高得点科目の採用による選抜における合格者の学力の評価について

菊地賢一(東邦大学理学部)

http://www.kikuchi-lab.jp/

高得点科目の採用による選抜

・私立大学のセンター試験利用入試では、
素点で高得点の科目を採用する方式が
多い。一般入試にも、用いられている

・国立大学でも、2科目から1科目のように、
高得点の科目を採用している大学もある

センター試験入試の学力の分析

・入試センターの発表している全受験者の
　平均点と標準偏差を用いて標準化

・偏差値（標準得点）を用いて、
　受験者、合格者の学力を分析

（例）英語、数学I・A、数学II・B、理科の中から、
　高得点の上位2科目の素点合計で選抜

　各科目の標準得点を求め、受験者及び
　合格者の平均の、年度による推移を見る

分析結果の例（変換済み数値）

グラフは、割愛させていただきました

・センター平均と合格者の標準得点の動きが一致

素点の平均と合格者の学力の関係

科目平均が高い

↓

得点として採用されやすい

↓

平均が高いので、標準得点は低くなる

↓

合格者の標準得点の平均は低くなる？

直感と結果の食い違いを検証する

http://www.kikuchi-lab.jp/

先行研究

・切断分布の期待値に関する研究

・入学試験と入学後の到達度テストとの関係
入学試験により、切断された後の
到達度テストの期待値やその相関
（選抜効果）

モデル化

n：科目数

h：採用する高得点科目数

X_j：科目 j の得点$(1 \le j \le n)$

$(X_1, X_2, \cdots, X_n)'$：多変量正規分布 $N(\boldsymbol{\mu}, \boldsymbol{\Sigma})$ に従う

