is it tea drinking, or health consciousness in general, that does any good?</p> <p style="text-align: center;">43</p>
<p>Before vs. after. 美容整形、住宅リフォーム、etc.</p> <p>Before-pic: 服装が野暮、曇った暗い日、白黒写真、微妙に手ぶれ・ピンボケ、しかも写真が小さくて見づらい！ Dumb clothing, dim light, monochrome, subtly out of focus, low resolution...</p> <p style="text-align: center;">44</p>	<p>After-pic: 服装が綺麗、晴れた明るい日、カラー写真、鮮明、しかも写真が大きく目立つ！ Suddenly fashionable clothing, bright light, bright colour, better focused, high resolution...</p> <p>(Possibly deliberately) unmentioned noise variables and nuisance parametres. 他要因の「競合」(concurrance)。</p> <p style="text-align: center;">45</p>	<p>…でも、顧客満足度等の「統計」は写真じゃなく数値だよな？ Stats are numbers, so less deceptive than visual looks?</p> <p>Placebo effect 偽薬でも「薬効」を実感。 一生懸命やったんだから、効果が挙がるはず。 So much pain, so much gain. 当るも八卦。(偶々当たった時の記憶だけ印象強い。) Myths. Omens. Murphy's law.</p> <p style="text-align: center;">46</p>	<p>Example 3.3. (Mis)guided responses 回答者は質問者の要望に応える傾向。 (選挙の出口調査で)「投票に行くことは大切なことだと思いますか？」 (Exit poll) “Do you think voting is a civic duty?” 「いいえ」って答えるヤツは居ねーよな！ Who would possibly answer no?</p> <p style="text-align: center;">47</p>

<p>地方のイベント後、地元の小学生にインタビュー 「面白かった?」「はい、面白かった!」 「いいえ、つまんなかった!」って答えそうなヤツ はサッサと帰っちゃった後でした… Interviewing participants in a regional festivity: “Oh year, ’twas fun!!” Sure, those who hadn’t enjoyed it already left…</p> <p style="text-align: center;">48</p>	<p>「品質向上にご協力ください!」 “Please help us improve our product quality!” 品質向上して欲しいのは、また買おうと思うから。 Want improvement if, and only if, the consumer plans to come back. 「大嫌い、二度と買わない!」なら調査に協力しない。 No reply if “So bad, never again!”</p> <p style="text-align: center;">49</p>	<p>Example 3.4. 統計的に有意!? What does statistical significance really mean?</p> <p>正しい帰無仮説は100回中5回、5%有意に棄却される。 A truthful null hypothesis shall be 5%-rejected five out of 100 times.</p> <p>What if the other 95 times are simply unmentioned?</p> <p style="text-align: center;">50</p>	<p>誤った帰無仮説は100回中5回以上、5%有意に棄却される。 A faulty null hypothesis shall be 5%-rejected ≥ 5 out of 100 times. ほんの少し誤った帰無仮説は100回中95回、5%有意に棄却されない。 A slightly faulty null hypothesis shall not be 5%-rejected 95 out of 100 times.</p> <p style="text-align: center;">51</p>
<p>Take-home: 5%有意に棄却された帰無仮説が「確率95%で誤り」なわけではない。 Not that a null hypothesis which has been 5%-rejected is indeed faulty with probability 95%.</p> <p>では、それはどのくらいの確率で誤っているのか? With what probability is it faulty then?</p> <p style="text-align: center;">52</p>	<p>答: その質問が確率1で間違つとるんじゃ!! The aforesaid <u>question is wrong</u> with probability 1!! 確率と尤度に注意。 Don’t confuse probability and likelihood.</p> <p style="text-align: center;">53</p>	<p>帰無仮説は「確率1で正しい」か「確率1で誤り」かの何れか。 The null (or any hypothesis) is either a universal truth, correct with probability one, or an utter lie, wrong with probability one. もし仮説が正しければ、それが5%棄却される確率が5%。 A truthful null shall be 5%-rejected with probability 5%.</p> <p style="text-align: center;">54</p>	<p>Example 3.5. Choice of the window 株屋の常套句: 「過去の価格データは必ずしも将来の値動きを予測しません。」 Financial brokers’ usual disclaimer: “Past footprints are not always a good predictor for future performances.” Why not? 経済は年々成長してます!? Our economy grows year after year!?</p> <p style="text-align: center;">55</p>
<p>4. Makes sense? 尤もらしく見せ掛けるため(だけ)に統計を引用し、実は関係無い結論を強引に主張。 Cite valid yet irrelevant statistics, then leap of faith to conclude something unrelated.</p> <p style="text-align: center;">56</p>	<p>原発事故による経済損失を統計的に算出。 Statistically evaluate the damages caused by nuke accidents. That’s fine. But… “Therefore we must quit using atomic energy”!? 「だから原子力の即時停止を」!?</p> <p style="text-align: center;">57</p>	<p>推論と結論とは直結している必要。 No leap of faith please! 「事故が怖い」\implies 「では事故らぬよう一層注意」 Scared of accidents? Then try harder to prevent accidents, that’s it. 「事故が怖い」\nRightarrow 「では飛行機にも船にも車にも乗らない、薬も飲まない」 Afraid of accidents? Then quit travelling, avoid medication, etc?</p> <p style="text-align: center;">58</p>	<p>「魚を食べると頭が良くなる」?? Chocolate is good for your brain?? もし本当なら、世界中で売り切れるはず!! Would be sold out everywhere in the world!!</p> <p style="text-align: center;">59</p>
<p>人種・民族により知能に差はあるのか? William Shockley <i>et al</i>: Average IQs of White Christians = 100 Blacks & Hispanics = 95 Hooray!! …But then, Asians = 106 Jews = 110 Uh, oh… Once again, were it relevant, everyone in the world would convert to Judaism and want to marry a Jew…</p> <p style="text-align: center;">60</p>	<p>「最近、青少年の犯罪が増加している」?! 事実: どの犯罪類型を見ても、青少年犯罪は戦後混乱期を頂点に <u>減少の一途</u>。 でも「少年院等の実刑」「懲役5年以上」「懲役10年以上」の何れで見ても少年の重罪は増加傾向!? この統計自体に嘘は無いが、一体何故?</p> <p style="text-align: center;">61</p>	<p>答: 同じ犯罪に対し、時代を追って重刑化しているから。 〔ご参考〕「最近の若い者は…」という愚痴は、それを口走る者自身が老いぼれて使い物にならなくなった証拠。 犯罪類型別に見れば、昭和20~30年代の20代の犯罪率は、平成の20代の犯罪率の4倍。 平成の60代の犯罪率は、昭和20~30年代の60代の犯罪率の4倍。</p> <p style="text-align: center;">62</p>	<p>5. Postscript 以上見て来たように統計とは、数字・数学とは別の生き物。 計算や数字自体よりは、どちらかと言えば論理的思考のほうが大切。 振り込め詐欺に引っ掛からない為には、高度な数学力は必要無し。 統計詐欺に引っ掛からない為にも、高度な数学力は必要無し。「何かおかしくないか?」という常識的な直観が重要。</p> <p style="text-align: center;">63</p>