

How do Experts Adapt their Explanations to a Layperson's Knowledge in Asynchronous Communication? An Experimental Study

MATTHIAS NUCKLES, ALEXANDRA WINTER, JORG WITTEW, MARKUS HERBERT and SANDRA HUBNER

User Modeling and User-Adapted Interaction (2006) 16:87–127

1. Introduction

- エキスパートが素人と効果的にコミュニケーションするためには、その素人が何を知っていて、何を知らないのかを測らなければならない(Nickerson, 1999)
- しかし、熟達化すると素人の知識の推測に困難が生じる
 - “expert blind spot” (Nathan and Koedinger, 2000)
 - “curse of expertise” (Hinds, 1999).
- 素人の知識のレベルについての情報は、エキスパートが素人の知識のメンタルモデルを形成するのに有効であろう
 - Nuckles et al. (2005) の先行研究
 - ✧ 素人の知識レベルについての正しい情報を与えられたエキスパートの説明は、情報が無い条件や、情報がゆがめられた条件の説明より、素人の学習に効果的
 - communicative effectiveness : 学習のゲインが大きい
 - communicative efficiency : 説明後の質問が少ない
- 本研究では、素人の知識レベルについての情報が、どのようにエキスパートの説明生成に影響を与えるかを検討する
- 本研究の知見は、認知心理学的な研究とユーザ・モデリングの研究に貢献するだろう
 - 適応的な応答システムの研究など
- 本実験は、コンピュータのヘルプデスクでの回答という文脈で遠隔で行われ、実験条件には、“評価ツール(assessment tool)”を用いて、対する素人の知識レベルの情報が提供される (Figure 1 参照)
- エキスパートには説明生成中のプロトコル発話を要求し、その発話によって、説明生成のプランニングを分析する

2. Experts' Planning and Translating of Answers to Laypersons' Queries

- 口頭でのコミュニケーションとは異なり、筆記（タイピング）でのメッセージの生成は異なる点がある
 - わざわざ書くので認知負荷が大きい(Clark and Brennan, 1991)
 - すぐに返さなくていいので社会的なプレッシャーが少ない(Clark and Brennan) → ゆっくり見返すことができる
- Hayes and Nash (1996) の説明生成モデル
 - process planning phase : どのように書く行為を進めていくか
 - text planning : どのように書くか
- advise giving model (Chin, 2000)
 - Hayes and Nash (1996) に基づいて作られた、コンピュータに関する質問に答えるシステム
 - まず、回答を引き出してから、素人の知識に合わせて余分な部分を削除したり、選択したりする
- 素人の知識レベルに合わせて、言い換えや情報の削除等のプランニングも変化するだろう

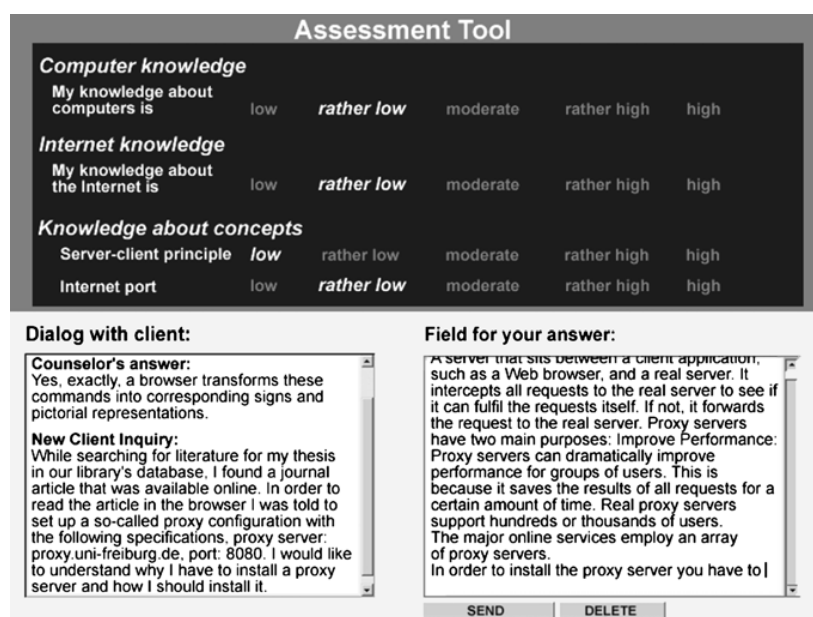


Figure 1. Screenshot of the assessment tool as it was available to the computer expert in the experimental condition with the assessment tool.

3. Adaptive Features of Experts' Answers to Laypersons' Queries

- principle of optimal design (Clark et al., 1983)
 - エキスパートは、情報の受け手の理解に最適なメッセージをデザインする
- 対する素人の知識のレベルが高い時は、専門的な過程や事象についての言及が多くなり、知識レベルが低い時は文脈的な表現や、例や比喩を用いた概念の特徴の説明が多くなるだろう

4. Research Questions and Hypotheses: Overview

4.1. does the assessment tool increase the effectiveness and efficiency of the communication?