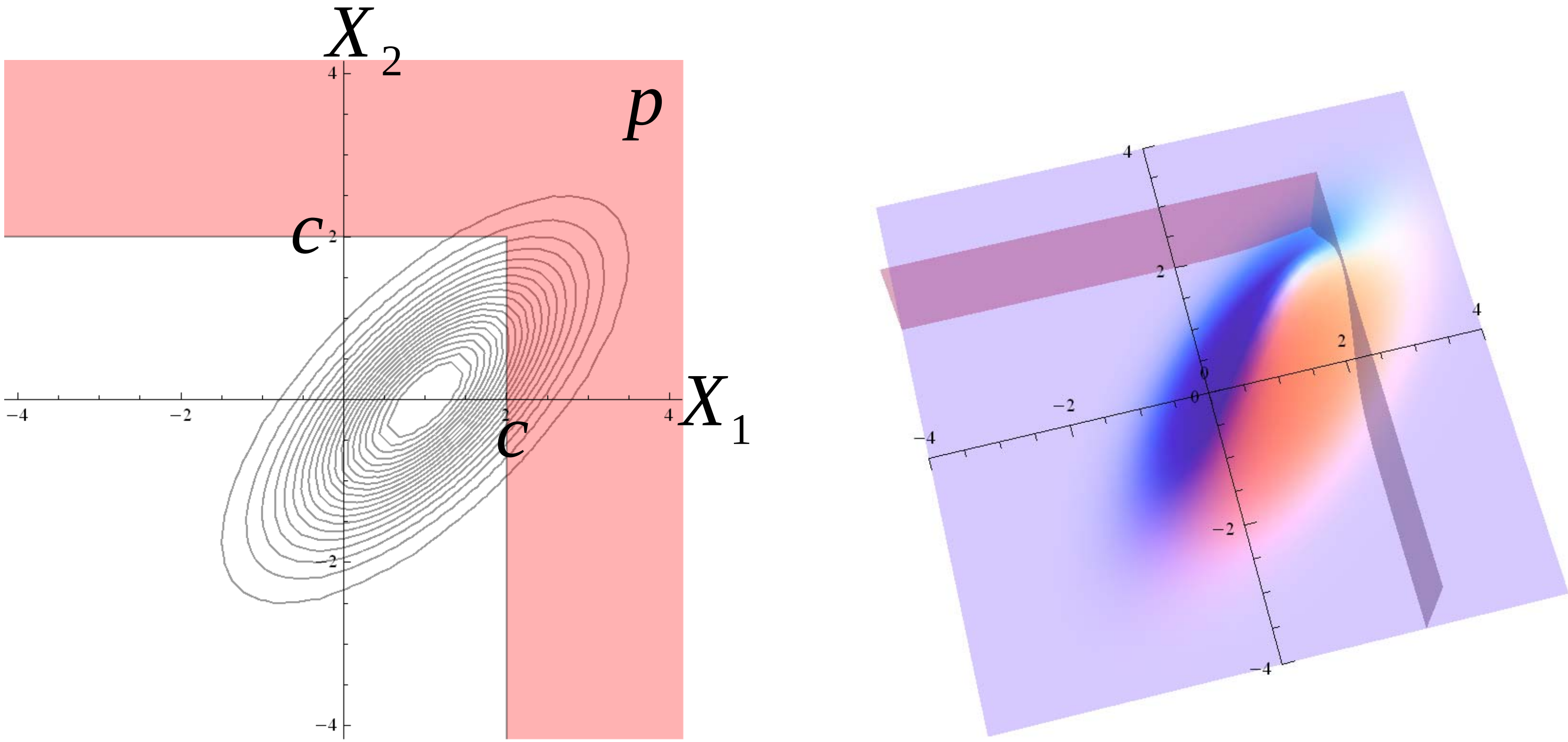
N：受験者数

p：合格率（合格者数はNp）

$X_1, X_2, \cdots X_n$ の高得点の上位 h 科目を合計

上位Np人を合格とする

2科目$(n=2, h=1)$の場合の合格範囲



$\max(X_1, X_2)$：得点

c：合否判定ライン（合格最低得点）

$c \le X_1$ or $c \le X_2$：合格範囲（確率＝p）

http://www.kikuchi-lab.jp/

合格者の期待値

（1）合否判定ラインを標準化する

$$x = (c - \mu_1) / \sqrt{\sigma_{11}}$$
$$y = (c - \mu_2) / \sqrt{\sigma_{22}}$$

（2）標準化された科目1の期待値を計算

$$\begin{aligned}\mathrm{E}(X \mid X \geq x \text{ or } Y \geq y) = (&\phi(x) + \rho\phi(y) \\ &- \phi(x)(1 - \Phi((y - \rho x) / \sqrt{1 - \rho^2})) \\ &- \rho\phi(y)(1 - \Phi((x - \rho y) / \sqrt{1 - \rho^2}))) / p\end{aligned}$$

$(X, Y)'$ ：2変量標準正規分布に従う

2変量正規分布を用いた数値計算

平均

$$\boldsymbol{\mu} = (\mu_1, 0)'$$

標準偏差と相関

$$\boldsymbol{\Sigma} = \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma^2 & \rho\sigma \\ \rho\sigma & 1 \end{pmatrix}$$

