

Can Help Seeking be Tutored? Searching for the Secret Sauce of Metacognitive Tutoring

Ido ROLL, Vincent ALEVEN, Bruce M. MCLAREN, Kenneth R. KOEDINGER
Human Computer Interaction Institute, Carnegie Mellon University

Introduction

生徒の行う help-seeking は理想的とはほど遠い。

必要性のあるヘルプを避け、全然必要ないとき、もしくは少ししか必要ない時に過剰に洗練された help を要求する。

これを改善するために、システムをデザインアプローチが存在

- 過去の研究例
 - ✓ Wood は”Contingent Tour”を開発
 - これは生徒熟達に対してヒントレベルを適応 (Wood, H.A., & Wood, D.J. 1999)
 - ✓ ”Cognitive Tutor”はヒントリクエストの要求を繰り返す事を避けるために2秒遅延を組み込んだ。(Koedinger, K.R., & Anderson, J.R. 1997)

しかしながら、この取り組みは生徒の help seeking の改善を必要的に導いていない。

- ✓ Reif and Scott や Gama はモニタリングスキルやプランニングスキルの機会の慣習とそれらのドメイン的スキルを分けた。要するに課題で要求される認知とメタ認知を分けて実験した。(Gama, C. 2004 ; Reif, F., & Scott, L.A. 1999)
 - しかし、help-seeking の振る舞いの学習の文脈でした練習することが重要
- 筆者たちのプロジェクト；無意識に良い help Seeking behavior スキル獲得の支援
 - Geometry Cognitive Tutor で試みる (Koedinger, K.R., & Anderson, J.R. 1997)
 - ◇ 以下の2つのヘルプ機能を搭載
 1. 解答から離れた詳細なヒント。段階的なヒント。
 2. オンライン辞書 (幾何学の知識を探索可能)
 - 生徒の help seeking の振る舞いをフィードバックすることによって指導
 - Help Tutor (Roll, I., Aleven, V., McLaren, B.M., Ryu, E., Baker, R.S., & Koedinger, K.R. 2006)
 - Geometry Tutor と生徒のインタラクションのトレースすることで、推奨される行動を識別。生徒がそれとかけ離れた行動をとった場合メッセージを与える
 - ◇ Help seeking のエラーを減少
 - ◇ ドメインレベルでの学習改善はできず
 - ◇ 理想的な help seeking の振る舞いの知識が良くなることもなかった。

The Help-Seeking Support Environment(HSSE)

学習者をよいヘルプシーキングする人にするためのアプローチとして HSSE をデザイン。以下のコンポーネントを組み込んでいる。

1. The-Updated Help Tutor

ヘルプシーキングの原理、利益を強化。ただ単にエラーや推薦的行動を強調させるのではない。例えば。 ”ゆっくりゆっくり、急ぐ必要はない。たいしたことない。いそぐと間違いにつながるから、落ち着こう”

2. The Self-Assessment Tutor

自己分析はヘルプの戦略的な利用に関連付けさせる。生徒はスキルの評価を尋ねられる (Tobias, S., & Everson, H.T. 2002.)

1. 間違いを起こさず解けましたか？
2. 答え
3. エラーを出さずに解けると思っていました？
4. あなたの知識を正しく評価しましたか？
5. 類似問題が与えられたら貴方はヒントが必要ですか？

3. Declarative instruction

望まれるメタ認知のプロセスでのリフレクティングは生徒がメタ認知を身に付けることを支援する (Yudelson, M.V., Medvedeva, O., Legowski, E., Castine, M., Jukic, D., & Crowley, R.S. 2006) 以下の Objective に従って help seeking の短い授業を構成。

- 理解と効果的な Help-seeking の振る舞いを与えること。
(やるまえによく考えよう)
 - ヘルプシーキングへの気質や態度を改善
(もがくことも学習だよ。hint の乱用や推測では学べないよ)
 - help seeking の知識を学習目的として構成する。これらの教示は生産的かつ欠陥的 help seeking の振る舞いと help seeking の原理を4分間のビデオプレゼンを5~10分間の先生に要るディスカッションにつづけて含んでいる
- HSSE のカリキュラムは自己評価と認知チュータ+ヘルプチュータのセッションで行われた。自己評価と教示は授業の10%の時間を用いた。(表1参照)

Table 1: The study procedure. ① - Declarative instruction; ② - Self-assessment preparatory session. Table is not to scale, i.e., self-assessment and instructional activities took about 10% of the class time

Week:	1	2	3	4	5-9	10	11	12	13
	Unit 1 (Angles)					Unit 2 (Quadrilaterals)			
Help group	Pretest 1	①	②	②	Break	①	②	②	Posttest 2
		Cognitive Tutor + HSSE				Cognitive Tutor + HSSE			
Control group		Cognitive Tutor				Cognitive Tutor			

表1：The study procedure

2. Method

● 参加者

HSSEは4クラス、67人の生徒に対して、教員2人で行った。すべての生徒は高校1・2年生。Cognitive Tutor Geometryの授業を経験済み。

● デザイン

HSEEは統制条件には与えられない teacher-led を含む。研究は2つのクラスで行った。

- Help Condition
2クラス (29人)
- Control Condition
残る2クラス (38人)

