

## 大学入試研究における統計数理 ～入試データの見方・考え方～

林 篤裕

(名古屋工業大学 社会工学専攻  
& アドミッションオフィス)

e-mail: [hayashi.atsumi@nitech.ac.jp](mailto:hayashi.atsumi@nitech.ac.jp)

資料掲載URL: [stat.web.nitech.ac.jp/haifu/#Oita2502](http://stat.web.nitech.ac.jp/haifu/#Oita2502)



1

## 1. はじめに

- ◆ 大学入試: 受験者 から 実施側、作題者へ
- ◆ 入試の実施目的:  
「入学後の修学に耐えられるかを測る試験」
  - ◆ 受験生の教科学力等を測る
  - ◆ 受験者間の勉強度合いを識別できる
- ◆ 実施者側からすると: 「目的に合致した作題」
  - ◆ 試験問題(設問)の評価
  - ◆ 作題者への情報提供
  - ◆ 次年度以降の作業支援
- ◆ いくつかの評価手法を紹介できれば
- ◆ 入試を取り巻く課題も

2

## 2. 大学入試と統計

- ◆ 試験問題の特性を把握する手段としての“統計”
- ◆ いくつかの観点から
- ◆ 作題者に対して統計情報を提供(評価資料)
  - 平均、標準偏差
  - 設問解答率分析図 [2.1]
  - 得点分布
  - 入試問題の改善
  - 連関表 [2.2]
  - 個別対応(作題部会毎)等、...
- ◆ 大学スタッフとの共同作業
  - 合否入れ替わり率[2.2]
  - 入試問題の改善
  - 追跡調査 [2.6]
  - 調査・アンケート等、...
- ◆ その他、研究等
  - 得点調整
  - 不完全データへの対応 [2.4] [2.5]
  - ◆ 分位点差縮小法
  - 研究開発: 等化、評価方法、...

3

## 2.1 設問解答率分析図

- ◆ 各設問の特性、特徴、性能 を把握
- ◆ 各設問毎に見た場合
  - ◆ 正答したか、誤答したか: 2値
  - ◆ どのレベルの受験者に正答できるのか?
    - 難易度
  - ◆ ある教科において合計得点の高い群、低い群の正答率はどのようになっているか?
    - 識別力
  - ◆ 誤答の傾向・パターン: 問題作成の観点から
    - 誤答分析

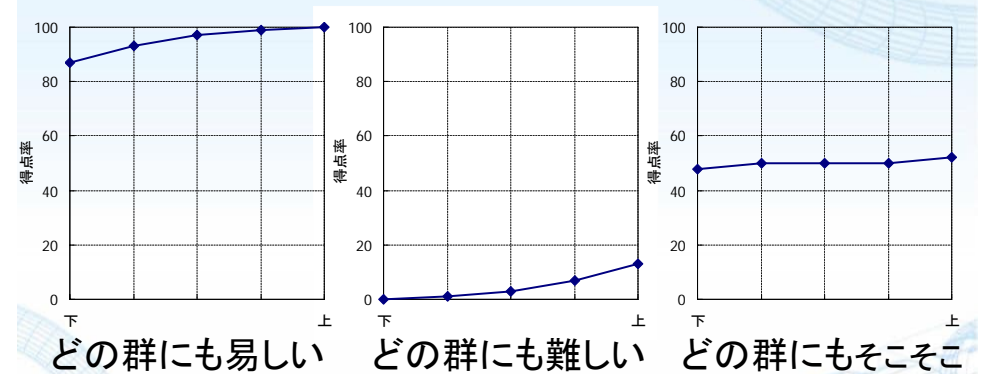
4

## 設問解答率分析図の作り方

- ◆ 合計得点順に受験者を5群に分割
  - ◆ 科目毎
  - ◆ 横軸: 学力のレベル(下位群、...、上位群)
- ◆ 各群での正答率を直線でつなぐ
  - ◆ 縦軸: 正答率
- ◆ 誤答が10%以上集中した場合
  - ◆ 誤答も図に加える
  - ◆ 間違って選択し易い選択肢