μ_1 : X_1 の平均
σ : X_1 の標準偏差
ρ : 相関係数
p : 合格率

これらを変えて、合格者の標準得点の期待値を計算

パラメータの値

$$\mu_1 = 0, 0.1, 0.2, \cdots, 2$$

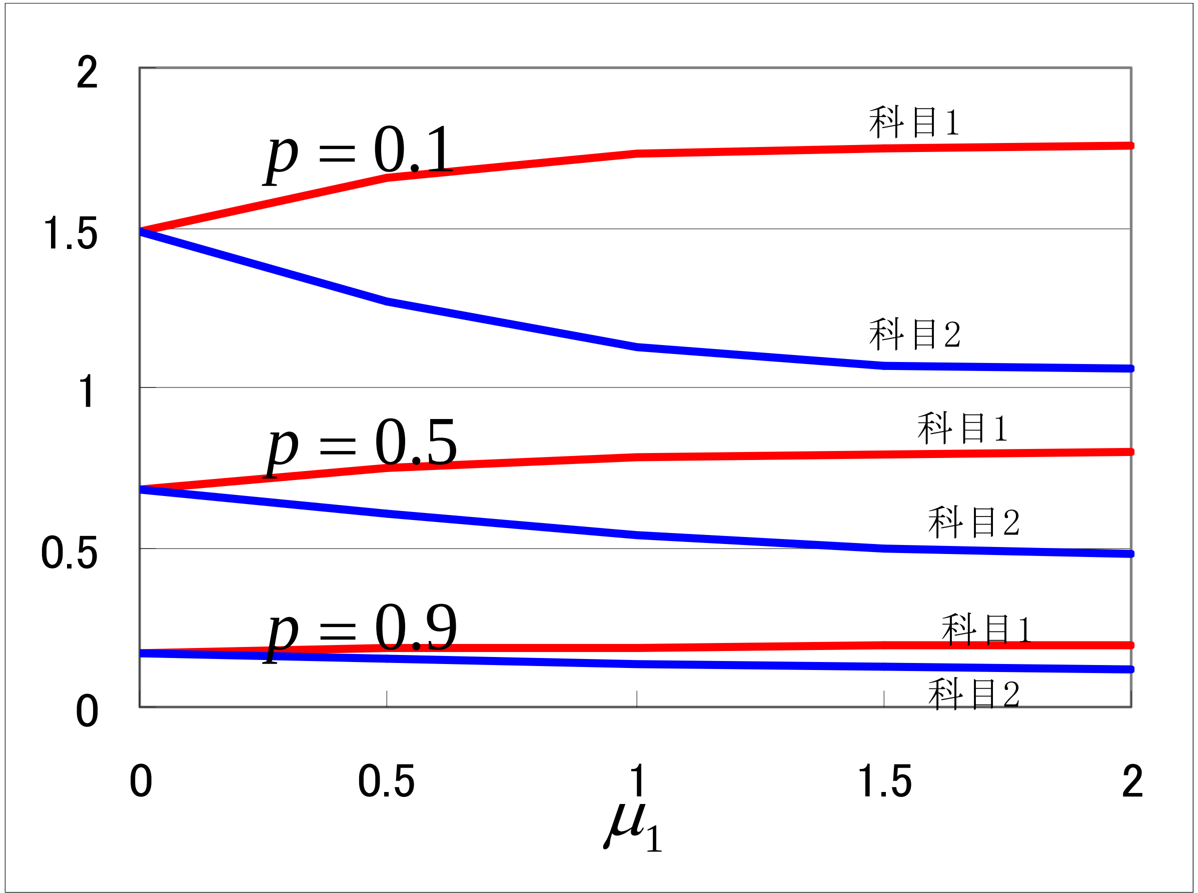
$$\sigma = 0.5, 1, 1.5$$

$$\rho = 0, 0.3, 0.6, 0.9$$

$$p = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9$$

なお、$\mu_1 = 0, \sigma = 1$であれば、
平均に差はない

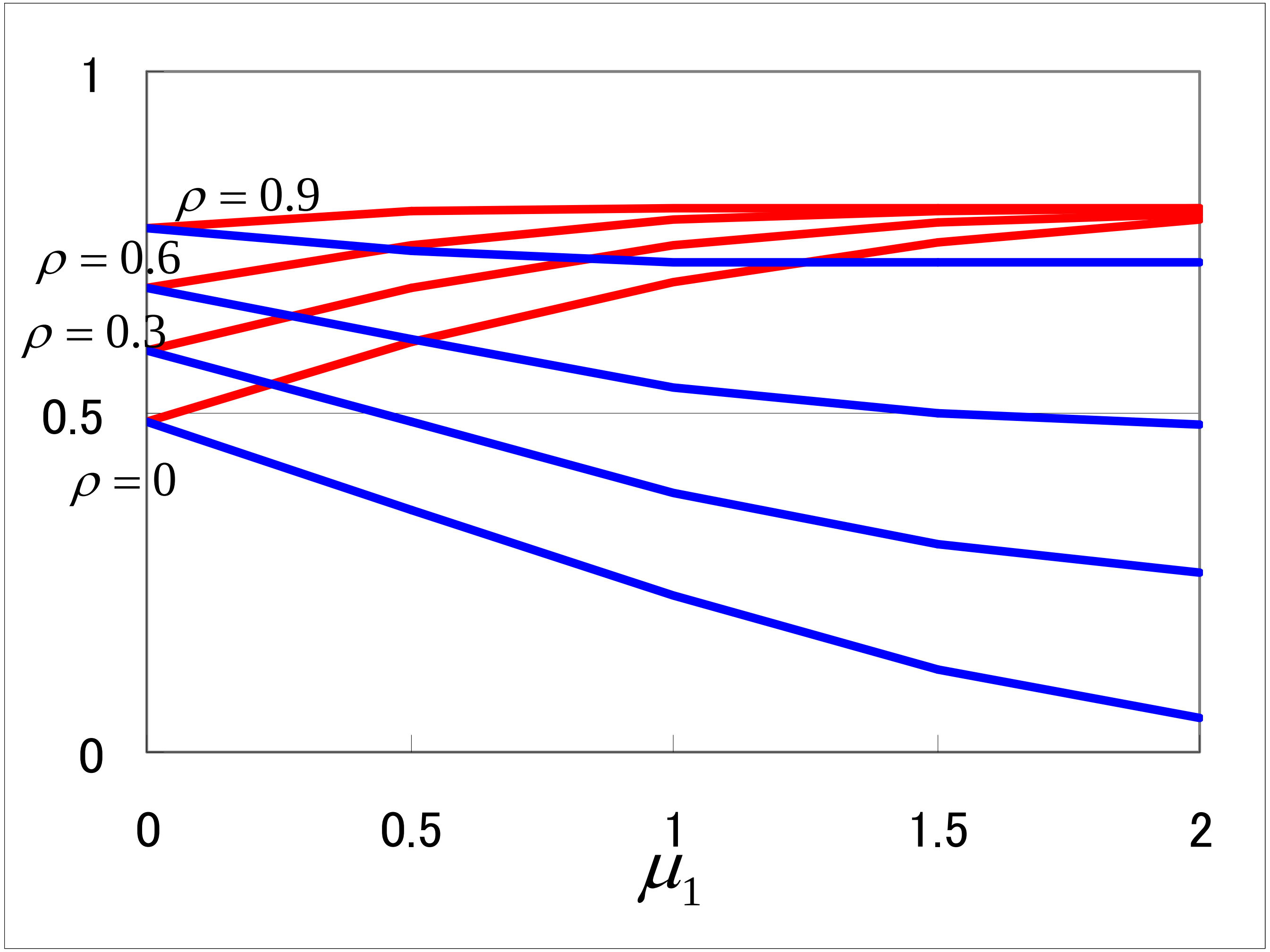
合格率による違い



$\sigma=1, \rho=0.6$

素点の平均が高くなると、合格者の
　　　標準得点の平均も高くなり、差も大きくなる
合格率が高くなると、差は小さくなる

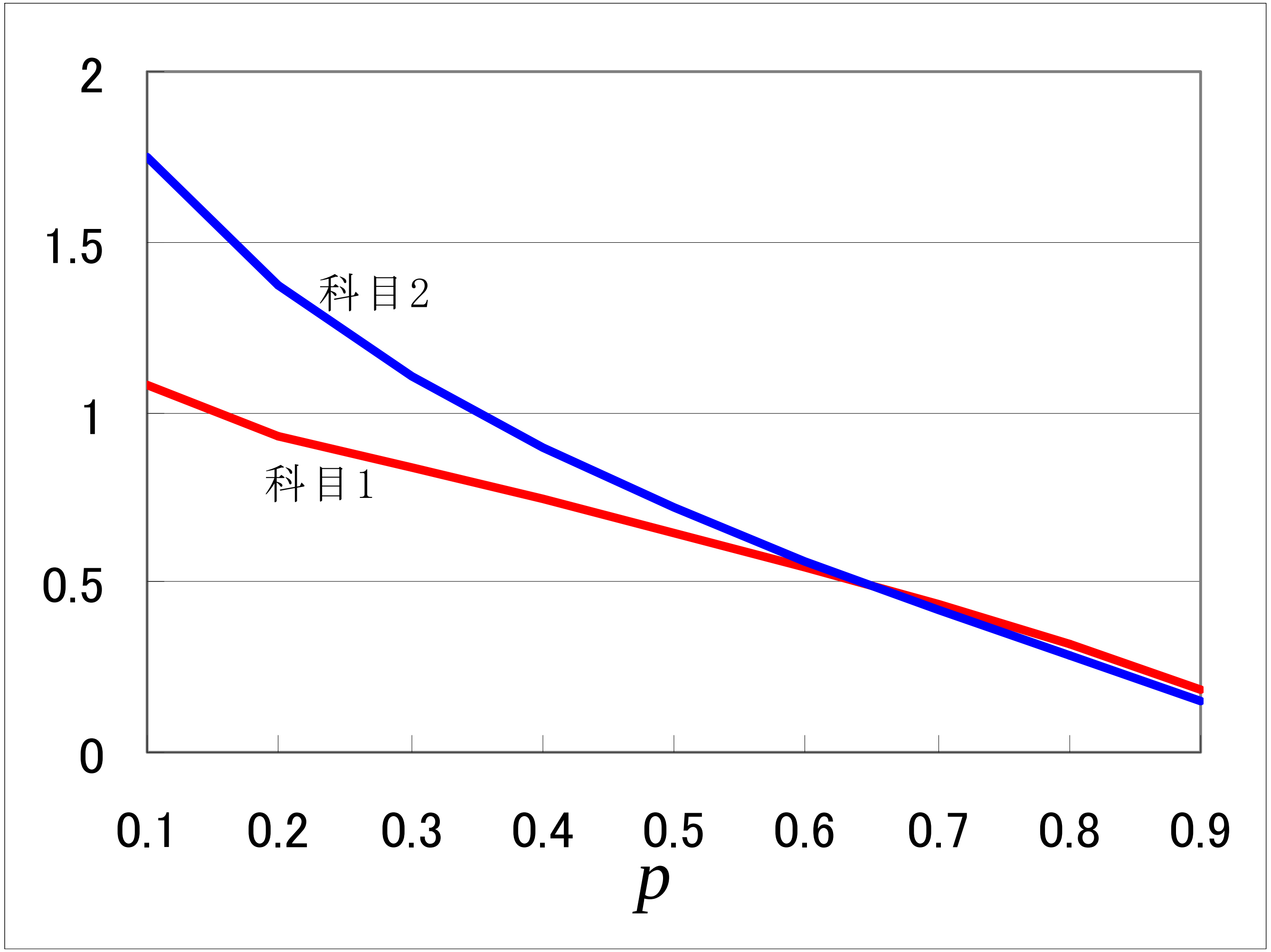
相関係数による違い



$\sigma = 1, p = 0.5$

相関係数が大きくなると、差は小さくなる

標準偏差による違い



$$\mu_1 = 0, \rho = 0.6, \sigma = 0.5$$

まとめ（2科目）

標準偏差が同じ場合

- 素点の平均が高くなると、
  合格者の標準得点の平均も高くなる
- 素点の平均の差が大きくなると、
  合格者の平均の差も大きくなる
- 合格率が高くなると、差は小さくなる
- 相関係数が大きくなると、差は小さくなる

標準偏差が違う場合

- 素点の平均の差や合格率に依存して、
  合格者の標準得点の高低が変わる

5科目の場合

・科目数が多くなると、定式化が困難
・多変量正規分布に従う
　　乱数を用いてシミュレーション

科目数＝5、受験者数＝10,000
合格者の標準得点の平均を計算
100回繰り返し、その平均を求める

パラメータの値

$h = 1, 2, 3, 4$

$\boldsymbol{\mu} = (1, 0, 0, 0, 0)', (1, 1, 0, 0, 0)', (1, 1, 1, 0, 0)', (1, 1, 1, 1, 0)'$