● 手続き

3ヶ月間、2つの教示ユニット、**Help Condition** の生徒は HSSE を 15 授業時間利用。それぞれの教示ユニットは標準的なテストへの準備を間に挟み1ヶ月行った。**Help Condition** のクラスでは **Declarative instruction** は二度与えられる。

● 評価デザイン

- プレテスト (Unit1)、プレテストに対するポストテストとユニット2の部分プレテスト、ポストテスト (Unit2)
- 上記のテストは”レギュラー”な幾何学の問題解決の項目 (深い理解の尺度項目)
 1. reason item: 利用した理論を尋ねられる
 2. data insufficiency item : テストのすべてのステップの10%が欠落。もし解答するのに十分な情報がないなら“**No**”と明記する。
 3. conceptual understanding item: ユニット2は概念の理解を遂行するために必要な項目が含まれる。例えば、図表の数字合わせ、幾何学的な特性 (図形と共に与えられる)
- **Help Seeking** の振る舞いは、テストに組み込まれたヒントを用いる事で評価。3つのヒントのコンディション (図2参照)
 1. No hint
 2. Request hint (アイテムのスコアの10%を消費)
 3. Free and hint item
- 生徒の宣言的な **help seeking** の知識は **help seeking** ジレンマの仮説を用いて評価した。これらの多項選択の問題は繰り返しエラー、用意なステップ、ヒントをしつこく利用するなどの状況下で適切な動作を行うことを選択される。それらの状況は教示中には議論されない。

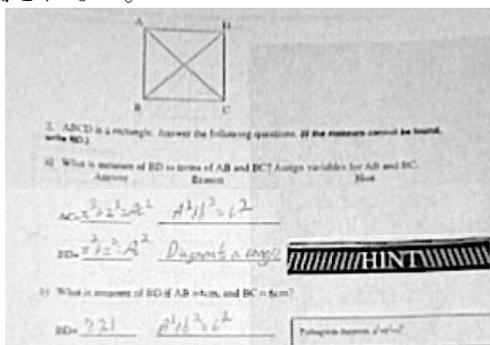


図2：テストの3つのCondition

3. Result

- 本研究では以下の疑問がある。
 - A) HSSE はドメインレベルで学習に影響あったのか？
 - B) ペーパーテストのヒントの **help seeking behavior** に影響はあったか？
 - C) 良い **help seeking** の明示、宣言的な知識は影響あったのか？
- Learning gain

図3参照。(Problem Solving は普通のテストのこと)

 - プレテストとポストテストに有意差(Problem solving と Reason items)
 - *ポストテスト2は教示のユニットが違うのでポストテスト1とは比較できない。

- Conceptual item のスコアにも有意差があった。
- HSSE の影響はどのスコアでも見られなかった。
 - ✓ 両グループ間(Help Condition と ControlCondition)での差は無。

* (Problem solving items で少し差があるのは、成績が悪い生徒が多数いるクラスがあったから。交互作用もなかった。)

● Hint behavior

ドメインレベルのむずかしさを制御するために、ヒントをもつ項目のスコアとヒントを持たない項目のスコアの割合を計算することでヒントを持つ付加価値を測定。

この測定は有効性がある (Roll, I., Aleven, V., McLaren, B.M., Ryu, E., Baker, R.S., & Koedinger, K.R. 2006)

- 図3はヒントを用いているスコアを示す。全体として12のヒントスコアの測定を利用 (ヒントの2種類*条件2つ*3つのテスト)
- ✓ ヒントありのスコアはヒント無よりも12のヒント測定値のうち7つが低かった。言い換えれば、ヒントの形の多くは、紙のテストで半分以上の測定がパフォーマンスの妨げになった

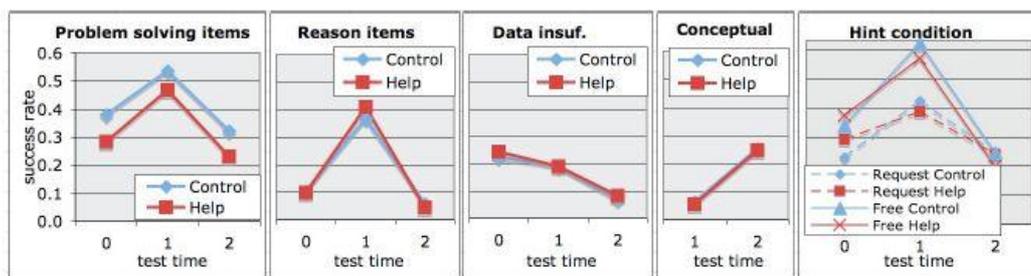


Figure 3. Learning gains on the different measures. From left to right: Problem solving items, Reason items, Data Insufficiency items, Conceptual items, and items with embedded hints. Posttest 2 evaluated a different unit form posttest 1, and thus used a different test. While there is significant learning from pre to post, there are virtually no differences between conditions that are not accounted for by pretest differences.

