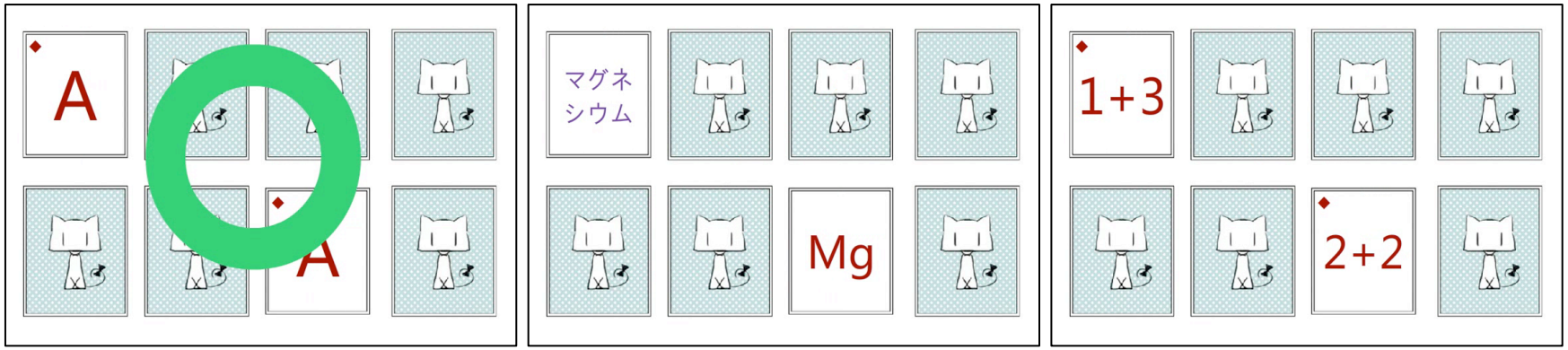
プロパティ交換法における学習課題とカードゲームの組み合わせに関する研究

–学習用カードゲーム推薦システムの開発–

北海道情報大学大学院　経営情報学研究科　経営情報学専攻
メディア制作論プログラム　1481107　宋爽

プロパティ交換法

既存のカードゲームのカードを、演習問題が書かれたカードと交換することで学習用カードゲームへと作り変える手法 [1]



神経衰弱

元素
神経衰弱

計算
神経衰弱

[1] 梅津孝信, 平嶋宗, 竹内章: “学習ゲーム作成のための部分構造交換法とそと実践例”,電子情報通信学会論文誌, Vol. J88-D-I, No. 1, pp. 36-44 (2005)
[2] 梅津孝信, 平嶋宗: “プロパティ交換法とそれに基づく学習ゲーム設計支援システムの開発”, 人工知能学会論文誌, Vol. 22 No. 1, pp. 19-28 (2007)
[3] 梅津孝信, 東卓弥, 平嶋宗, 竹内章: “学習用カードゲームのオーサリングシステムの開発と実験評価”, 教育システム情報学誌, Vol. 30, No. 2, pp.148-159 (2013)

プロパティ交換法に関する既存研究で明らかにしたこと[2][3]