- ー 評価ツールはコミュニケーションの効果と効率を増大させるか
 - ※著者らの先行研究(Nuckles et al., 2005)の追試
 - **communicative effectiveness hypothesis**
エキスパートが、素人が持っている知識についての情報が利用可能なほうが、素人はより多くの知識を獲得することができる
 - **communicative efficiency hypothesis**
エキスパートが、素人が持っている知識についての情報が利用可能なほうが、素人からの理解のための質問が少なくなるだろう

4.2. does the assessment tool increase the experts' awareness of the layperson's knowledge background?

- ー 評価ツールはエキスパートの、素人の知識背景に対する意識を増大させるか
 - 非同期のコミュニケーションでは対面のコミュニケーションよりも、相手の知識のモデルを構築するための情報が少ない（非言語情報の欠如など）
 - **recipient model hypothesis**
評価ツールを使用したエキスパートのほうが、（説明を生成する際に）説明の受け手の知識についてのモデルを構築するような発話がよりはっきりと観察されるだろう

4.3. does the information about the layperson's knowledge level influence the experts' conceptual planning and language planning of their answers?

－ 素人の知識レベルについての情報が、エキスパートが回答する際の概念的なプランニングや、言語的なプランニングに影響を及ぼすか

- **pruning hypothesis**
素人の知識が低いレベルだと評価ツールに表示された場合、エキスパートは回答から余分なものを削るような、概念的なプランニングをするであろう
- **translation hypothesis**
素人の知識が低いレベルだと評価ツールに表示された場合、エキスパートは回答をより（わかりやすく）言い換えるような、言語的なプランニングをするであろう
- 削除や言い換えについての回答生成中の発話プロトコルの頻度で検討
- 素人の知識レベルを表示させる評価ツールの有無で比較する

4.4. does the information about the layperson's knowledge level influence the way the experts designed their answers to the layperson's queries?

－ 素人の知識レベルについての情報が、エキスパートが素人の質問に対する回答をデザインする方法に影響を及ぼすか

- エキスパートの回答は素人の知識レベルに関連して適応的に異なってくる (specific adaptation effect, cf. Nuckles et al., 2005).
- **adaptive features hypothesis**
素人の知識レベルによってエキスパートの回答は異なってくるだろう
 - 低いレベルの素人に対しては技術的な概念についての説明は減り、逆に文脈的な説明や例示的な解説が増えるだろう
 - 評価ツールの有無と対する素人の知識レベルによって交互作用が出るだろう

5. Methods

5.1. the assessment tool

－ 評価ツール

- 対する素人のコンピュータとインターネットについての知識レベルが表示される (see Figure 1)
 - エキスパートへの教示：“low と表示されていたら相手の知識は初心者レベルです. high と表示されていたら相手は典型的な素人よりは知識を持っています”
- 素人の知識レベルはThe computer and Internet knowledge test (Richter et al,2000) 20問で測定
 - コンピュータについての知識とインターネットについての知識：各10問
 - Appendix A に例示
 - それぞれ何問ずつ正答したかによって、知識レベルをコーディング
 - ☆ 5段階で表示：1,2問=low ~ 9,10問=high
- 専門用語について
 - Server-client principle, Internet port 等
 - 自由記述の回答を得点化し, low ~ high の 5段階で表示

5.2. sample, design and materials

5.2.1. Participants

- コンピュータのエキスパート (expert) : 36名
 - コンピュータ科学の成績の良い学生
 - 謝金：12 EURO
 - 平均年齢：24.11 歳 (SD = 3.55)

- インターネットを利用している期間：6.22 years ($SD = 1.93$)
- インターネットの利用時間：1週間につき24 時間 ($SD = 18.73$)
- コンピュータとインターネットのスキル
 - ◇ 5件法で回答：1 = *very inexperienced* ~ 5 = *very experienced*
 - ◇ 平均 4.01 ($SD = 0.80$)
- コンピュータとインターネットについてのアドバイスの頻度
 - ◇ 5件法で回答：1 = *very rarely* ~ 5 = *very often*
 - ◇ 平均 3.81 ($SD = 1.19$)
- 一般の人 (layperson)：36名
 - 心理学または人文科学の学生
 - 謝金：15 EURO (追加のテストを行ったため)
 - 平均年齢：25.94 歳 ($SD = 3.29$)
 - インターネットを利用している期間：3.79 years ($SD = 1.54$)
 - インターネットの利用時間：1週間につき3.29 時間 ($SD = 2.74$)
 - コンピュータとインターネットのスキル
 - ◇ 5件法で回答：1 = *very inexperienced* ~ 5 = *very experienced*
 - ◇ 平均 2.39 ($SD = 0.78$)
- expert vs. layperson
 - 多変量分散分析
 - ◇ 独立変数：エキスパート／一般の人
 - ◇ 従属変数：インターネット利用期間，週ごとの利用時間，コンピュータとインターネットのスキルの自己評定
 - ⇒ 一般の人の方がエキスパートよりも明らかに熟達していないことを確認
 - $F(3, 68) = 41.07, p < 0.001, \eta^2 = 0.64$ (strong effect)
- 一般の人の事前知識 (多肢選択問題)
 - コンピュータ知識テスト：正答平均 5.47 ($SD = 2.58$)
 - インターネット知識テスト：正答平均 5.14 ($SD = 2.32$)