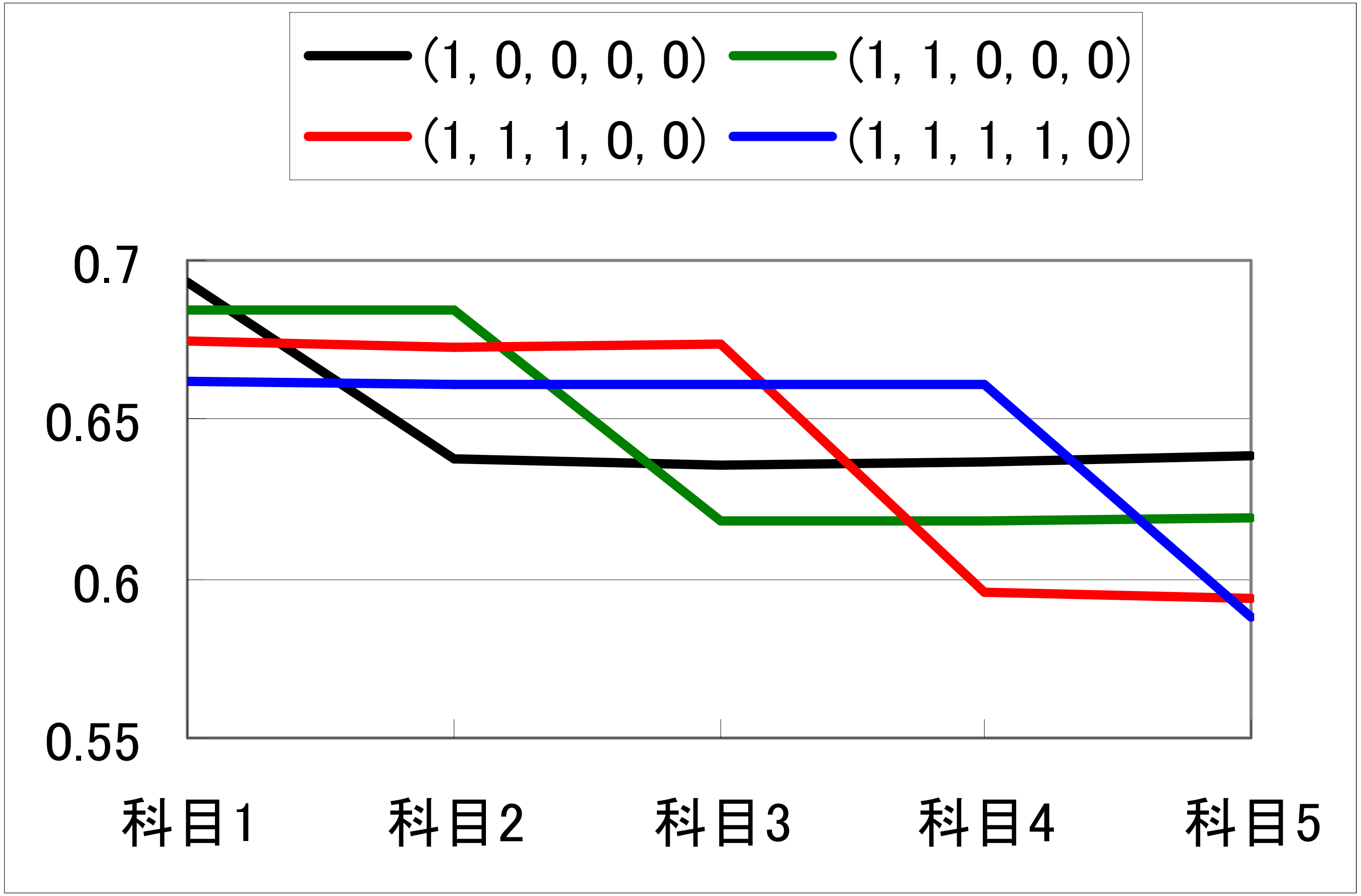
$\rho = 0, 0.3, 0.6, 0.9$

（すべての科目間相関係数は同じ値）

$p = 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9$

ただし、標準偏差はすべて1

平均ベクトルによる違い



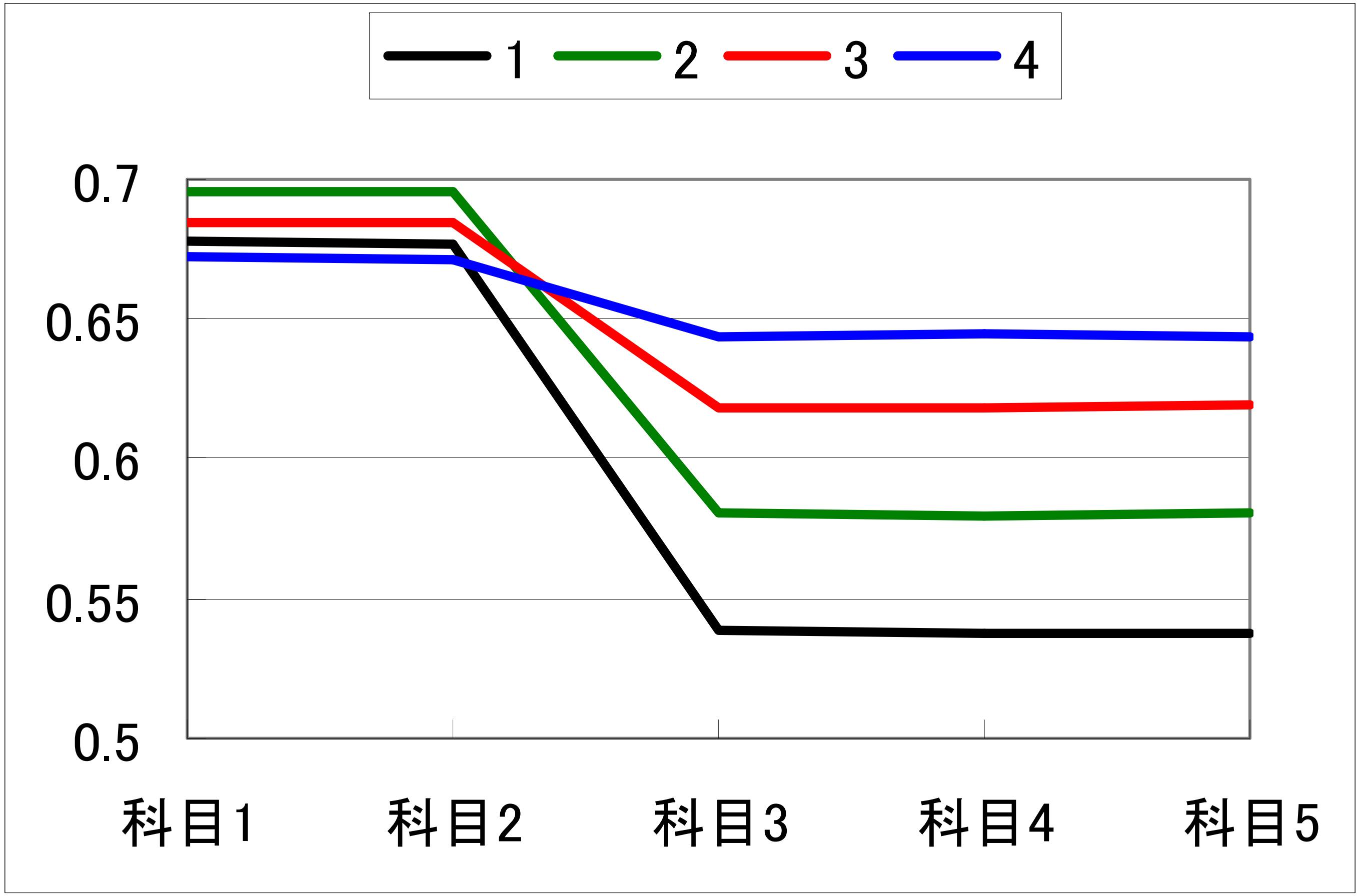
$h = 3$

$\rho = 0.6$

$p = 0.5$

素点の平均が高いと、
　　合格者の標準得点の平均も高くなる

採用科目数による違い