長所：

- 短時間で学習用ゲームを作成できる
- 誰でも学習用ゲームを作成できる

短所：

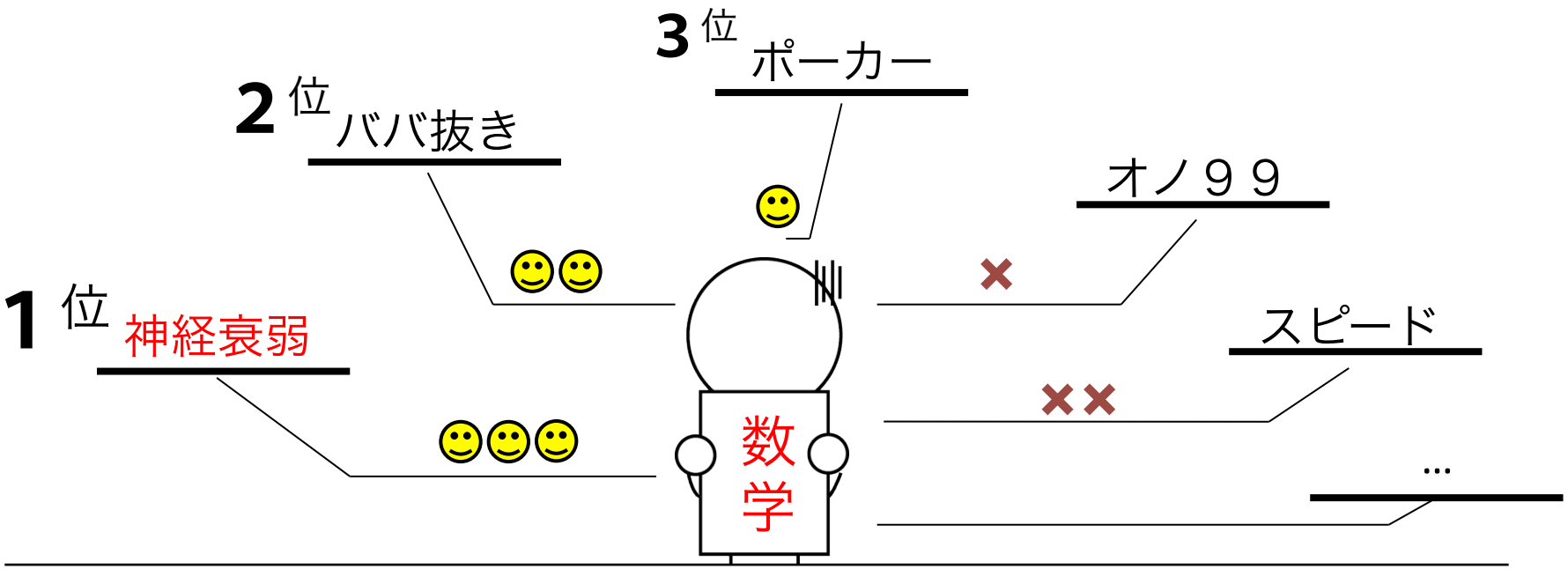
- 課題とゲームを自由に組み合わせることができない
- 学習内容はカードゲームのルールにより制限される

プロパティ交換法の残りの課題

1. 学習用ゲームの学習効果と面白さの検証の不足に対して、本研究の検証結果（付録.仮実験）：
   - ◆ 被験者により面白さに対する感覚は異なる
   - ◆ 課題と組合せるゲームを変えると、被験者が感じる面白さは変化する
2. 難しい問題に対しての学習支援はできるかは不明等

研究目的

勉強嫌い・ゲーム好きな学習者の動機付けの支援

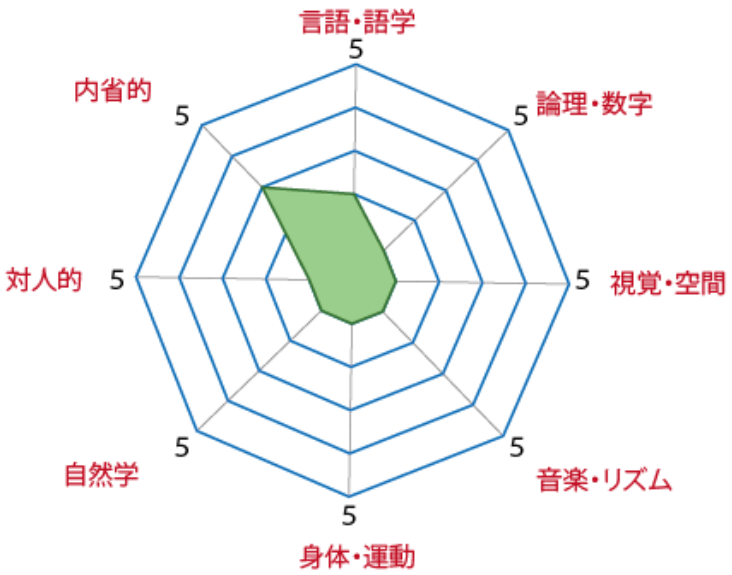


学習者の嗜好に適した学習課題とカードゲームの組み合わせを推薦する

本研究の特徴モデル

学習課題とカードゲームの特徴を同一モデルで表現できた(付録.実験1)