5.2.2. Design

- 実験参加者はエキスパートと素人のペアで，実験条件にランダムに配置
- 被験者間1要因実験
 - 独立変数：“assessment tool (評価ツール)”の有無
 - 実験条件：評価ツールあり
 - 統制条件：評価ツールなし
 - 従属変数
 1. コミュニケーションの効果と効率の検討のため
 - 素人の知識の上昇 (効果)
 - 素人からの質問数の減り具合 (効率)
 2. エキスパートの回答生成のプランニングの検討のため
 - エキスパートの発話プロトコルのコーディングとカウント
 3. エキスパートが説明を構成するのに使用した表現のタイプの分析

5.2.3. Materials

- コンピュータに関する問題，3問
 - 事前に用意した20問をエキスパートと同じ母集団の学生20名によって熟知度と説明可能性から評定させ，その結果から3問を選択
 - 後述のCommunication Phase でエキスパートが素人に説明する

- 内容：専門的な概念の説明や、なぜ特定の技術的な問題が起こるのかといった説明を求めるもの (cf. Table I).

Table I. Queries used in the experiment.

Recently I visited a website that told me to wait while 'Flash is loading'. Could you please tell me exactly what the difference between HTML and Flash is?

In the context of data security, I repeatedly read the abbreviation 'SSH'. Could you please explain the meaning of 'SSH' to me in more detail?

While searching for literature for my thesis in our library's database, I found a journal article that was available online. In order to read the article in the browser I was told to set up a so-called proxy configuration with the following specifications, proxy server: proxy.uni-freiburg.de, port: 8080. I would like to understand why I have to install a proxy server and how I should install it

5.3. procedure

- エキスパートと素人のペアは個別に参加
- 実験は3段階
 1. pre-test phase,
 2. communication phase
 3. post-test phase
- 時間：約2時間半

5.3.1. Pre-Test Phase

- 素人
 1. 教示 “学生のコンピュータとインターネットの知識に関する研究に参加して下さい”
 2. 紙と鉛筆でテストに回答
 - the general computer knowledge test, the Internet knowledge test
 - 専門用語の意味の記述テスト
 - 課題の回答にチャレンジ
 - テストの評定
 - ◇ 専門用語の記述テスト
 - 2人の評定者が個別に5段階で評定
(評定者間一致度：クラス内相関係数 $r=0.92$)
 - 評価ツールに使用
 - ◇ 課題の回答
 - 2人の評定者が個別に4段階で評定
(0 = no or wrong answer, 1 = partly correct answer, 2 = roughly correct answer, 3 = completely correct answer)
(評定者間一致度：クラス内相関係数 $r=0.90$)

5.3.2. Communication Phase

- エキスパートと素人は別の部屋にいて、文字ベースのインタフェースを通じてコミュニケーションする
- 素人
 - 課題についてエキスパートに質問する
 - エキスパートから答えが帰ってきたら必要な分だけまた質問する
- エキスパート
 - 心に浮かんだことをすべて発話するように教示(Ericsson and Simon, 1993)
 - 事前にプロトコル発話のトレーニング
 - 15秒沈黙が続くと実験者の介入“Please keep talking”
 - 発話はデジタルに録音

- 実験条件は評価ツール(Figure 1)の全画面を見ることができる
 - (統制条件は画面の下半分のみ?)
- 3つの質問 (Table I 参照)について、素人に対する説明を生成する

5.3.3. Post-Test Phase

- 素人
 - 3つの課題に回答
- 全実験参加者
 - デブリーフィングと謝金の手渡し

5.4. coding of the experts' think-aloud protocols and the experts' answers to the laypersons' queries

- エキスパートの説明のプランニング過程と言語的な特徴を評定するため、一番初めの説明に焦点を当てた
 - ← 追加の質問への回答は素人の理解には無関係であったり、むしろ妨げになったりすることが多い (Nuckles and Sturz, 2006)

5.4.1. Coding of the Experts' Think-Aloud Protocols

- エキスパートが回答を構成している間のプランニング過程を分析するために、発話プロトコルを5つのカテゴリに分類
 - the taxonomy of planning types より (Hayes and Nash, 1996)
 - Chin's expert advisory model (2000):
 - (1) *Process planning*. : エキスパートがどのように説明を書いていくかについての発話
("First, I'll read the layperson's query, then I will think about the answer.")
 - (2) *Construction of an answer model*. : 長期記憶から自己説明を通して回答についての表象を思い出そうとしている発話
("Okay, with regard to the message 'Flash is loading' something comes to my mind. . . this is simply because Flash is a plug-in, which then is executed by the browser. . .")
 - (3) *Construction of a recipient model*. : 素人の知識のバックグラウンドや状況について考えようとしている発話
("Okay, apparently this is really a beginner with few skills."
"I guess he probably uses Windows at home.")
 - (4) *Pruning*. : ある概念を回答に含めるかどうか判断するために、回答のモデルに含まれている概念について、対する素人が知っているか知らないかを振り返る発話
("He will probably not know what is meant by plug-in. I think it would be helpful for the layperson if I explained this concept.")
 - (5) *Translation*. : 概念や関連についてどのように表現しようか試みている発話
("Hmm, how could I describe this more clearly. . .";
"What could I say instead of 'cache'?")
- 訓練されたアシスタント1名がセグメントの分割とコーディングを行った.
 - そのうち10%を別のコーダーがコーディングし、評定者間の一致度を算出 (Cohen's $\kappa = 0.91$)