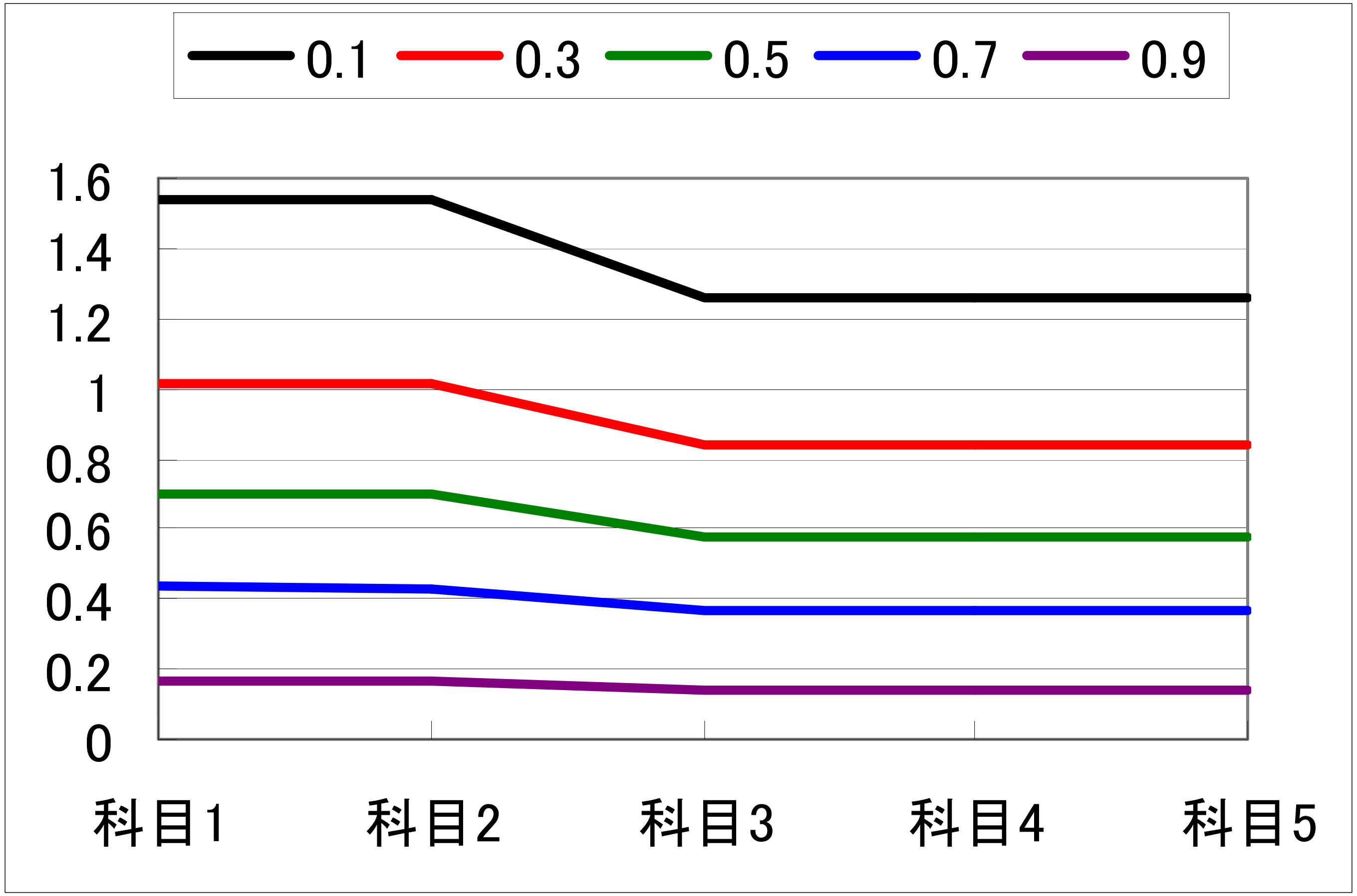
$$\boldsymbol{\mu} = (1,1,0,0,0)'$$

$$\rho = 0.6$$

$$p = 0.5$$

採用科目数が増えると、差は小さくなる

合格率による違い



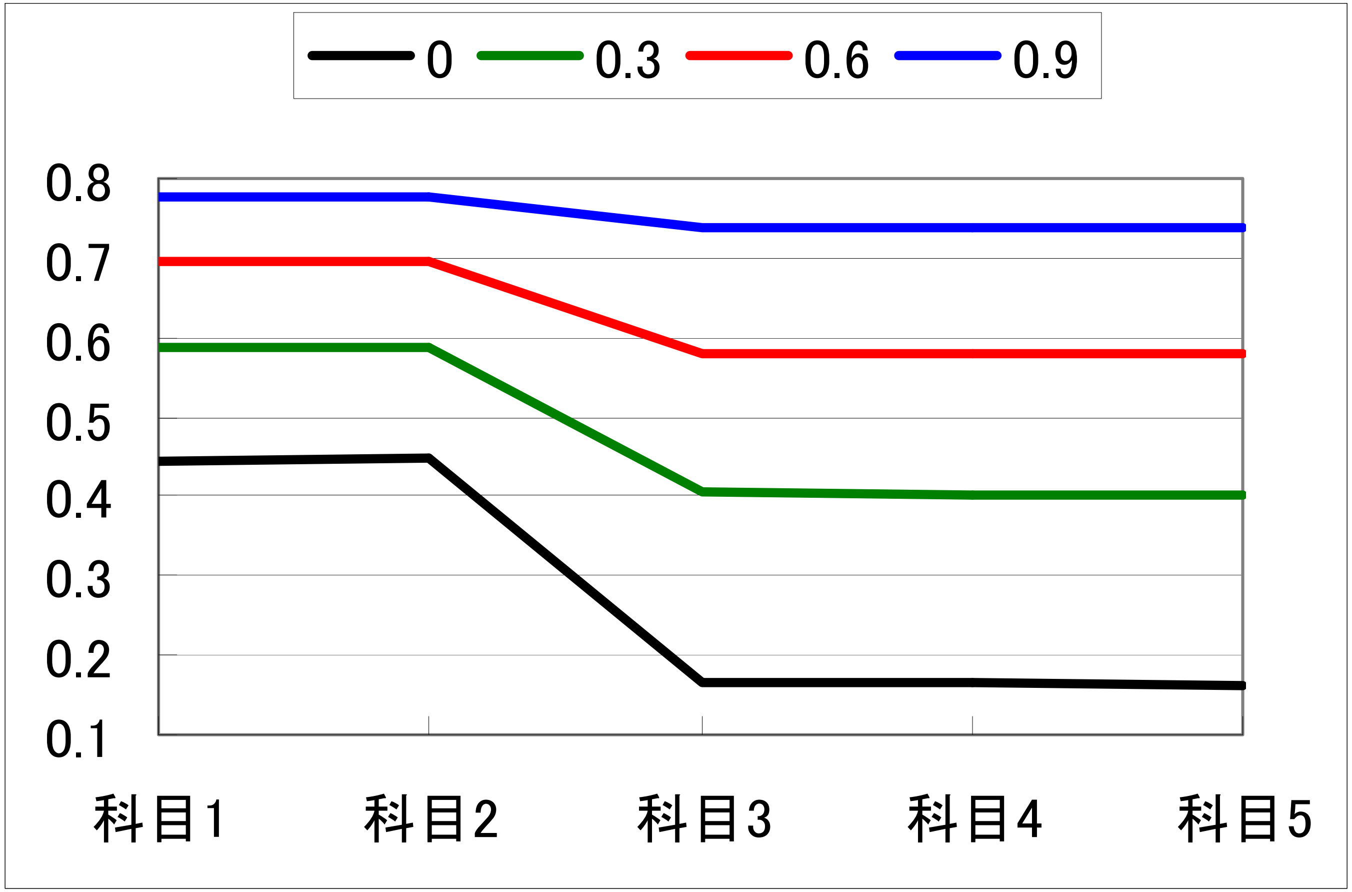
$h = 2$

$\boldsymbol{\mu} = (1,1,0,0,0)'$

$\rho = 0.6$

合格率が高くなると、差は小さくなる

相関係数による違い



$$h = 2$$

