第 4 章

発話履歴を用いた仕様書作成法の予備実験

3.4節の分析結果から，発話履歴中で隣接して話されている話題に対応する事項対が，仕様書の構造上では，関連の深い位置にはほとんどおかれていないことが示された．

そこで，会議の構造 (発話履歴) と仕様書の構造とを対応づける方法論の基本方針として，

> 何度も隣接して話された話題に対応する事項を仕様書の木構造中で近くに記述する

というものが考えられる．この方法により，要求仕様作成会議中に存在する，一人の設計者の独自の思考過程に比べ，より分かりやすく，誰もが受け入れやすい，思考過程というプロセス情報を，仕様書に取り込むことができ，より分かりやすい仕様記述を行える可能性がある．

本章では，この基本方針の適用性・有効性を確かめるための予備実験を行う．この予備実験は，第 2章で紹介した事例で作成された仕様書に対し，考えた基本方針を満たすような改善を施す適用実験と，改善された仕様書が仕様書を読む人にとって分かりやすいか否かを評価する評価実験の二つの実験からなる[7]．

4.1　基本方針の適用実験方法

1. 話題の選定 (3.3.1節の仕様書の分析作業とほぼ同じ)

   3.3.1節の作業同様，仕様書の章構成などを基に事項を切りだし，それらの事項に対応して話題を選定する．

2. 会話帯の決定 (3.3.1節の発話履歴の分析作業とほぼ同じ)

   各話題ごとに，仕様書の該当部分からキー語を定める．キー語を基に，発話履歴を会話帯に切り分ける．t また，仕様書外事項が発話履歴中に存在すれば，対応する話題も採用する．

3. 隣接回数の計算

   各話題間の直接型隣接を調べる．ただし，除外事項はこれらの計算の対象としない．

4. 隣接回数の多い順にソート・リスト化

   各話題に対応する事項名を利用して，隣接回数の多い順に表 4.1のようなリストにする．

[7] 本章は [96] の 5 節を基にしているが，その後の分析により，一部数値などが異なる場合がある．

表 4.1: 隣接回数リスト

事項 A – 事項 B	隣接回数 8 回
事項 A – 事項 C	隣接回数 6 回
事項 D – 事項 E	隣接回数 3 回
事項 C – 事項 D	隣接回数 2 回
⋮	⋮

5. リストと仕様書を見比べ，仕様書に改善を施す

リストの隣接回数の多い方から，仕様記述者 (設計者) が，上で得られたリストと仕様書の対応部分を見比べて既存の仕様書に改善を施す．改善は，基本方針を満たすよう，隣接回数の多いものをなるべく仕様書中で近くにおくか，事項相互の関連性が分かるように記述を追加するというものである．

4.2　基本方針の適用実験結果

本研究で扱っている 3 つの事例に対し，適用実験を行った「1. 話題の選定」~「4. 隣接回数の多い順にソート・リスト化」までの作業結果は，3.3.2節と同様で，各事例に対して選定した話題及び各話題のキー語は，付録 II.1の表 II.1 ~ II.3(p.122 ~ p.124) の通り，各話題と仕様書との対応関係は，付録 II.3 ~ II.5(p.128 ~ p.141) の通り，さらに，隣接回数の計算結果は，付録 II.2の表 II.4 ~ II.6(p.125 ~ p.127) の通りである．

「5. リストと仕様書を見比べ，仕様書に改善を施す」において，どのような改善がどの程度の件数あったかを以下にあげる．なお，説明の都合上，事項 A に関する話題の会話帯と事項 B に関する話題の会話帯とに隣接があったものとする．

また，各事例の詳細な改善例や改善後の仕様書はそれぞれ，付録 IVの IV.2 ~ IV.4(p.147 ~ p.166) のようになった．

- [改善パターン (1)]　(事例 1: 5 件，事例 2: 5 件，事例 3: 6 件)

  事項 A と事項 B が仕様書中の離れた場所に記述されている場合を考える．記述されている場所が離れているために双方のつながりが分かりにくくなっていることを解消するため，先に記述のある事項 A の記述部分に事項 B との関連と事項 B の概略を追加し，相互の関係を述べておく．

  例 : (事例 1 より)