5.4.2. Coding of the Experts' Answers to the Laypersons' Queries

- 言語および意味的特徴のコーディング
 - 最初に、帰納的に14の分類に分け、その後4つのアブストラクとなレベルに再分類
- (1) *Processes and events related to technical concepts*. : 専門的な概念によって表現された過程や事象

(“The proxy server acts as an intermediary between a Web client and a Web server.”)

(2) *Definitions of technical concepts.* : 概念の意味の説明

- 例を使用して
 (“Rudimentary text formatting commands are, e.g., paragraph setting commands and font size.”)
- 上位概念との関連において
 (“HTML is a text formatting language.”).

(3) *Characteristics of technical concepts.* : 概念を特徴づける属性について分かりやすく述べたもの

- 類似点から
 (“Flash has similarities with short films.”)
- 差異から
 (“Plug-ins perform the functions that Internet Explorer is not capable of performing.”)

(4) *Contextual information about technical concepts.* : 広く実用的な意味の説明. その概念が素人にとっての個人的にどのように関連するかについて述べたもの
 (“SSH is important when you are doing Internet banking.”)

- エキスパートの回答のセグメント分割は Erkens et al. (2003) の手続きに従って行った
- 訓練されたアシスタントが回答中の文法的な手掛かりによって分割
 - and, or, because, for example, such as, that is など
- その後, はじめに14の細かい分類に分けた
- そのうち10%を別のコーダーがコーディングし, 評定者間の一致度を算出 (Cohen’s $\kappa = 0.82$)
- 最後に上述の4つの大きな分類に分けた

6. Results

6.1. did the assessment tool increase the effectiveness and efficiency of the communication?

- ✓ **communicative effectiveness hypothesis** の検討: エキスパートが素人の知識レベルについての情報が利用可能だと素人の学習に効果があるか
- ✓ **communicative efficiency hypothesis** の検討: エキスパートが素人の知識レベルについての情報が利用可能だと素人からの質問が減少するか
- ✓ Table II 参照
 - プレテストの条件間比較
 - $t(34) = 0.64, ns.$ ←プレテストでは有意差なし
 - 多変量分散分析
 - 独立変数: 実験条件 (評価ツールあり vs. なし)
 - 従属変数: 学習のゲインと質問数
 - 実験条件の効果あり: $F(2, 33) = 12.03, p < 0.001, \eta^2 = 0.42$
 - 分散分析
 - 学習のゲイン: 評価ツールあり > 評価ツールなし
 ($F(1, 34) = 8.25, p < 0.01, \eta^2 = 0.20$)
 - 質問数: 評価ツールあり < 評価ツールなし (少ない方が良い)
 ($F(1, 34) = 7.95, p < 0.01, \eta^2 = 0.19$)
 - 仮説communicative effectiveness hypothesis, communicative efficiency hypothesisともに支持

- Nuckles et al.(2005)の結果を再現

Table II. Laypersons' knowledge about the queries before and after the communication phase, their knowledge gain and number of follow-up questions.

Dependent variable	条件ごとの平均, () 内はSD	
	評価ツールあり <i>n</i> = 18	評価ツールなし <i>n</i> = 18
素人のプレテストの平均点	0.15 (0.24)	0.22 (0.43)
素人のポストテストの平均点	1.82 (0.54)	1.42 (0.42)
学習のゲイン (ポストテスト-プレテスト)	1.67 (0.50)	1.20 (0.51)
エキスパートの回答に対する 素人からの理解のための質問の数	2.00 (1.78)	4.50 (3.31)

Note. *For each answer up to three points could be assigned (0 = no or wrong answer, 1 = partly correct answer, 2 = roughly correct answer, 3 = completely correct answer).

6.2. did the assessment tool increase the experts' awareness of the layperson's knowledge background?

- ✓ 評価ツールはエキスパートの素人の知識背景についての意識を増加させるか
- ✓ Table III の2, 3列目参照
 - 多変量分散分析
 - 独立変数：実験条件（評価ツールあり vs. なし）
 - 従属変数：プランニングのタイプごとの頻度
 - 実験条件の効果あり： $F(5, 30) = 6.06, p = 0.001, \eta^2 = 0.50$
 - 分散分析
 - construction of a recipient model：評価ツールあり > 評価ツールなし
($F(1, 34) = 23.89, p < 0.001, \eta^2 = 0.41$)
→ 評価ツールありのほうが、素人の知識のバックグラウンドについて、より意識していた
 - そのほかのプランニングでは有意差なし
 - ◇ process planning: $F(1, 34) = 0.11, ns$
 - ◇ construction of an answer model: $F(1, 34) = 0.03, ns$
 - ◇ pruning: $F(1, 34) = 0.55, ns$
 - ◇ translation: $F(1, 34) = 2.09, ns$
 - recipient model hypothesis を支持

Table III. Frequencies of types of planning statements and correlations with the layperson's knowledge level.