$$\boldsymbol{\mu} = (1,1,0,0,0)'$$

$$p = 0.5$$

相関係数が大きくなると、差は小さくなる

まとめ（5科目）

- 素点の平均が高いと、
  合格者の標準得点の平均も高くなる

- 採用科目数が増えると、差は小さくなる

- 合格率が高くなると、差は小さくなる

- 相関係数が大きくなると、差は小さくなる

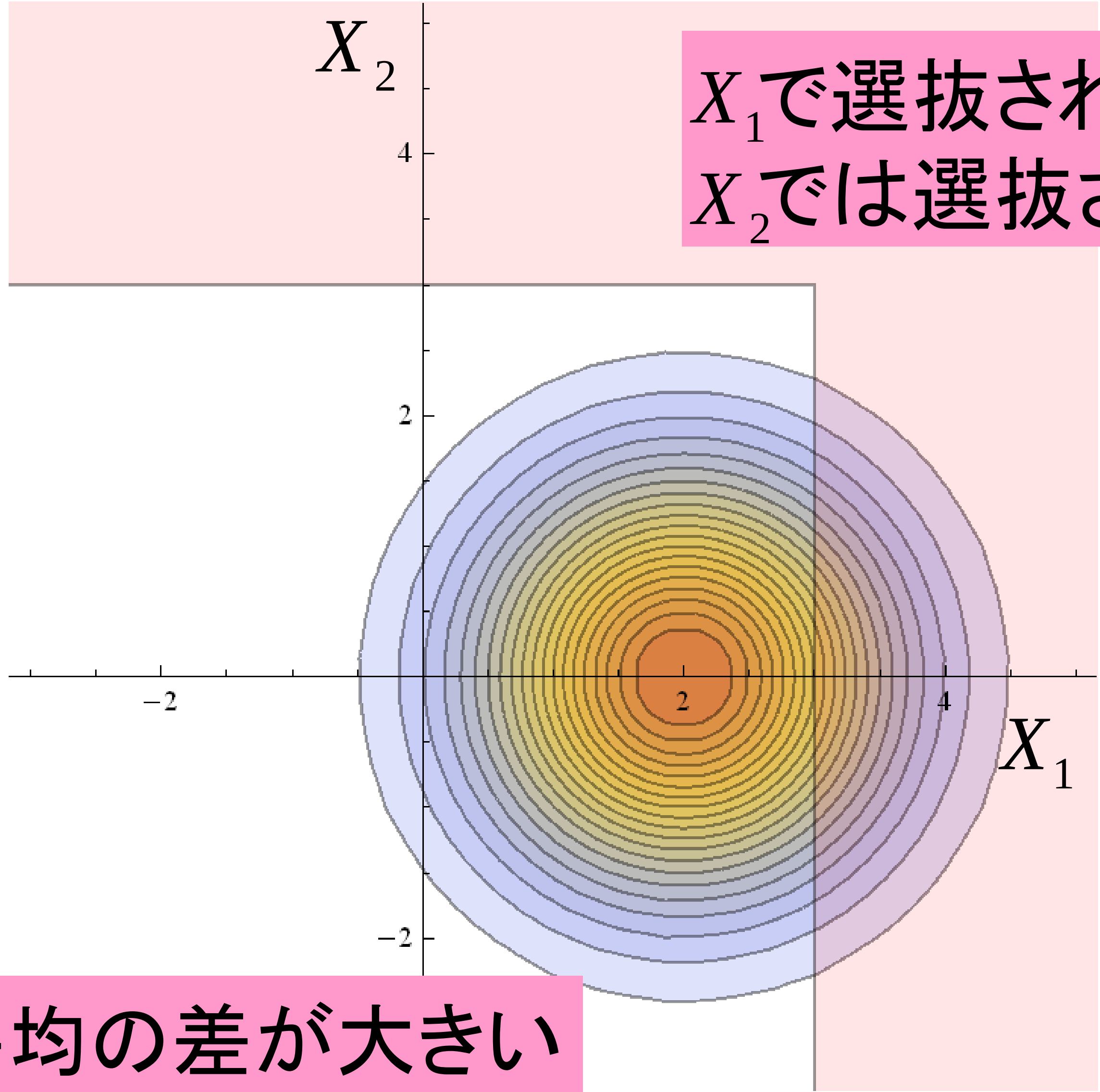
全体のまとめ

・実際の分析結果が、理論的に確認された
（素点の平均が高いと、合格者の
標準得点の平均も高くなる）

・標準得点を用いた合格者の平均は、
素点の平均に大きく影響される

・合格者だけの分析では不十分で、
素点の平均も考慮する必要がある

なぜ起こるのか？



X_1で選抜され
X_2では選抜されない

素点の平均の差が大きい
相関係数が小さい

高得点科目による選抜の問題点

たまたま、素点の平均が高かった科目の
学力が高い合格者が多くなる

↓

意図した学生の学力と違うかもしれない

入学後の成績などの追跡調査が必要

当てはまらない場合

・標準得点を用いている

・輪切りにされている

・完全に選択科目
（例）2科目から1科目を選択して、
その科目しか受験していない

・高得点として採用した科目の得点だけしか、
分析に用いない