  > 仕様書の一番最初の事項である事項 1 では「システム内部では，各機能の種類と，それに必要なデータをメモリにストアし，描画を行う .」とあり，仕様書の一番最後の事項 21 では「図形情報は用紙上の絶対座標の pixel 形式で扱う」という内容のことが書かれている．これでは，データは，pixel 情報としてシステム内部で管理されるということがわかりにくいため，事項 1 に「データは用紙上の絶対座標を用いた pixel 情報として扱う」という記述を追加する．

- [改善パターン (2)] (事例 2: 8 件，事例 3: 4 件)

  事項 A が動作するのは，事項 B のどのような動作がきっかけになるのかを事項 A の記述部分に追加する．

  例 : (事例 2 より)

  > 事項 3 は「新しいカードが作られると....」と始まっているが，いったいどうしたら新しいカードが作られるのかが不明である．一方，事項 3 と離れた位置に記述されている事項 8 では「新規ボタンにより新しいカードが作られる」とある．そこで，事項 3 に事項 8 の「新規ボタンにより新しいカードが作られる」という事項 3 の動作のきっかけ (事項 8) に関する記述を追加する．

- [改善パターン (3)] (事例 2: 2 件，事例 3: 2 件)

  事項 A の機能が事項 B にどのように働きかけるのかについて，片方の事項あるいは両方の事項に，追加する．

  例 : (事例 2 より)

  > 事項 5 での「アクティブにするとフォーカス状態になる」と事項 14 での「ツリー・ウィンドウ上でタイトルが強調表示される」というのは，アクティブにする機能がツリー・ウィンドウ上のタイトルに働きかけるものであるため，事項 5 は事項 14 に働きかける事項である．そこで，事項 5 には「フォーカス状態では，ツリー・ウィンドウ上でタイトルが強調表示される」と追加し，事項 14 には「カードをアクティブにすると，タイトルが強調表示される」と追加する．

- [改善パターン (4)] (事例 1: 1 件，事例 2: 7 件，事例 3: 1 件)

  事項 A の機能と事項 B の機能が共通の事項 C に働きかける場合に，事項 A と事項 B とをひとまとまりに一旦まとめ，事項 A と事項 B の記述を両者に共通な部分とそうでない部分とに分けて記述する．

  例 : (事例 2 より)

  > 事項 9 の「リンクをバックトラックする」という機能と，事項 11 の「リンクをムーブする」という機能は，共に，カード間のリンクに関わる機能であるが，前者は単に他のカードに移るだけであり，後者は他のカードとのリンクを追加・変更するものである．そこで，前者のような動作をする事項を「他のカードウィンドウに移動するには？」としてまとめ，後者のような動作をする事項を「他のカードウィンドウとのリンクを追加・変更するには？」としてまとめる．

- [改善パターン (5)] (事例 2: 3 件)

  事項 A が事項 B に働きかけるのと同じような働きかけをする事項が他にもいくつかあるような場合に，その同じような働きかけをする事項を事項 B の記述部分にリストアップする．

  例 : (事例 2 より)

  > 事項 12 の「既存のカードとのリンクを追加する」のように，事項 14 の「ツリーウィンドウの書換え」が起こるような場合を列挙し，事項 14 に追加する．

- [改善パターン (6)]　(事例 1: 3 件，事例 2: 3 件，事例 3: 6 件)

  事項 A における事項 B の扱いの記述が不足しているため，それに関する記述を事項 A の記述部分に追加する．

  例 : (事例 1 より)

  > 事項 5 の「文字」の項目には，事項 9 の「拡大・縮小」に関して一切触れられていない．会議中には，文字の拡大・縮小も図形の拡大・縮小に準じて扱うということが決定されているので，事項 5 に「文字の拡大・縮小は図形の拡大・縮小に準ずる方法で可能である」を追加する．

- [改善パターン (7)]　(事例 3: 1 件)

  事項 A の実現にあたっては，事項 B のどの部分が必要になっているかについて事項 A の記述部分または事項 B の記述部分に追加する．

  例 : (事例 3 より)

  > 事項 19 の「スケジュールのダブルブッキングの処理」を厳密に行うためには，事項 2 の「行事データのデータ構造」を変える必要があるので，その旨，事項 2 に追加する．

- [改善パターン (8)]　(事例 2: 1 件)

  事項 A と事項 B の中で対象システム特有の用語が混乱して使われており，誤解を与える可能性のある場合に，それらを整理する．

  例 : (事例 2 より)