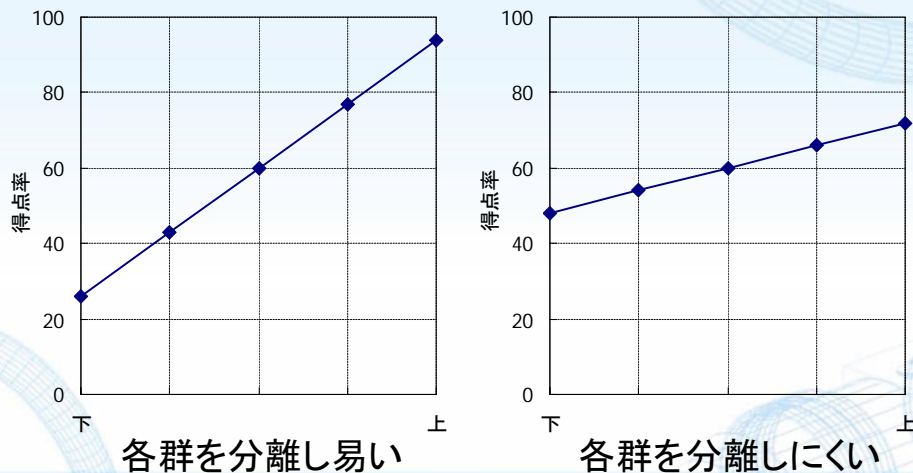
5

## 典型的な例(図2.1): 難易度



6

## 典型的な例(図2.2): 識別力



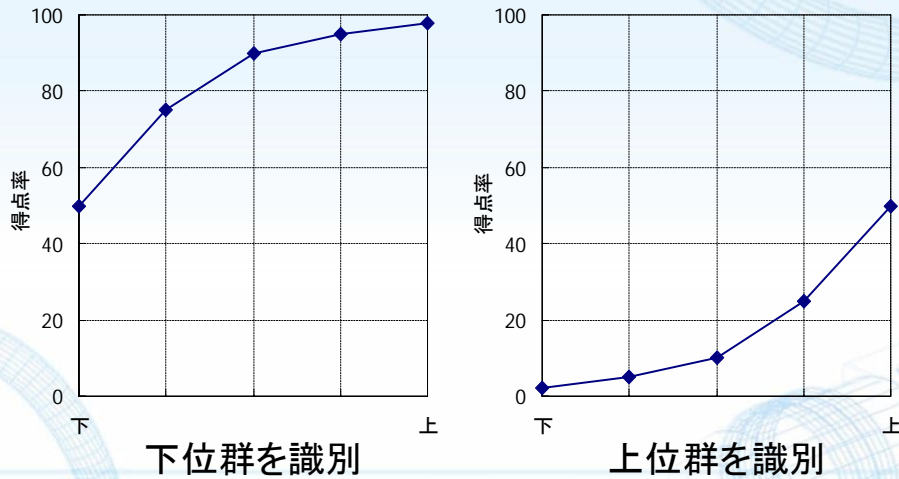
7

## 分析図の性質

- 各群の学力に見合った正答率
  - 基本的には右上がりになるはず → 単調増加
- 難易度: 直線の位置、高さ: 図2.1
- 識別力: 各群を明確に分離: 図2.2、図2.3
  - 増加の程度、直線の勾配
  - 各群で正答率に差がある&単調増加: 識別に有効
  - 増加の程度が低い: 識別には有効でない
- 折れ曲がり: ある群には正答できない時
  - 設問に何か配慮すべき点が隠されていないか?
- 誤答分析: 惑わされ易い選択肢