領域	使わない					使う
言語・語学	0	1	2	3	4	5
論理・数字	0	1	2	3	4	5
視覚・空間	0	1	2	3	4	5
音楽・リズム	0	1	2	3	4	5
身体・運動	0	1	2	3	4	5
自然学	0	1	2	3	4	5
対人的	0	1	2	3	4	5
内省的	0	1	2	3	4	5



領域

*多重知能理論

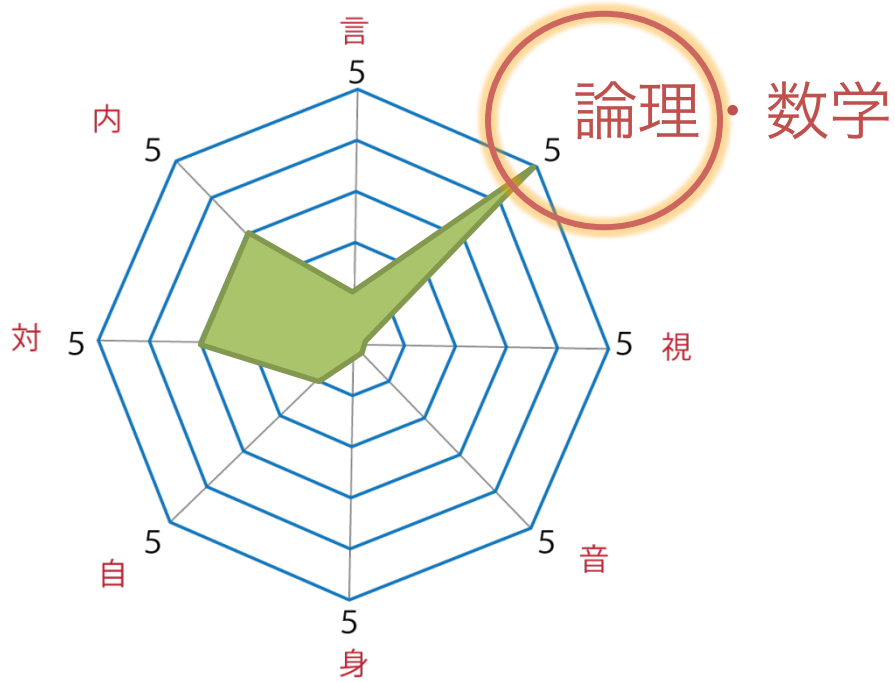
レベル

主観

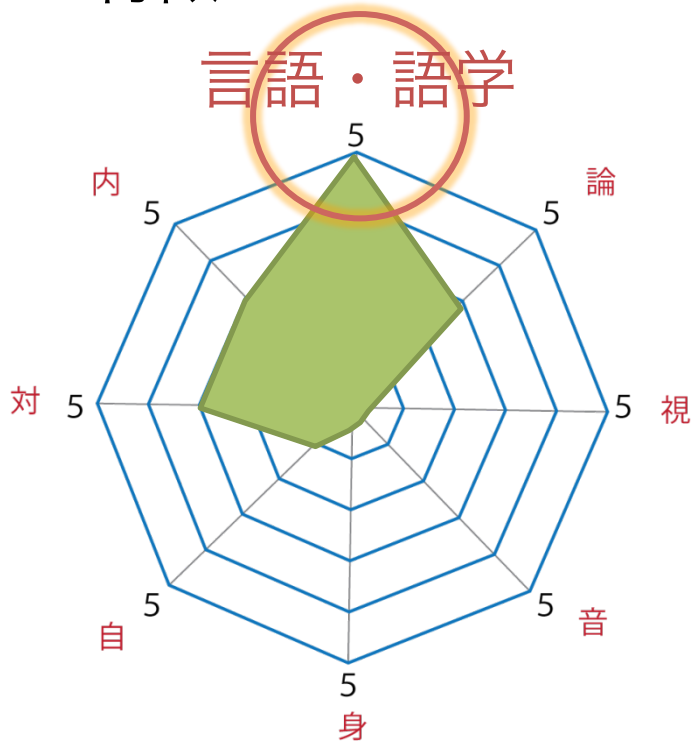
*Gardner, 1983

特徴モデルの考察

＜ITパスポート＞の特徴



被験者Aが認識した
＜ITパスポート＞の特徴



被験者Bが認識した
＜ITパスポート＞の特徴

結論

推薦方法を設計するとき、学習者が認識している
学習課題とカードゲームの特徴を予測できる計算式が必要

推薦方法の先行研究

協調フィルタリング

① ユーザ間：被推薦者に似たユーザが好むアイテムの推薦
→推薦効果が高い
② アイテム間：被推薦者が好むアイテムに似たアイテムの推薦
→効果が出るのが早い
●短所：cold start, grey sheep等

内容ベースフィルタリング

ユーザの嗜好とアイテムの特徴を用いた推薦
●長所：初期で稼働可能
●短所：推薦効果はいまいち

[4] 山下晃弘, 川村秀憲, 飯塚博幸, 大内東: “推薦と格付けの相互作用に基づく推薦アルゴリズムの性能評価”,情報処理学会論文誌,Vol.2, No.2, pp.47-57(2009)
[5] BURKE, Robin. Hybrid web recommender systems. In: *The adaptive web*. Springer Berlin Heidelberg, 2007. p. 377-408.

類似度の先行研究

定義

- ２つの集合の要素がどれだけ似ているかを数量化した値
- 集合の要素は行ベクトルで表す
  - 例えば$x=(x_1,x_2,\ldots,x_n)$と$y=(y_1,y_2,\ldots,y_n)$

計算方法

- ベクトルの角度：コサイン距離，ピアソン距離…
- ベクトルの距離：ユークリッド距離…

本研究の需要

- 計算式による<u>計算不能</u>（分母=0）の場合を避けたい
  - 例えば (5,5,…,5)の場合，他のベクトルとのピアソン距離は計算できない
- ベクトルの長さの計算も必要

（山下らの）ユークリッド距離による類似度の計算[5]を使用

$$sim(x,y) = \exp\left(-\alpha \times \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - y_i)^2}\right)$$