  > 事項 9 で用いられている「アクティブにする」という事項 5 の動作は，該当するカードを一番前に表示し，さらにフォーカス状態にすることを含めた一連の動作のことをさしており，いわゆる一般的な意味でのアクティブという言葉とは異なるため，事項 5 に，アクティブという動作の明確な定義を追加する．

リストアップされた事項対のうち，実際に改善を施せた事項対の割合は表 4.2の通りである．最低でも 3 割のものに，実際に改善を施せた．もちろん，対象とする仕様書の質や成熟度によって，この数値は大きく変わるものと考えられる．

また，これらの改善により，仕様書の量はやや増えている．行数で比較すると，表 4.3のようである．

仕様書の事項の木構造は，付録 III.1の図 III.1 ~ III.3(p.143 ~ p.144) から，付録 IV.1の図 IV.1 ~ IV.3(p.145 ~ p.146) のようになった．

[8] 付録 I.2(p.112 ~ p.114) および付録 IV.3(p.155 ~ p.157) では，2 カラムの文書だが，ここでは，1 カラムで表示した時の行数で計算した．

表 4.2: 基本方針の予備実験により，改善を施せた事項対の割合

	該当する事項対 (A)	改善の動機となった事項対 (B)	割合 (%) B ÷ A
事例 1			
直接型隣接 4 回以上	1	1	100.0
3 回以上	3	2	66.7
2 回以上	9	6	66.7
1 回以上	30	9	30.0
事例 2			
直接型隣接 6 回以上	3	1	33.3
5 回以上	9	2	22.2
4 回以上	14	6	42.9
3 回以上	27	15	55.6
2 回以上	45	20	44.4
1 回以上	87	29	33.3
事例 3			
直接型隣接 15 回以上	1	1	100.0
13 回以上	2	2	100.0
12 回以上	3	2	66.7
10 回以上	4	3	75.0
9 回以上	6	3	50.0
8 回以上	9	4	44.4
7 回以上	12	6	50.0
6 回以上	14	7	50.0
5 回以上	15	8	53.3
4 回以上	21	11	52.4
3 回以上	26	14	53.8
2 回以上	38	18	47.4
1 回以上	55	20	36.3

表 4.3: 改善前後の仕様書の行数

	改善前仕様書 (行) (A)	改善後仕様書 (行) (B)	増減 (B ÷ A−1) (%)
事例 1	161	167	+ 3.8
事例 2 [8]	188	223	+19.0
事例 3	249	272	+ 9.2

4.3　発話履歴を用いた仕様書の改善の heuristics

4.2節の適用実験結果を踏まえて，仕様記述者 (設計者) が，話題の隣接情報から得られたリストと仕様書の該当部分を見比べて既存の仕様書に改善を施す際の heuristics として，次のようなものが考えられる．

1. 関係のある事項どうしが，仕様書中で離れて記述されていないか

   このような場合には，できる限り仕様書中の近いところに記述する．それができない場合には，それぞれの事項の記述部分に他方の事項に関する簡潔な記述を追加する．　(例: [改善パターン (**1**)])

2. 仕様書の事項を他の側面から考えるとどうなるか

   仕様書の記述スタイルには，3.2節でも述べたように，実体関連図，データフロー図，オブジェクト指向分析で用いられる図など，多くのものがある．自然言語で書いた仕様書でも，上のような記述スタイルに近い書き方ができる．例えば，状態遷移図に近い書き方として，仕様書の各項目間の流れを明記するような書き方が考えられる．このように，今ある仕様書をこれらの記述スタイルで書いた時にどうなるかを考え，そのような観点からの内容を各記述部分に追加する．

   (例: [改善パターン (**2**)，(**3**)，(**5**)])

3. 似た内容の事項がないか

   似た内容の事項は，1 箇所にまとめて記述し，その共通点と相違点を明確に分けて記述する．

   (例: [改善パターン (**4**)])

4. 事項間の関連を考えると不足内容はないか

   事項 A という状況下では，事項 B はどのように動作するのか，事項 B はどうなるのかといったことが記述されていない場合がある．そのような不足内容を追加する．　(例: [改善パターン (**6**)])