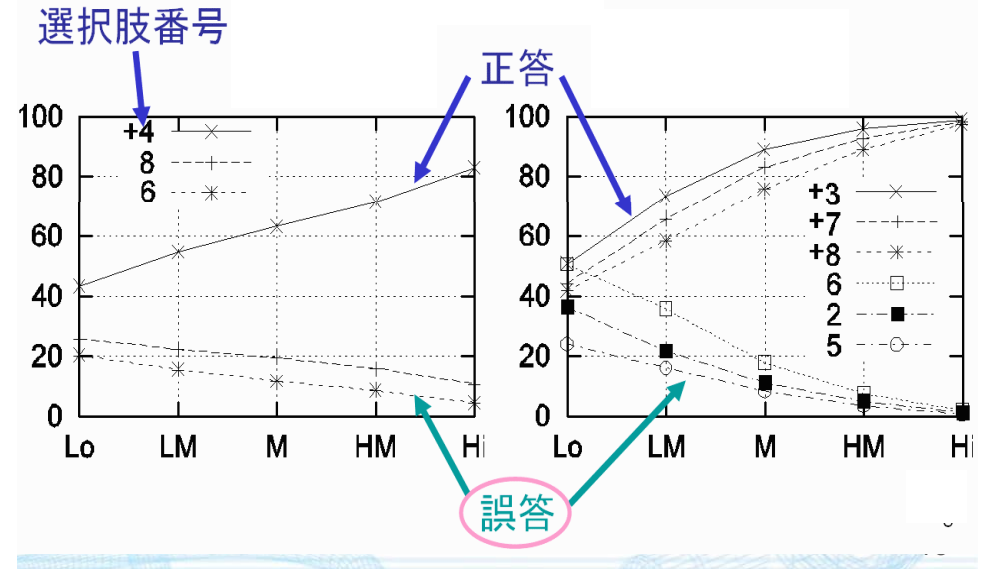
8

## 典型的な例(図2.3)：部分的識別



9

## 設問解答率分析図(例)

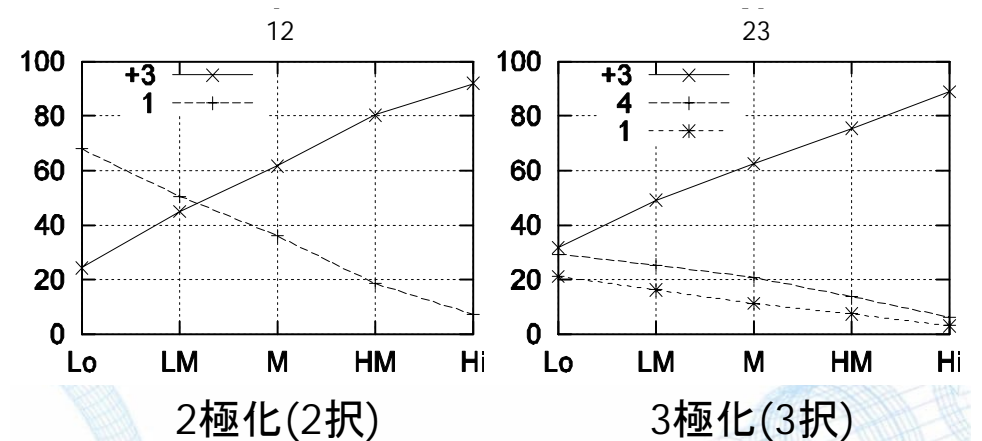


## 検討対象となり得る設問

- 最高値でも60%程度まで：難問
- 折れ曲がっている(単調増加ではない)
- レンジが狭い：識別力が低い
- 作題時の予測と異なる解答行動
- ◆ 2極化、3極化：正答の候補が絞れる、2択
- ◆ 最小値が大きすぎる：適度な個数は必要
- ◆ .....

11

## 正答の候補が絞られた例(稀な)



12



## 大問得点率分析図

- 設問解答率分析図: 設問単位で分析
- 大問得点率分析図: 大問単位で分析
  - 各群ごとの大問の得点率を直線でつなぐ
  - 大問というまとまりでの“正答率” = “得点率”
  - 大問レベルの難易度
- 共通試験: 識別力が比較的高い
- 個別学力試験: ??

13

## 2.1 分析図

- ◆ 設問解答率分析図: 設問単位
- ◆ 大問得点率分析図: 大問単位
- ◆ 各設問の評価するのに有効・パワフル
- ◆ 作題者の意図との「整合性・乖離」の把握
- ◆ 次年度意向の作題作業の支援に威力
- ◆ 統計検定等の公的試験でも利用されるようになってきた

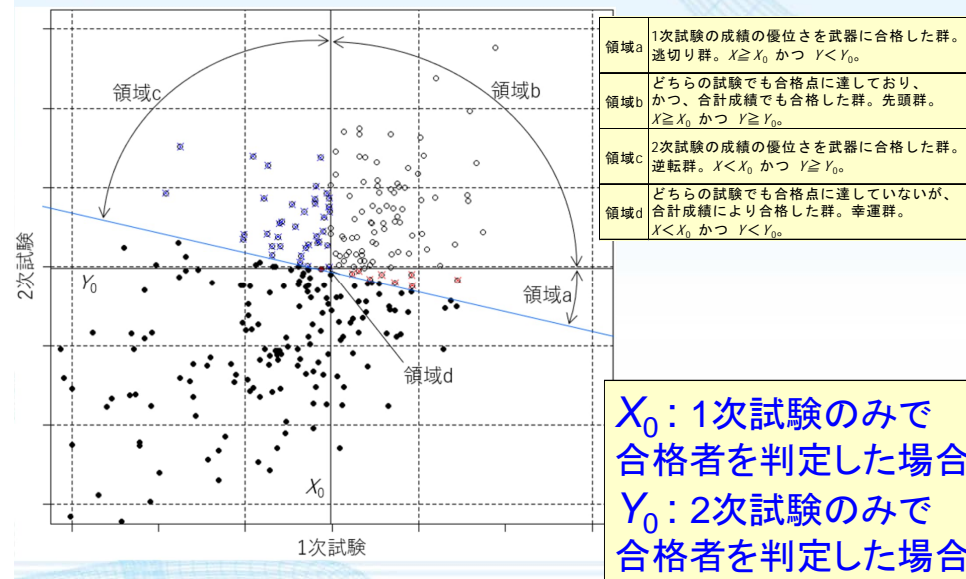
14

## 2.3 合否入れ替わり率

- ◆ 1次試験と2次試験の2つの試験群のうち、一方だけが課され合否判定が行われたと仮定した場合に入れ替わる合格者の人数を全合格者に対する割合で示したもの
- ◆ 「1次試験による合否入れ替わり率」
  - ◆ 2次試験があったおかげで合格できた
- ◆ 「2次試験による合否入れ替わり率」
  - ◆ 1次試験があったおかげで合格できた