本研究の嗜好アンケート

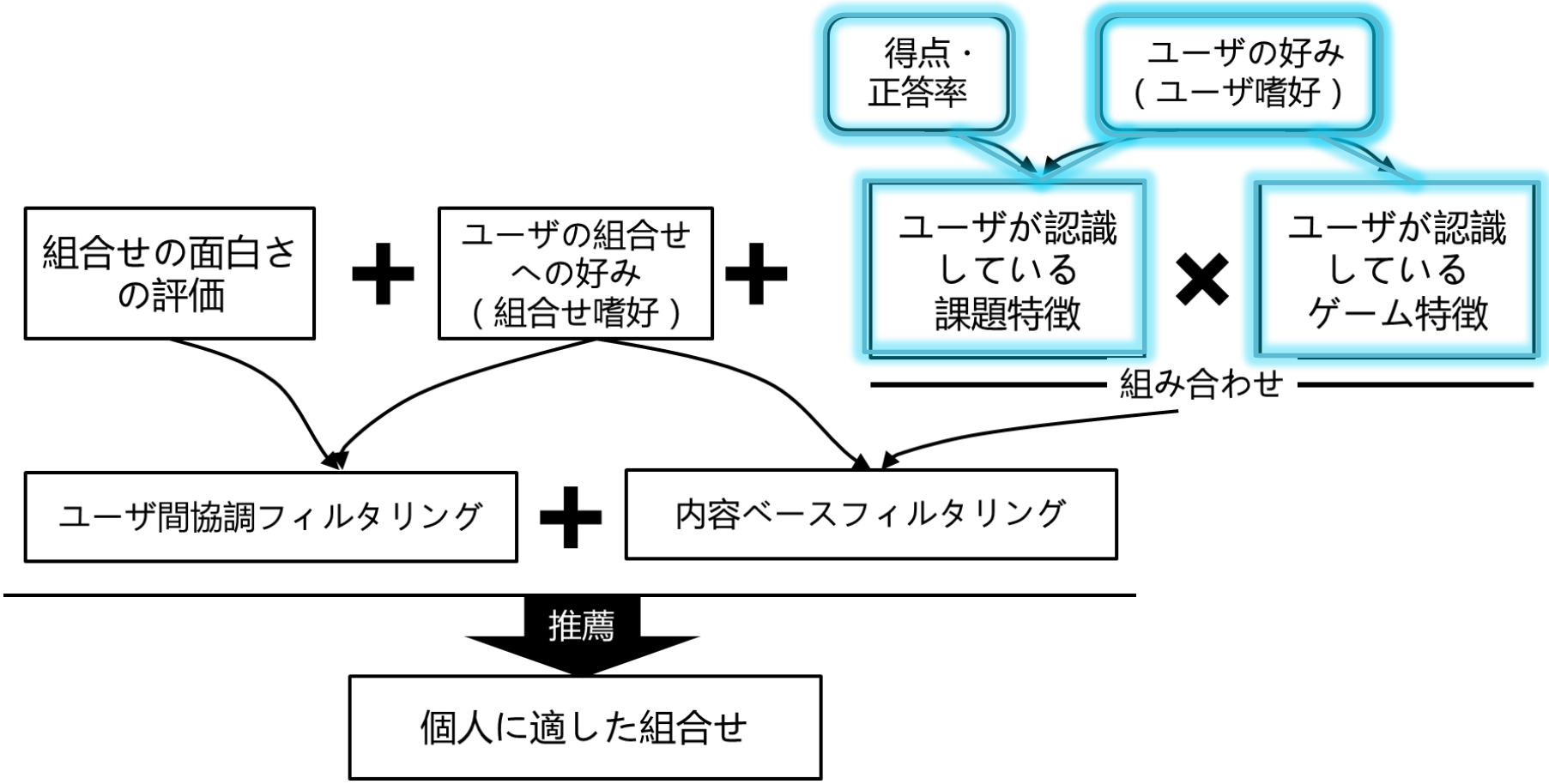
システムを初めて利用する学習者にも推薦ができる

#	質問例
1	言語・語学（書き・読み・喋り・歴史・文学…）に興味があるか
2	論理・数学（計算・推理・プログラミング・番号記憶…）に興味があるか
…	…
9	普段カードゲームをプレイするか
10	カードゲームが好きか
11	難しいゲームが好きか
12	勉強が得意か（点数が取れるか）
13	勉強が好きか（学ぶこと自体が好きか）
14	難しい問題が好きか

ユーザaの嗜好を表現するベクトル

- 全１７問の回答は嗜好ベクトル$u_a=(u_{a\,1},u_{a\,2},\ldots u_{a\,17})$
- 問１～８の回答は組み合わせ嗜好ベクトル$p_a=(p_{a\,1},p_{a\,2},\ldots p_{a\,8})$

本研究の推薦手順
（初回から使える）



＊ある課題（ゲーム）の最初の特徴は
その課題（ゲーム）の追加者が設定する

評価実験

目的

1. プロパティ交換法を実装したカードゲーム対戦アプリの試行
2. 推薦度を計算できるかについての考察

内容

- 嗜好アンケートの回答
- ４種類の学習課題の回答
  ① 四則計算
  ② 日本語検定漢字問題
  ③ 日本語検定敬語問題
  ④ ITパスポート問題
- ４種類のカードゲームをプレイ
  ① 神経衰弱
  ② スピード
  ③ オノ９９
  ④ ゴキブリポーカー
- ４×４種類の学習用カードゲームをプレイ
- 実験後アンケート

本実験	2015年6月16日・30日 約1時間 北海道情報大学学生18名	追実験	2015年11月24日 約２時間 北海道情報大学学生17名

実験用アプリ

ゲーム画面（神経衰弱）

神経衰弱×漢字

ROOM id
0

NAME
user2

Present Player
user2 (score:0)