5. 設計理由 (**Design Rationale**) を追加した方が良いのではないか

   ある事項の存在意義が他のどの事項のためにあるのかなどを追加し，仕様書を理解しやすくするとともに，実装作業や仕様の見直しなどの際の参考にできるようにする．(例: [改善パターン (**7**)])

6. 用語の使い方が混乱していないか

   事項が離れていればいるほど，用語の使い方が混乱している場合が多い．特に，対象システム特有の用語ほど気をつける必要がある．　(例: [改善パターン (**8**)])

4.4　基本方針の評価実験

本節では，4.2節で作成された仕様書が仕様書を読む人にとって本当にわかりやすくなっているのか否かを調べる評価実験について述べる．

仕様書がわかりやすくなったか否かを一般的に判断することは非常に難しい．そこで，本研究では，人間が仕様書を読んで理解する際に，できる限り，前から後ろへさっと読むことができる，つまり，できる限り，読み返しや先読みをせずに，また，読み返しや先読みをする場合でもあまり前を読み返したり，あまり後ろを先読みしたりせずに理解できるような場合，その仕様書はわかりやすいと判断することにする．具体的には，先読み・読み返しの発生頻度や発生回数，先読み・読み返しの範囲などを調べる．

4.4.1 評価実験方法

改善前の仕様書を見せるグループと改善後の仕様書を見せるグループをそれぞれ作り，以下のような評価実験を行った．

- 仕様書は，原則的に 1 ページに 1 事項のみが書かれたものを用意した (改善前の仕様書を付録 V.1(p.168 ~ p.180) に，改善後の仕様書を付録 V.2(p.181 ~ p.191) に添付)．このことにより，前後の事項を参照したことが容易に検出できる．
- 被験者に，図 4.1のような実験指示書を与え，実験を開始した．
- 実験の様子をビデオで記録し，参照している仕様書のページの時間的変化と発話内容を調べた．
- 実験後に，各被験者には，改善前の仕様書と改善された項目を赤枠で囲んだ改善後の仕様書とを見せて，各改善について，改善の効果があると思うかどうかを自由に答えてもらう形式のヒアリングを行った．
- 被験者は，本学でコンピュータソフトウェアに関する学習・研究を行っている者である．改善前の仕様書を見せるグループ 2 名 (修士 1 年 (被験者 1)，修士 2 年 (被験者 2))，改善後の仕様書を見せるグループ 2 名 (修士 2 年 (被験者 3)，学部 4 年 (被験者 4)) で構成した．

本節では，3 つの事例のうち，改善点の最も多かった事例 2 に関して実験を行った．

仕様書の評価実験
三浦 信幸

本日は，実験に御協力頂き，誠にありがとうございます．

この実験は，あなた自身を評価するのではなく，この仕様書を評価するためのものですから，安心して素直に実験に望んで下さい．

実験上の注意

1. この仕様書を基に，対象システムの詳細設計に入るつもりでこの仕様書を理解して下さい．
2. 仕様書は基本的に，前から順番に読んで下さい．ただし，前後の頁を参照する必要があると思った時はそれらを参照して下さい．
3. 疑問点が発生した場合には，発生した際になるべく口述して下さい．
4. 仕様書を読んでいる途中で前に上げた疑問点が解決した場合には，なるべく，その場で口述して下さい．

図 4.1: 実験指示書

4.4.2　評価実験結果と考察

参照ページの時間的変化は，図 4.2 ~図 4.5 のようになった．各図は，横軸が時間を表し，縦軸は仕様書のページの番号 (各ページの分量を考慮した目盛) を表す．例えば，図 4.2では，実験開始 1 分後から 2 分後頃まで，被験者 1 は仕様書の 2 ページを参照しており，3 分すぎには，4 ページを参照してる最中に 20 ページまでの先読みが発生し，5 分 30 秒すぎには，8 ページを参照している最中に 3 ページ最初までの読み返しが発生している．また，図 4.2の縦軸の目盛から，改善前の仕様書の 8 ページの記述量は 2 ページの記述量のおよそ 2 倍であることが分かる．なお，1 つの事項が複数ページにわたる場合があるので，事項数とページ数は必ずしも一致しない．また、改善前と改善後で事項数が変わったため，改善の前後で頁番号は一致しない．

参照ページの時間的変化のグラフ (図 4.2 ~図 4.5) とヒアリングから，各改善パターンごとの改善の効果は以下のようになった．なお，(1)-1 などは改善項目の項目番号で，付録IV.3(p.152 ~ p.154) にまとめてあり，図 4.2 ~ 4.5 中の楕円のそばに書かれた数字と対応する．