Types of planning processes	プランニングに関する発話数の平均, () 内はSD		素人の知識レベルとの相関	
	ツールあり <i>n</i> = 18	ツールなし <i>n</i> = 18	ツールあり <i>n</i> = 18	ツールなし <i>n</i> = 18
Process planning	1.65 (0.99)	1.76 (0.99)	-0.63**	0.12
Construction of an answer model	6.50 (3.85)	6.28 (0.48)	-0.22	0.22
Construction of a recipient model	4.06 (2.05)	1.50 (0.85)	0.27	0.22
Pruning	3.07 (2.69)	2.54 (1.49)	-0.49*	-0.09
Translation	3.56 (1.83)	2.74 (1.54)	-0.71**	0.28

Note. $**p < 0.01$, $*p < 0.05$.

6.3. did the information about the layperson's knowledge level influence the experts' conceptual planning and language planning of their answers?

- ✓ pruning hypothesis と translation hypothesis の検討
- ✓ 対する素人の知識レベルと相関が現れるかどうかで検討
- ✓ Table III の3, 4列目参照
 - 素人の知識レベルの指標を平均
 - general computer knowledge, Internet knowledge, knowledge about concepts
 - それぞれの指標間には高い相関があった
($r = 0.55$, $p < 0.001$ ~ $r = 0.77$, $p < 0.001$)
 - 実験条件と統制条件の間に事前知識レベルの有意差はなし
 $t(34) = 0.80$, $p = 0.430$
 - 評価ツールあり: $M = 2.33$, $SD = 0.88$
 - 評価ツールなし: $M = 2.09$, $SD = 0.93$
 - 等分散の検定: 条件間差なし ($F(1, 34) = 0.04$, $p = 0.952$)
→ 相関の比較をしてもよい
 - 相関の比較: Pruning
 - 評価ツールあり条件では, pruning発話数と素人の知識レベルに負の相関あり
→ 素人のレベルが低いほどpruningの発話が増える
 - 評価ツールなし条件では, 相関なし
 - 相関の比較: Translation
 - 評価ツールあり条件では, translation発話数と素人の知識レベルに負の相関あり
→ 素人のレベルが低いほどtranslationの発話が増える
 - 評価ツールなし条件では, 相関なし
 - 仮説 pruning hypothesis, translation hypothesis をともに支持
 - moderator analysis(cf. Baron and Kenny, 1986; Cohen and Cohen, 1983)
 - 多変量分散分析
 - 独立変数: 実験条件 (評価ツールあり vs. なし), 素人の知識レベル
 - ◇ 従属変数: pruning, translation
 - ◇ 実験条件と素人の知識レベルの間に交互作用あり
($F(2, 31) = 6.17$, $p < 0.01$, $\eta^2 = 0.29$)
 - 一変量のテスト: Pruning
 - ◇ 効果有意傾向: $F(2, 32) = 3.13$, $p < 0.09$, $\eta^2 = 0.09$
 - 一変量のテスト: Translation
 - ◇ 効果あり: $F(2, 32) = 12.74$, $p < 0.01$, $\eta^2 = 0.29$
 - 総合して, 仮説 pruning hypothesis, translation hypothesis をともに支持
 - 素人の知識レベルの情報はエキスパートの概念的なプランニングと言語的なプランニングに影響を与える (特にtranslation において)

6.3.1. Influence of the Layperson's Knowledge Level on the Experts' Process Planning

- ✓ 実験条件における, Process planning と素人の知識レベルの負の相関の検討
 - 素人の知識レベルが実験条件を仲介して process planning発話数に効果を及ぼしているかの検定(cf. Cohen and Cohen, 1983),
 - 効果あり: $F(1, 32) = 6.58$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.17$ (large effect)
 - Table III が示す, Process planning と素人の知識レベルの負の相関は, 対する素人の知識レベルが低い時に, 回答をどのように書いていくかの方法をより意識するというを示している
(e.g., "Uh, I will have to re-read the query before I can proceed with the answer.")

- 素人の知識レベルが低いと、pruning や translation に対してだけでなく、より一般的にどのように回答するかプランニングに労力を費やす

6.4. did the information about the layperson's knowledge level influence the way the experts designed their answers to the layperson's queries?

✓ adaptive features hypothesis の検討

(個々の素人の知識レベルによってエキスパートの回答の内容が異なるか)

- 評価ツールの有無による回答の内容に対する影響を排除
 - Table IV 参照
 - 多変量分散分析
 - ◇ 独立変数：実験条件（評価ツールあり vs. なし）
 - ◇ 従属変数：4つのタイプに分類された回答の割合
processes and events, definitions, characteristics, contextual information
 - ◇ 実験条件の効果なし
($F(3, 32) = 0.39, p = 0.549$)
 - それぞれのタイプにおける分散分析
 - ◇ すべてのタイプにおいて、有意差なし (all $F_s < 1, ns$)
 - Contextual information は少なかったため、以下の分析においては、Characteristics of technical concepts と合わせて、“characterizing and contextual information” として、分析する

Table IV. Average proportion of types of explanatory statements of an expert's answers.