Next Player
admin (score:0)

heart
巡回は犯罪を[抑止]する効果がある。

（J）よくし

（A）おろしね

（6）きせい

回答する

HINT

[OK]ボタンをクリックしてゲームを進んでください。尚、カード上の問題を取ることができる。カードをクリックし、答えを選択してから、左側の[Solve]ボタンをクリッ

heart
巡回は犯罪を[抑止]する効果がある。
（J）よくし
（A）おろしね
（6）きせい

CARD

CARD

CARD

CARD

clover
[陶芸]品の展示会が開かれる。
（6）かしこい
（5）とうげい
（A）たくみ

CARD

CARD

CARD

CARD

CARD

CARD

CARD

OK

評価実験の結果

アプリの感想

肯定的感想

- ✓ 頭を使うのに、面白かった
- ✓ 勉強になりました

プロパティ交換法について明らかにしたこと

- x 全然知らない知識について、勉強にならなかった
- x 問題文が長いと、読みたくない
- x 難しい問題を解くには時間がかかるので、ゲームのテンポが悪くなった

アプリ仕様の改善について意見

- x チュートリアルが欲しい
- x iPadでは、長文のカードは読み辛い

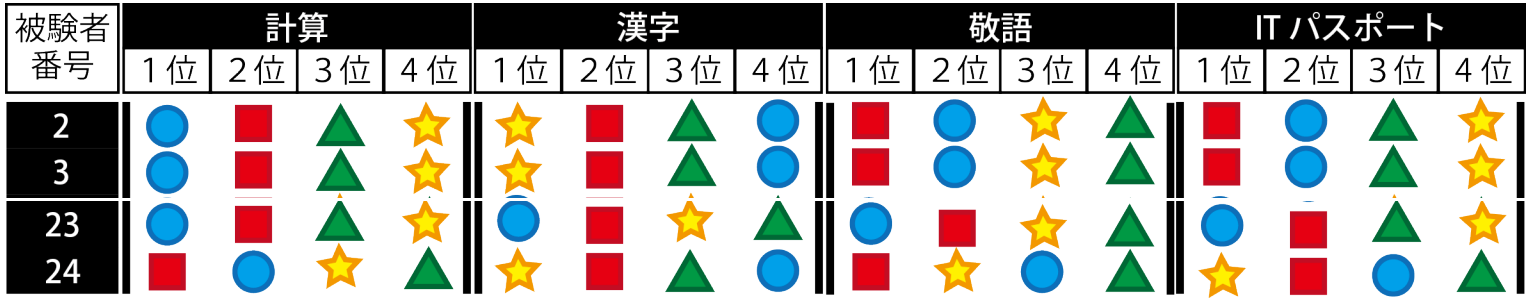
評価実験の結果

推薦度の計算結果（１回目の推薦）

ユーザ間協調フィルタリングのみ（β=1）の推薦結果例

推薦度とユーザが付けた評価との相関係数の平均値=**0.2631**, S.D.=0.3129

内容ベースフィルタリングのみ（β=0）の推薦結果例