図 4.2 ~図 4.5 を概観して分かるように，図 4.4や図 4.5 の改善後の結果の方が先読み・読み返しの回数が減少しており，改善の効果が表れていることが分かる．なお，図 4.5 の被験者 4 の実験結果では，極端に読み返しの回数が減少しているが，これに関しては，[非改善項目に関して] の項目で述べる．

- [改善パターン (**1**)]　(事例 2: 5 件)

  5 件のうち，3 件 (改善項目 (1)-2，(1)-4，(1)-5) は顕著な効果がグラフ上に表れた．改善前の被験者 1 および 2 では該当箇所で激しく前後を読み返しているが，改善後の被験者 3 および 4 では全く読み返しがおきていない．

  残り 2 件のうち，(1)-2 については，ヒアリングで，4 人とも「あった方がよい」と答え，うち 2 人の被験者からは「TW などの略語を覚えておくのに役立つ」と言っていた．(1)-3 に関しては，ヒアリングで，4 人とも「まあ，あった方がよい」と話していた．

- [改善パターン (**2**)]　(事例 2: 8 件)

  8 件のうちの 1 件 (改善項目 (2)-1) は，顕著な効果がグラフ上に表れた．改善前の被験者 1 および 2 では該当箇所で前後の読み返しが発生しているが，改善後の被験者 3 および 4 では発生していない．

  残り 7 件は，いずれもヒアリングで「このようにまとめてあると非常にわかりやすい」と被験者 4 人ともが答え，ある 1 人の被験者は「特に実際に詳細設計を書く時に非常に便利」と話していた．

- [改善パターン (**3**)]　(事例 2: 2 件)

  2 件のうちの 1 件 (改善項目 (3)-1) に関して，ヒアリングである 1 人の被験者は「このことはどこにも明示的に書いていないから，重要」と話していた．他方 (改善項目 (3)-2) に関しては，ヒアリングで，被験者 4 人ともが「冗長になる傾向はあるが，確かにつながりが分かって良い.」と話していた．

- [改善パターン (**4**)]　(事例 2: 7 件)

  7 件は最終的に，5 つの類似の事項を 2 つの事項にまとめ直したもので，その効果はグラフ上に顕著に表れている．ヒアリングでも，改善前の仕様書を読んだ 2 人の被験者は「5 つの項目の違いが明確に理解できなかったが，この改善があれば，一目瞭然」と話していた．

- [改善パターン (5)] (事例 2: 3 件)

  3 件ともに，[改善パターン (2)] を補うもので，隣接回数リスト (例 : 表 4.1) 中に出てこなかったために，[改善パターン (2)] で列挙できなかった事項とのつながりを追加する改善となった．

  ヒアリングにおいて，[改善パターン (2)] 同様に「このようにまとめてあると非常にわかりやすい」と被験者 4 人ともが答え，ある 1 人の被験者は「特に実際に詳細設計を書く時に非常に便利」と話していた．

- [改善パターン (6)] (事例 2: 3 件)

  3 件のうち，2 件 (改善項目 (6)-1，(6)-2) に関しては，被験者の 1 人が「確かに不足項目であり，追加しておくべきだ」と話していた．残り 1 件 (改善項目 (6)-3) は，4 人の被験者とも特に何も述べておらず，目新しい内容とは感じなかったようだ．

- [改善パターン (7)] (事例 2: 0 件)

- [改善パターン (8)] (事例 2: 1 件)

  この件に関しては，ヒアリングで，改善前の仕様書を見た 2 人ともが「言葉のニュアンスで想像できたが、確かに混乱を招いていた．このように、明確に定義した方が分かりやすい．」と話していた．

- [非改善項目に関して]

  図 4.2 ~ 図 4.5 中の (0)-1，(0)-2，(0)-3 は今回の改善では手を加えられていないところで，改善前・改善後とも前後の読み返しが発生している．それぞれ以下のような項目である．

  * 非改善項目 (0)-1

    事項 1(全体画面，スタートメニュー) にある，いくつかの略語 (SM，MB など) を，すぐ忘れてしまい，しばしば読み返しを起こす現象が見られた．改善項目 (1)-2 のような改善があれば，いくらか減少すると考えられる．