15

## 2.3 合否入れ替わり率

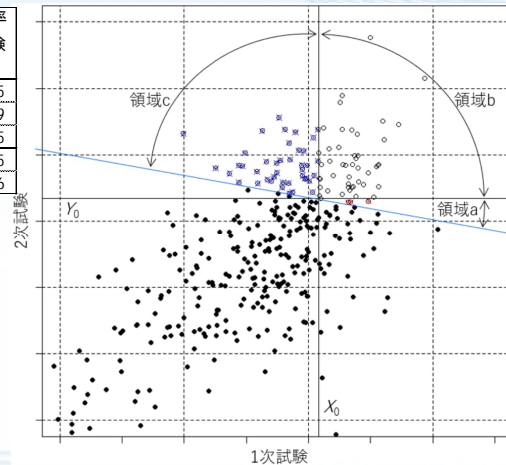


## 2.3 合否入れ替わり率

### ◆ 数値例

入試区分	選抜単位	実質倍率	相関係数	合否入れ替わり率	
				1次試験による	2次試験による
前期日程	A	2.35	0.722	0.078	0.305
	B	3.30	0.774	0.052	0.319
	C	3.40	0.761	0.102	0.375
後期日程	D	3.19	0.820	0.057	0.375
	E	4.18	0.776	0.033	0.456

### ◆ 特異な例



17

## 2.4 不完全データを考慮した合否判定

- ◆ 2021年秋頃からオミクロン株(COVID-19)
  - ◆ 感染力が強い。各方面に影響。
- ◆ 2022年1月:大学入学共通テスト(第2回)
  - ◆ 本試験(1月15日・16日), 追試験・再試験(1月29日・30日)。各都道府県ごとに。県内では本学が担当)を実施。
  - ◆ 濃厚接触者:当初は受験不可(年末時点)。「別室で」に変更。
  - ◆ 2022年1月11日:「令和4年度大学入学者選抜における受験機会の更なる確保について(依頼)」(文部科学省、3文科高第1161号)

18

### 2.4.1. オミクロン株対応(2022年1月)

- ◆ 2022年1月:大学入学共通テスト(第2回)
  - ◆ 1月11日:「令和4年度大学入学者選抜における受験機会の更なる確保について(依頼)」(文部科学省、3文科高第1161号)
    - 感染による受験機会の喪失を起こさせないため。大学入学共通テストおよび個別学力試験の、本試験・追試験を含めた 一方、もしくは両方 受験できなかった志願者に対しても、何らかの措置を講じることを依頼
  - ◆ 1月12日:「令和4年度大学入学者選抜における受験機会の更なる確保について」(国立大学協会、国大協企画第73号)。
    - 対応の可否や選抜方法は各大学が独自に判断すること、および単年度の措置であること。
  - ◆ 発出日が大学入学共通テストの実施直前
    - 既に進行中の試験であり検討時間も少ない。
    - 大学入学共通テスト利用大学は対応に追われた。

19

### 2.4.2. N大学における対応

- ◆ 大学入学共通テスト(第2回)の準備進行中:年末・年始
- ◆ 1月11日(火): 依頼 by 文科省、12日(水) by 国大協
- ◆ 1月14日(金)までに、大まかな方向性
- ◆ 1月16日(日): 実施2日目: 執行部と打ち合わせ
- ◆ 1月下旬: 学内会議で審議・決定・公表
- ◆ 2回の大学入学共通テスト(本試験, 追試験)と3回の個別学力試験(前期日程試験, 後期日程試験, 追試験)の合計5回の、何れかの試験を受験していれば、2022年度入試に限って出願資格を認める。
- ◆ 5回の何れをも受験できなかった者に対しては通常の2つの試験を受験した者や、1回でも受験した者との公平性の担保の観点から、遠慮いただくことにした。20

20

## 2.4.2. N大学における対応

### ◆ 表1 2022年度入試のN大学の対応

2022年度（令和4年度）大学入学者選抜における新型コロナウイルス感染症拡大に伴う受験機会確保の対応方針について

新型コロナウイルスに罹患又は濃厚接触したことにより大学入学共通テスト又は一般選抜が受験できなかった者に対する対応方針

大学入学共通テスト		一般選抜（前期日程・後期日程）			対応方針	判定基準
本試験 (1/15, 16)	追試験 (1/29, 30)	前期日程 (2/25, 26)	後期日程 (3/12, 13)	追試験 (3/22)		
(1) *	*	いずれかで○			一般選抜の得点及び提出資料で判定	合格者の一般選抜の得点の一定レベル以上（受験者の得点状況により判断）を合格とする
(2)	いずれかで○		*	*	*	共通テストの得点及び提出書類で判定 合格者の共通テストの得点（換算点*）の一定レベル以上（受験者の得点状況により判断）を合格とする
(3) *	*	*	*	*	*対応しない	