Types of explanatory statements	それぞれタイプに分類された回答の割合、 () 内はSD	
	評価ツールあり $n = 18$	評価ツールなし $n = 18$
Processes and events related to technical concepts	0.25 (0.08)	0.25 (0.10)
Definitions of technical concepts	0.32 (0.07)	0.33 (0.09)
Characteristics of technical concepts	0.34 (0.07)	0.34 (0.07)
Contextual information about technical concepts	0.09 (0.06)	0.08 (0.04)

- 相関の分析
 - Table V 参照
 - 仮説通りの結果
 - ◇ 素人の知識レベルと technical processes and events の間に有意な正の相関
 - ◇ 素人の知識レベルと characterizing and contextual information の間に有意な負の相関
 - 対する素人の知識レベルが低い時は、エキスパートは専門的な過程や機能に関する説明を減らし、文脈的な情報や比喻や相似点を使って概念の意味の特長長の説明を増やす

Table V. Correlation of the layperson's knowledge level with the different types of explanatory statements.

Types of explanatory statements	Correlations with the layperson's knowledge level	
	評価ツールあり $n = 18$	評価ツールなし $n = 18$
Processes and events related to technical concepts	0.60**	-0.30
Definitions of technical concepts	-0.18	0.20
Characterizing and contextual information	-0.49*	0.13

Note. ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$.

- 条件ごとの分散分析(反復測定1元配置分散分析,cf. Baron and Kenny, 1986; Cohen and Cohen, 1983))
 - 連続独立変数：素人の知識レベル
 - 反復測定要因：回答の説明タイプ
“processes and events” vs. “characterizing and contextual information”
 - 評価ツールあり条件
 - ◇ Figure 2 左のグラフ参照
 - ◇ 交互作用有意： $F(1, 16) = 9.71, p < 0.01, \eta^2 = 0.38$
 - 評価ツールなし条件
 - ◇ Figure 2 右のグラフ参照
 - ◇ 交互作用なし： $F(1, 16) = 1.13, p = 0.303$
- 3要因分散分析
(type of explanatory statements × knowledge level × experimental condition)
 - 交互作用有意： $F(1, 32) = 7.23, p < 0.05, \eta^2 = 0.18$
- エキスパートは、素人の知識レベルによって、過程に関連した内容と文脈に関連した内容の回答における割合を適応的に変化させる
- しかしそれは、評価ツールが利用でき、素人の知識レベルについての情報があるときのみである

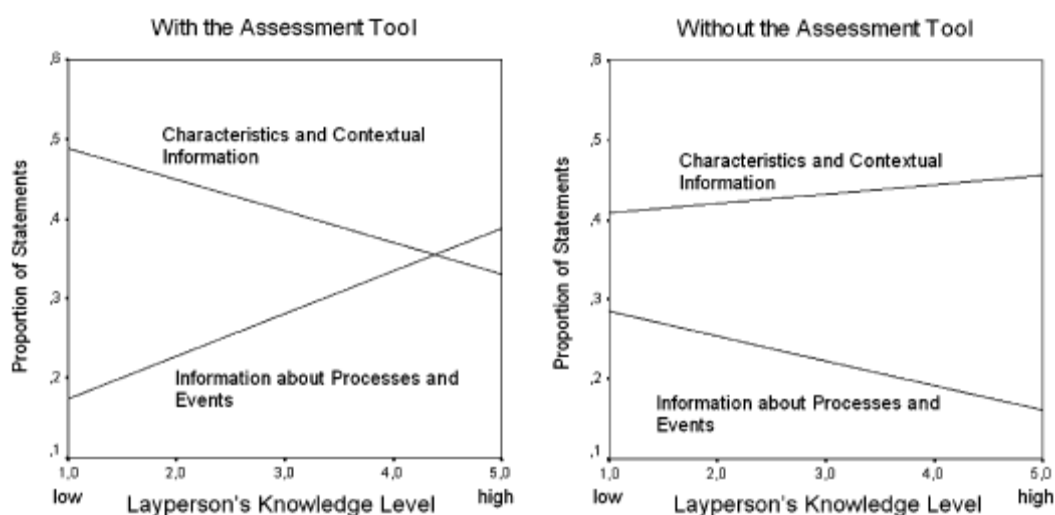


Figure 2. Interaction between type of explanatory statements and the layperson's knowledge level plotted separately for the experimental conditions.