図3：学習利得の測定値

● Declarative Knowledge of Help Seeking

宣言的なヘルプシーキングの知識の評価がヘルプシーキングジレンマの質問の仮説によってグループ間でのみ有意差が発見された。

- ヘルプグループの生徒はヒントを使うという傾向という短絡的なものでない
- ヘルプシーキングのプロセスに対しての深い理解をする。
- 図4より Help Condition は Control Condition よりも30%高い

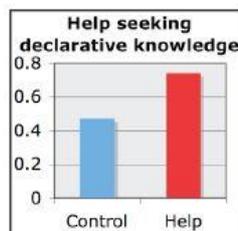


Figure 4. Significant differences in help seeking declarative assessment show that the Help group gained a better understanding of the help-seeking process.

図4

4. Conclusions

この研究は help-seeking についての知識に対する陳述的、手続き的、素質帰属的の3つに対して支援と関連づけをする。

- HSSE は生徒の明示的なヘルプシーキングの知識のみに貢献。
 - ドメインスペシフィックの学習、ペーパーテストでの help seeking behavior において違いはなかった。
- 実験結果から得られた重要な疑問→なぜ学習と help seeking behavior が改善されなかったのか？
 - 問題解決中に認知付加をかけてしまったため。明らかに HSSE の学習過程はより多くの学習が必要なため従来の Cognitive Tutor よりも厳しい。
- HSSE は問題解決でのヘルプシーキングの振る舞いを改善するはず
 - 先行研究では、オンラインの振る舞いにおいて効果があった。また、Help Tutor はフェードバックにおいてヘルプシーキングエラーを犯すのを難解にしている。
 - Help グループの生徒は統制グループよりもエラーが少なかった。

The role of help seeking in ITS

- tutoring システムでの2つのヒント
 1. チャレンジスキルの学習を促進させるもの→実現困難
 - 何が良いヒントなのか、どのように効果的な手法でヒントを並べるのかも不明確
 2. カリキュラム中に生徒を前進させる支援→実現容易
- 本研究は理想的な環境ではなかった
 - ヒントのレベルが多数。それぞれのレベルにちょっとだけ情報追加。
- 詳しい説明のヒントは生徒の読解能力に依存している
 - どのようにそのヒントを使うか無頓着だと、ヒントは学習にほとんど貢献しない
 - 自己説明が要求されたとき、システムによって要求された説明は学習を悪化させることを発見。おそらく、自己説明が要求されたときは、複雑（いりくんだ）ヒントは余分ではないのか。（Schworm, S., & Renkl, A. 2002）
- メタ認知の振る舞いは有効である場合と有効でない場合がある。
 - 即時的なヒントを要求してしまう事で、解決された例題となってしまう。
 - "Clicking through hint" という行動は HSSE では欠点として考慮された。
 - しかし、Yudelson の実験ではこの教示は適切なメタ認知のスキル獲得をしていることが分かった。
 - 多くの "game the System" (ヒントや推測を繰り返しクリックしなさい) はゲームをしていない生徒と同様に学んだ事を証明。（Baker, R.S., Corbett, A.T., & Koedinger, K.R. 2004）
 - これらの方略を利用する生徒はボトムアウトのヒントを見る事そして全ての中間的なヒントをドメインレベルかメタレベルでしていることを主張している。

- 一度中間的なヒントを無視すると、HSSE 同様に help seeking behavior はドメイン知識においてなんでも効果がなかった。
- 本研究ではヒントから学ぶ生徒の能力を過大評価していた。
- 今後の課題
 - ITS を利用した role of hint をログ分析などの補完的方法論で再評価する。ヒントのタイプの違いによる効果の測定実験 (proactive VS on demand)、ITS 中の生徒を救助する人間のチュータの分析である。

The focus of metacognitive tutoring in ITS

- ヒントをスキップしていく傾向があったのは、知識不足が原因かモチベーションの欠如ではないか
 - 中間ヒントを無視する生徒にとって、メタ認知のメッセージは僅かなインセンティブ
 - 習慣的にヒントをスルー人は、HSSE が課している変化に憤慨するであろう。
- 12個のヒントのうち7つのヒント項目がヒントを利用しない項目よりもスコアが低い
 - 与えられた文脈が、新しい状況下なのでヒントをスキップすることを選ぶということ。
 - Baker は生徒がシステムにおいて game する理由を評価。
 - Pintrich は適切なモチベーションは、エキサイティングなメタ認知のスキルを促進する、他のモチベーションは生産的な振る舞いのように隠れしまうと提案。
- モチベーションの課題は我々に最後の仮説をもたらした。
 - 小さい即時的な報いよりも、遠くの大きい報いを持っているという振る
 - 即時的な正答の利益とメタ認知の正しい作法の利益において、生徒は前者の方を選ぶと思われる

どのように生徒は望まれたメタ認知のスキルを学ぶのかだけでなく、主に生徒がどのようにしてそれらのスキルを利用するのか今後考えるべき課題だ。