備考：\*は未受験、○は受験を示す。

文科省依頼文中の1に記載の番号

## 2.4.3. 合否判定方式

←不完全データ

- ◆ 5回の試験の中から1回のみの試験成績を有した志願者
- ◆ 従来：一般選抜（前期日程試験，後期日程試験）では，大学入学共通テスト（以下，1次試験と示す）と個別学力試験（同 2次試験）の合計点の高い者から順に合格と判定
- ◆ 両方の試験を受験した集団の中に「片方の試験成績しか持たない受験者」を付置
- ◆ 図2.4: 選抜単位Aにおける両試験の得点分布の散布図
  - ◆ 横軸＝1次試験成績，縦軸＝2次試験成績
  - ◆ 白丸は合格者，黒丸は不合格者
  - ◆ 斜め右下がりの直線が合否分離ライン
  - ◆ 秘匿のため縦軸と横軸の値は非表示

## 2.4.3. 合否判定方式

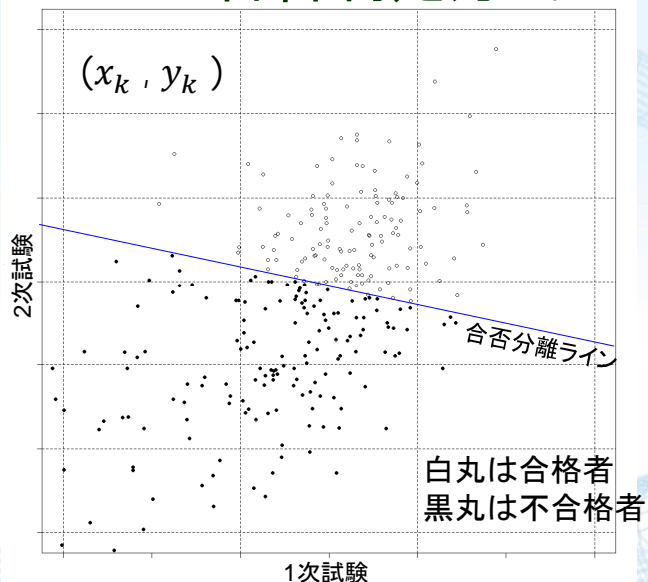


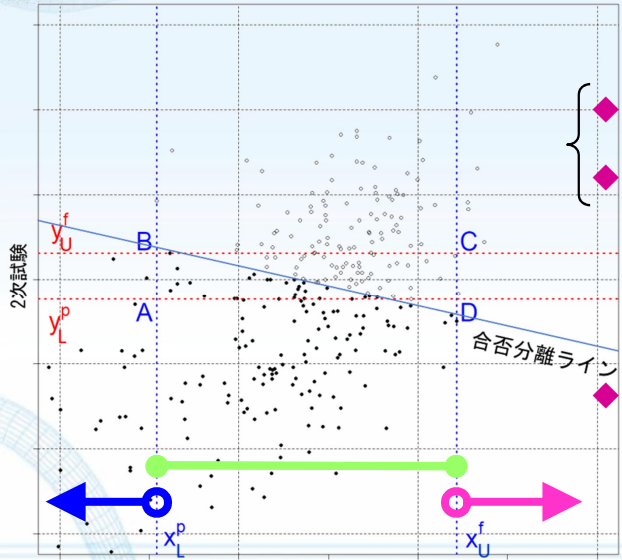
図2.4. 選抜単位Aにおける得点分布の散布図と各端点

## 記号の定義

- ◆ 受験者成績
  - ◆  $(x_k, y_k), (k = 1, 2, \dots, n^p + n^f)$
- ◆ 合格者群(pass)
  - ◆  $x_L^p = \min(x_i^p), x_U^p = \max(x_i^p), (i = 1, 2, \dots, n^p)$
  - ◆  $y_L^p = \min(y_i^p), y_U^p = \max(y_i^p), (i = 1, 2, \dots, n^p)$
- ◆ 不合格者群(fail)
  - ◆  $x_L^f = \min(x_j^f), x_U^f = \max(x_j^f), (j = 1, 2, \dots, n^f)$
  - ◆  $y_L^f = \min(y_j^f), y_U^f = \max(y_j^f), (j = 1, 2, \dots, n^f)$



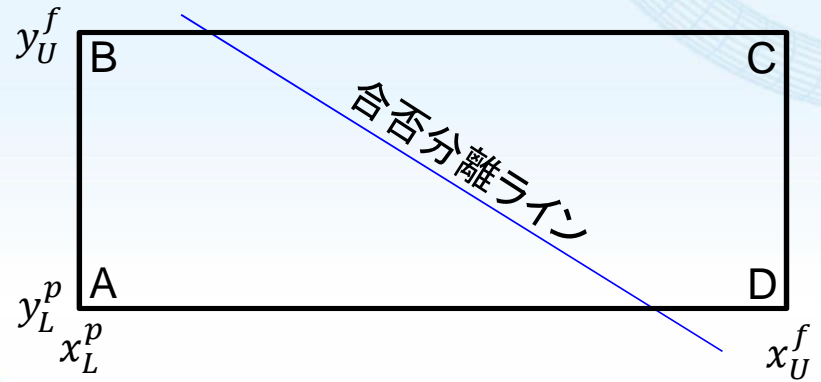
### 2.4.3. 合否判定方式 ◆ 1次試験のみ 受験者: $x^*$



- ◆  $x_U^f < x^*$  : 合格
- ◆  $x^* < x_L^p$  : 不合格
- ◆ 両試験受験者で不合格となった者との公平性
- ◆ 区間  $[x_L^p, x_U^f]$
- ◆ 長方形ABCDと合否分離ラインとの関係