- ✓ Table VI に本実験の結果をまとめた (最後につけました)

7. Discussion

- ✓ 本研究はコンピュータ・エキスパートに素人の知識背景についての情報を与えると、彼

- らに対するアドバイスが、より効果的かつ効率的になることを示した
- エキスパートは豊かで高度に統合された専門的な知識を持っている(Chi et al., 1988) にもかかわらず、本研究においては「熟達化の弊害 (“curse of expertise”, Hinds, 1999; Nathan and Koedinger, 2000) は観察されなかった
 - ← 素人の知識レベルについての情報が与えられると、彼らに対するアドバイスをうまく適応させ、彼らの学習を最適なものにしていく
 - この結果は著者らの先行研究 (Nuckles et al., 2005; Nuckles and Sturz, 2006) と合致する (先行研究では説明者にプロトコルの発話を求めなかった)
 - プロトコル発話の要求によって、説明のデザインに注意が向きすぎ、コミュニケーションが危険にさらされるかもしれない(cf. Levy et al., 1996) という説を反証する

7.1. how did the information about the layperson's knowledge influence the experts' planning of explanations?

- ✓ 発話プロトコルの分析から、素人の知識レベルについての情報を与えられたコンピュータ・エキスパートは、その情報を利用して素人の知識についてのメンタルモデルを形作ろうとしていた
 - 概念的なプランニングと言語的なプランニングの両方に影響(Hayes and Nash, 1996)
 - Chin の advisory model (2000) では、初めの説明は相手の知識レベルの影響を受けない
 - ← 評価ツールなし条件においては、素人の知識レベルと construction of an answer model の発話数と有意な相関がなかったことと整合(cf. Table III)
- ✓ 予測していなかったが、process planning の発話も素人の知識レベルと負の相関があった
 - 素人の知識レベルが低いと、自分の専門的な知識と素人の知識のギャップを埋めるための労力を使う(Hayes and Nash, 1996)
- ✓ 先行研究のモデルとの整合性
 - Chin's model (2000) : はじめに、素人の質問に対して最善の回答についての概念的なモデルを生成し、その後、素人の要求に応じて回答を適応させたり、余分なものを削除したりする
 - Horton's and Keysar(1996)/Keysar (1998) の monitoring and adjustment model : 最初は発話の受け手のことは考えずに、自分が利用可能な認知的な知識を使ってエゴセントリックにメッセージを作る。その後、monitoring process において受けてのことを考慮にいれ、メッセージの受け手の情報のニーズに合わせて初めのメッセージを適応させる
 - 本研究の発話データから、説明者はまず、自分自身の知識に基づいて回答の概念的な表象を生成し、その後、素人の知識をもとに回答を適応させたり言い換えたりすることが確かめられた (先行研究をサポート)

7.2. how did the experts tailor their explanations to the individual knowledge prerequisites and informational needs of their lay audience?

- ✓ 実験条件のほうが学習の効果が高く、効率が良かったのは、単に評価ツールがあったからというわけではない
 - ← エキスパートの回答内容を条件間で単純に比較したときは有意差がなかった (Table IV 参照)
- ✓ エキスパートは“interaction heuristic”を使用
 - 素人の知識レベルが低い時は、文脈的な情報、もしくは概念の特徴についての比喩を使いながらの説明の割合が多くなった

- 先行研究との整合性
 - ◇ principle of optimal design(Clark et al., 1983; Horton and Gerrig, 2002)
 - エキスパートが説明を生成するときはその時の説明の受け手に最適なメッセージをデザインする
 - 本研究における最適な説明とは (Table VII for examples)
 - 知識レベル低の素人に対して：直喩や相似点を用いて，素人の生活と直接関連があるような文脈の話をする
 - 知識レベル高の素人に対して：その素人にとって，できる限り情報量を多くするため，専門的な過程や事象などについての情報の割合を高くする
 - ◇ Nuckles (2001) の研究
 エキスパートは，初心者に対して説明するとき，コンピュータの上級者に対して説明する時よりも，より基本的な概念について説明しようとする
 - ◇ Bromme et al. (2005) の医師の説明についての研究
 医師の同僚に向けて説明を書く時はより多くの情報を述べるが，情報の受け手が素人のときは，より実践的なチップスについて述べる
- ✓ 本研究では自然なやり取りの中でのコンピュータ・エキスパートの適応的な方略について確かめることができた

Table VII. Examples of computer experts' answers to one of the laypersons' queries (cf. Table I) produced in the condition with the assessment tool.

Layperson's query: "In the context of data security, I repeatedly read the abbreviation 'SSH'. Could you please explain to me in more detail the meaning of 'SSH'?"

Sample answers for	
Low-knowledge level	High-knowledge level
<p>SSH means Secure Shell, which is basically a secure user interface. One can work with SSH, as though he or she were sitting in front of the computer with which one has established an SSH connection. The SSH is a network protocol, with which one can access a computer through the Internet. A network refers to the connection of one or more computers, which are able to communicate with each other due to this shared connection. A protocol is like a language that enables computers in a network to communicate with each other. Since the data sent through SSH is encrypted, the transfer of this data between the two computers is more secure. The same principle is employed in online banking, from logging in to making a transfer</p>	<p>SSH gives a computer access over the Internet to a shell. The principle task of the shell is to execute commands and handle the corresponding in- and output. To achieve proper data transmission, it is important that the computers work with the same protocols. These protocols assist in specifying the format, structure, and proper sequencing of the data to be transferred. Cryptography is particularly used in the transmission of data containing important information and passwords. Accordingly, this encryption follows the Public-Key Principle, which states that only the recipient possesses the ability to decode the encrypted information. The SSH marks an improvement, since other protocols transmit unencrypted data</p>