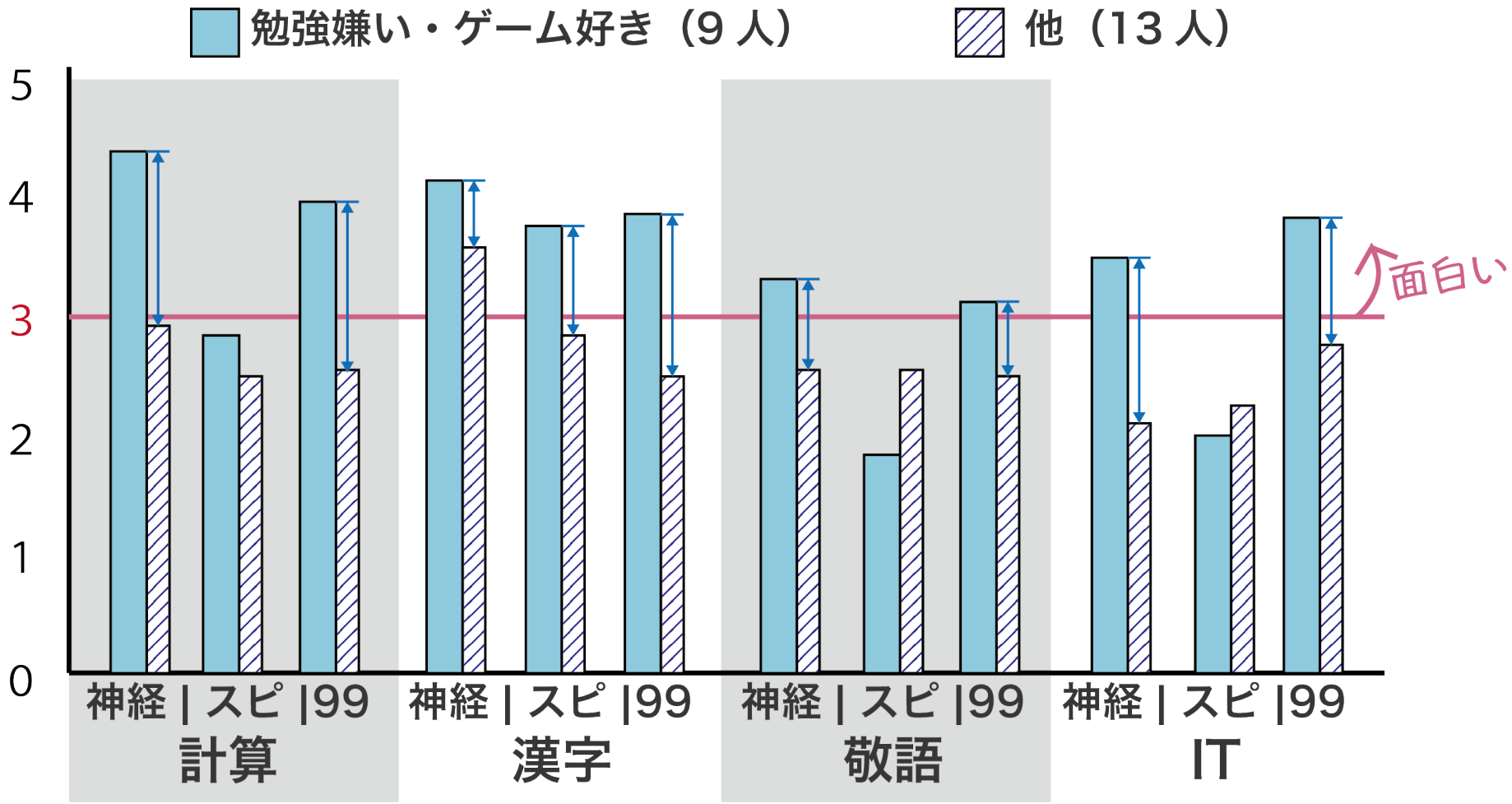


推薦度とユーザが付けた評価との相関係数の平均値=**-0.237**, S.D.=0.373

考察

ユーザ間協調フィルタリング：みんなが面白いと思うゲームの推薦
内容ベースフィルタリング：学習者自身の能力に適した推薦

勉強嫌い・ゲーム好きな人と他の人の面白さの評価の平均値



考察

勉強嫌い・ゲーム好きな学習者には、
面白い学習用カードゲームは有効な動機付け手段として考えられる

結論

特徴モデルの提案

- 学習課題・カードゲーム両方の特徴を表現できた

推薦方法の設計

- 学習用カードゲームを推薦するユーザ間協調フィルタリングと内容ベースフィルタリングを使用するハイブリッド推薦法を設計した
- 初回から推薦ができるために嗜好アンケートを設計した
- 学習者が認識している特徴を予測する計算式（付録.式１と２）を設計した

推薦システムの開発・評価

- 初めてシステムを利用する人にも学習用ゲームの推薦ができた
- 面白いゲームが推薦できるのを前提に、学習用カードゲームは勉強嫌い・ゲーム好きな学習者には、有効な動機付け手段として考えられる
- 推薦方法の推薦効果：
  ① ユーザ間協調フィルタリング：みんなが面白いと思うゲームの推薦
  ② 内容ベースフィルタリング：学習者自身の能力に適した推薦
- 今後の課題
  ① ユーザ間協調フィルタリングと内容ベースフィルタリングの切り替えるタイミングと標準（βの値の選択）の検討が必要
  ② 内容ベースフィルタリングに使う計算式を改める検討が必要