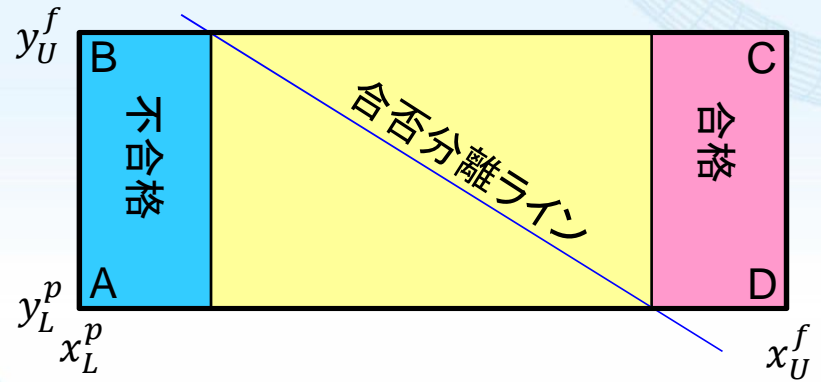
図2.4. 選抜単位AIにおける得点分布の散布図と各端点

### 合否分離ラインの横切り方



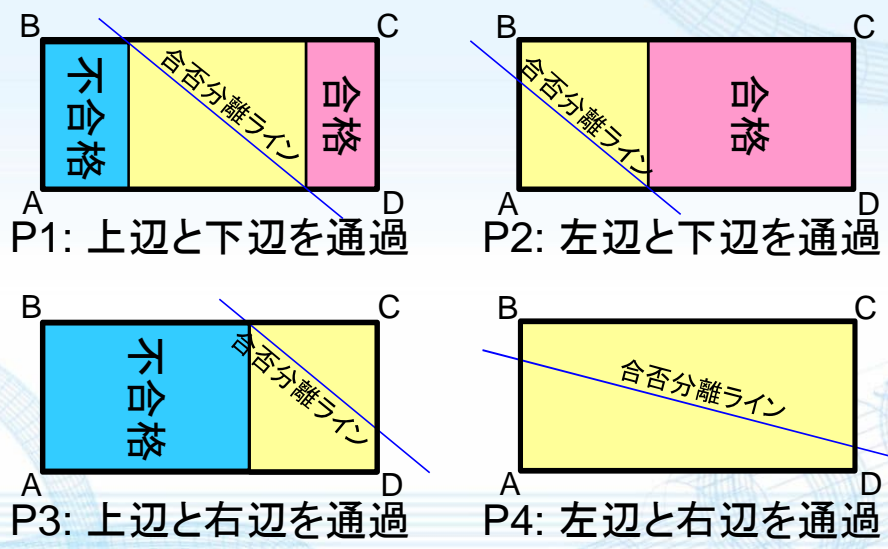
- ◆ 多くの場合は2辺を横切る
  - ◆ 合否分離ラインが端点を通ることは稀
  - ◆ 等脚台形2つ or 三角形と五角形に分割

### 合否分離ラインの横切り方



- ◆ 合否分離ラインより上側に位置するなら合格
- ◆ 合否分離ラインより下側に位置するなら不合格
- ◆ 黄色の部分を検討

### 合否分離ラインの横切り方



## 2.4.3. 合否判定方式

- ◆ 長方形ABCDと合否分離ラインの関係
  - ◆ 分割: 等脚台形2つ, もしくは三角形と五角形
  - ◆ 等脚台形や五角形: 並行する辺の部分は比較的容易に判定
  - ◆ 残った三角形部分, もしくは四角形の精査(黄色い部分)
  - ◆ 付加情報: 付置以外にも, 本人が提出している調査書やエントリーシート等の記載内容, 1次試験の合計点だけでなく各受験科目の点数も吟味
- ◆ 前提条件:
  - ◆ 両方の試験を受験した者と, 今回の当該受験者が等質であること
    - COVID-19の感染は偶発的なものと考えられる
  - ◆ 両方の試験を受験し合格した者, および不合格となった者がそれぞれある程度の分布を構成する人数であること
    - 募集単位が少人数。実質受験倍率が1を下回っている。
    - 端点の値の安定性が問題になる。

29

## 2.4.3. 合否判定方式

- ◆ 2次試験の重みの方が大きい傾斜配点の場合
  - ◆ 辺ADよりも辺ABの方が短くなる傾向
  - ◆ 2次試験のみの受験者の方が判定が容易になる
- ◆ 図2.5: 両方の試験を受験した全受験者の中で1次試験の最高得点を修めた受験者が不合格群に属している例
- ◆ 端点A, B, C, D=最小値, 最大値
  - ◆ 特定の一人の受験者の成績に影響される
  - ◆ より頑健性を持たせることを考えると分位点を用いることも
  - ◆ 大きな分位点を取ると, 不合格者との公平性との問題
  - ◆ 実際には何通りか算出して吟味することになるであろう