7.3. implications for the design of personalized online information services and personalized recommender systems

7.3.1. Supporting Adaptation of Human Online Advisors

- ✓ 本研究では、評価ツールが、コンピュータ・エキスパートにとって、素人にアドバイスをするときの補助として有効な手段であることを確かめた
 - 評価ツールの利用によって、素人の学習量が増加し、質問の量が減った
 - 評価ツールの利用によって、それぞれの素人に適した説明が生成されたから (Kobsa et al., 2001)
- ✓ 日常生活での有効性
 - 評価ツールの利用によって、オンラインのサポートセンターに対する顧客満足度と顧客の理解を促進させることができる
 - Emailによる、医師のカウンセリングへの要求が年々高まっている(e.g., Maulden, 2003), 外科医が患者への説明に困難を感じている(e.g., Bromme et al., 2005; Chapman et al., 2003; Hack et al., 1994)状況の中で、評価ツールを使用して説明することは有益な結果をもたらすであろう

7.3.2. Empirically Grounding Adaptation of Content in Personalized Hypermedia Systems

- ✓ 本研究で得られた知見は適応的なハイパーメディア・システムの自動的な応答のデザインに有益であろう
 - ユーザに情報を提供する際に、個々のユーザのニーズにいかにも最適に適応するかというについて、多くの研究がなされてきた (e.g., Brusilovsky, 2001; Dillon and Gabbard, 1998; Graesser et al., 2001; Kobsa et al., 2001).
 - 適応的な対応の有効性について、経験的な研究が多くなされてきた(Boyle and Encaracion, 1994; Kobsa et al., 1994)
 - 本研究は、実証的なデータに基づいて以下の2点を提供する
 - ◇ 情報の意味的なタイプの効果的な3つの区分
 - ：①過程と事象についての情報，②概念の定義，③特徴や文脈の情報
 - ◇ 情報の割合
 - ：知識レベルが高い人には過程と事象についての情報を多くし，低い人には特徴や文脈の情報を多くしたほうがよい

7.3.3. Adapting Explanations in Recommender and Decision Support Systems

- ✓ 本研究の結果は提案システムや意思決定サポートシステムのデザインとも関連する
 - 現在の商品推薦システムや意思決定サポートシステムは **case-based reasoning** の手法に基づいて設計されている(McSherry, 2005; Sormo and Cassens, 2004)
 - ◇ 手軽であるし、直感的に正しく思われる
 - しかし、情報の受け手の前提知識は様々であるので、一律の表現では対応できない(cf. Sormo and Cassens, 2004)
 - 情報の受け手の知識背景が利用可能なシステムがあれば、より有効だろう

Appendix A (1-6だけ)

Sample multiple-choice items used in the computer and internet knowledge test.

Items 1–4 assess computer knowledge, items 5–8 assess Internet knowledge. Note that for each item only one response is the correct or best answer (indicated by a cross).

1. Partition

- Special area for saving data files in an operating system
- Area on the hard drive that is treated as a separate drive and can have its own operating system
- Defines a storage area on a hard drive
- Area of working memory that the graphics card accesses
- Do not know

2. RAM

- Computer's working memory consisting of chips
- Part of a computer's processor that determines its speed
- Name of so-called Radiation-Attenuated-Monitors with a low level of radiation emissions
- Fixed storage space for files such as Word documents
- Do not know

3. You have bought a new more capable monitor. Now there are very large program symbols on your screen. How can you make them smaller?

- I choose a higher screen frequency in the menu 'Monitor Characteristics'
- I choose a higher pixel resolution in the menu 'Monitor Characteristics'
- I choose a lower screen frequency in the menu 'Monitor Characteristics'
- I choose a lower pixel resolution in the menu 'Monitor Characteristics'
- Do not know

4. Your mouse is not working and you would like to close the program that you have opened. What do you do?

- I end the program by pressing the key combination 'Ctrl'+ 'Enter'. Pressing 'Alt'+ 'F3'is another way to end the program
- I end the program by holding down the key 'Ctrl' while pressing the key combination 'End'+ 'Enter'. Pressing the keys 'Alt'+ 'F6'is another way to end the program
- I end the program by simultaneously pressing 'Shift' and 'End'. Pressing 'Alt'+ 'F5'is another way to end the program
- I end the program by holding down the 'Alt' key and then pressing the keys 'F' and 'X'. Pressing the keys 'Alt'+ 'F4'is another way to end the program
- Do not know

5. Hypertext

- Text that contains many hypermedia elements
- Text from which one can jump to related documents, sections of text or other information
- Data bank system for large libraries
- Marked passage in a computer-based document that calls up another document when activated
- Do not know

6. Link

- Connection between files that are on multiple computers connected to the Internet
- Connection between two or more computers with Internet access
- Marked passage in a computer-based document that calls up another document when activated
- Reference to very important information in an Internet document
- Do not know