30

## 外れ値の影響

- ◆  $x_U^p < x_U^f$ 
  - ◆ 安心した?
  - ◆ 傾斜配点
    - ◆ (後期日程の傾斜率は前期日程より大きい)
- ◆ 端点を用いることの不安定性

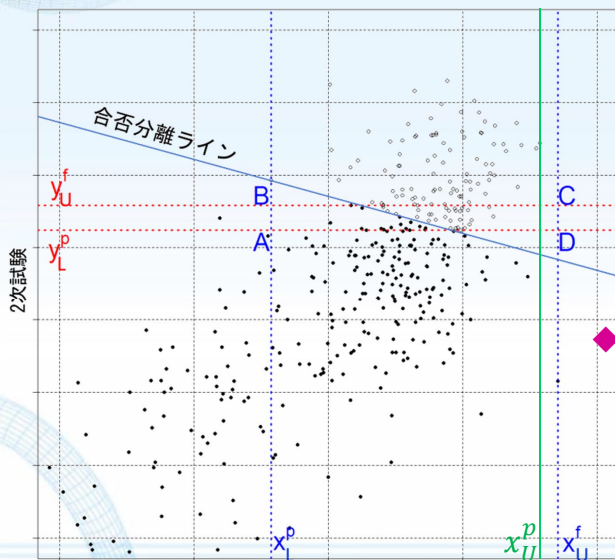


図2.5. 選抜単位Bにおける得点分布の散布図と各端点

31

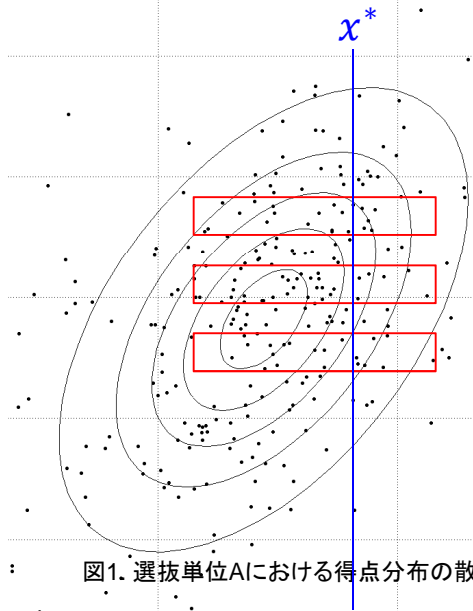
## 他にも: 分布と長方形の位置関係

- ◆ 確率楕円: 志願者の確率的な分布
- ◆ 分散を考慮した分布の中心(重心)からの距離
  - ◆ マハラノビス距離
- ◆ 密度を示している(等高線的)
- ◆ 確率的に多く分布している位置
- ◆ 2次元正規分布を仮定
- ◆ 長方形ABCDとの位置関係で期待值的に

32



## 確率楕円



- ◆ 確率楕円: 分散を考慮した中心からの距離
- ◆ 分布の密度
- ◆ 線形関係を仮定
- ◆ 分布と長方形ABCDの位置関係
- ◆ 確率的に多く分布している場所が判る

図1. 選抜単位Aにおける得点分布の散布図

## 2.5 入試における選抜効果

入試成績と学内成績データ(仮想数値例)

ID	入試成績		学内成績	
	共通試験	個別試験	合否	GPA
0001	868	677	合	2.87
0002	591	735	合	2.23
0003	655	442	否	NA
0004	646	517	否	NA
0005	605	734	合	3.43
...	...	...	..	...

不合格の場合には、  
学内成績(GPA)は欠測

- ◆ 入学者のみのデータで、入試成績(共通試験・個別試験)と学内成績(GPA)間の相関を求めると見かけ上弱くなることが多い(=選抜効果)
- 欠測を考慮して、相関分析を行うことが必要

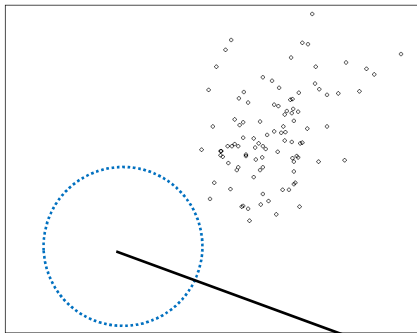
観測可能

合格者のみ (r=0.36)

観測不可

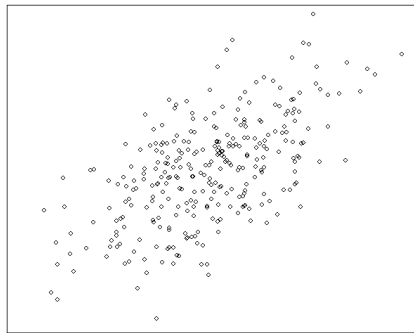
全受験者 (r=0.6)

学内成績



入試成績

学内成績

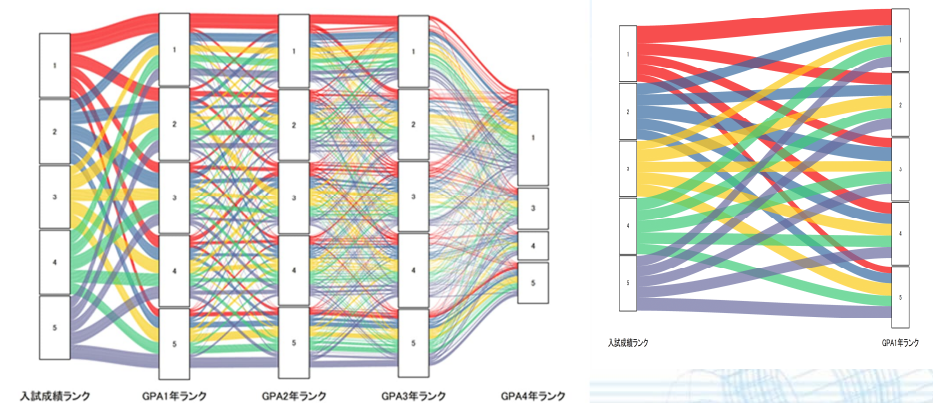


入試成績

欠測している部分も考慮して、  
相関係数の推定したい

## 2.6 追跡調査

- ◆ 入試成績、学内成績、卒業後、... : IRでも (Institutional Research)
- ◆ [例] アルビアル・ダイアグラム



### 3. アドミッションセンターの役割

- ◆ これらの調査は入学者選抜研究委員会(入選研)で
  - ◆ 共通第1次学力試験と共に各国立大学に設置(1979年から)
- ◆ 国立大学のアドミッションセンター
  - ◆ 3大学からスタート(2000年): 東北大、筑波大、九大
  - ◆ 現在は多くの国立大学に設置されている
- ◆ 業務は多岐・多様にわたる ==> 次スライド
  - ◆ 多くの人の目に触れるのは進学説明会か(広報活動)
- ◆ スタッフ=Admission Officerと呼ばれたりする
  - ◆ 大学教員、高等学校教員、受験産業、.....
- ◆ 世間からの要求も高度に: 『多面的・総合的評価』

37

### Admission Officerに求められるスキル

- ◆ 「大学」の熟知
  - ◆ 自大学のみならず他大学も
- ◆ 高等教育の在り方
  - ◆ 在るべき姿が語れるか
- ◆ 入試業務・仕組みの把握
- ◆ 入試動向・教育行政の把握
- ◆ (初等&)中等教育の把握
- ◆ 情報処理・統計処理技術
  - ◆ データハンドリング、データ解析、報告
- ◆ プレゼンテーション能力?
- ◆ 入試課との連携
- ◆ IR部門との連携
- ◆ 学内での発言力
- ◆ 他部局との協調

【私見】

- ◆ 高大接続を担っているという気概
- ◆ 高校と大学の関係性  
(単なる高校教員の支援ではなく)

38

### 4. 入試を取り巻く課題

- ◆ 入試データの秘匿性による扱い難さ
- ◆ 当該大学の置かれた位置・役割
  - ◆ 他大学とのノウハウの交換の難しさ
  - ◆ 普遍性の乏しさ ==> 研究に結びつき難い
- ◆ 作題者の不足 ==> 入試ミスの一因
  - ◆ 大学入試センターが作題能力を集約(1979年以降)
  - ◆ 教養部解体(1990年代)
- ◆ ACスタッフの育成: ポストはあるのだが
  - ◆ Admission Officer に関する養成課程の無さ
  - ◆ データの分析力
  - ◆ 高等教育に対する思い

39

### 5. まとめに代えて

- ◆ 最近の動向
  - ◆ CBT(Computer Based Testing) <====> PBT(Paper Based Testing)
  - ◆ IRT(Item Response Theory, 項目応答理論)
  - ◆ 大学入試センター刊、CBT報告書(令和3年3月24日)
    - 「大規模入学者選抜におけるCBT活用の可能性について(報告)」
    - [https://www.dnc.ac.jp/research/cbt/cbt\\_houkokusyo.html](https://www.dnc.ac.jp/research/cbt/cbt_houkokusyo.html)
- ◆ 当初タイトル案: 「アドミッション教員のすゝめ」
  - ◆ 「大学入試研究における統計数理 ~入試データの見方・考え方~」
- ◆ 生きたデータとの格闘+「大学」の将来を考えたい方
  - ◆ 「統計学」と「高等教育論」のハザマで
- ◆ 飛び込んでみませんか? “統計”は強い味方になります

お勧め

40