  * 非改善項目 (0)-2

    事項 2(カード) にある，仕様書の図 1 のカードの 3 分類が明確に意識されず，3 分類の要素の名前がでて始めて，その図を良く見直すという現象が見られた．3 分類に関する説明を補足しておけば，明確に意識されると考えられる．

  * 非改善項目 (0)-3

    事項 2(カード) にある，ユーザインターフェイス部分のレイアウト図と図中の各ボタンの説明の部分との間で，しばしば読み返しを起こす現象が見られた．必要に応じて，図は見やすい位置に再掲載すれば，解消されると考えられる．

    なお，被験者 4 の実験結果の図 4.5 には，この読み返しは発生していないが，ヒアリングで被験者 4 は「カード上のボタンのレイアウトと，各ボタンの機能とは完全に切り離して考えましたので，特には読み返しをする必要性を感じませんでした」と答えている．すなわち，被験者 4 がこの種の読み返しをしなかったのは，単に個人差であると言える．

このように効果の程度は，改善項目・被験者などによって若干の差はあるが，全体としては効果があるということが確認された．また，ほとんどの非改善項目については，改善前・改善後ともに読み返しが発生しており，本評価実験結果の妥当性を示している．

したがって，本章で考えた基本方針「何度も隣接して話された話題に対応する事項を仕様書の木構造中で近くに記述する」の有効性が示され，この基本方針に基づいて，次の第 5章で方法論を作成すれば良いと考えられる．

また，4.3節にあげた，heuristics ごとに見てみると，本研究のような評価実験では，以下の heuristics による改善の効果が顕著であった．

- **1**．関係のある事項どうしが，仕様書中で離れて記述されていないか　(例: [改善パターン (**1**)])
- **2**．仕様書の事項を他の側面から考えるとどうなるか　(例: [改善パターン (**2**)，(**3**)，(**5**)])
- **3**．似た内容の事項がないか　(例: [改善パターン (**4**)])

これらは，仕様書の事項の木構造を変えるような改善を引き起こすため，先読み・読み返しのおきにくい，非常に読みやすい仕様書が作成できる結果になると考えられる．

一方，残りの heuristics は，本研究のような評価実験では，あまり顕著な効果がなかったが，仕様書の内容と深く関わっており，改善による効果は別の形で表れると考えられる．すなわち，仕様書の質として表れるため，改善後の仕様書を用いて実際に書いてみた詳細仕様の質や，実装を行ってみた場合の出来上がるソフトウェアの質として，効果が表れると考えられる．また，これらの heuristics は，第 7章で述べるように，要求仕様作成会議中で用いると，仕様書の質の向上に貢献すると考えられる．

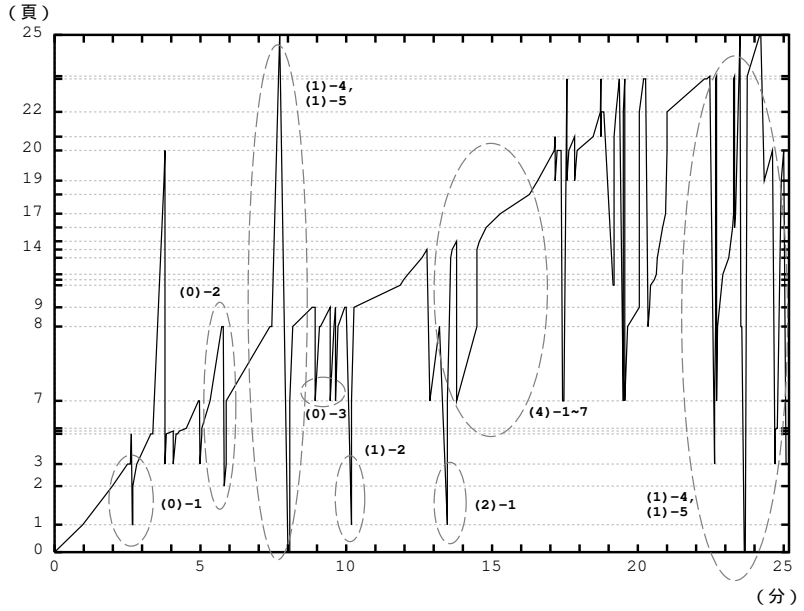

図 4.2: 発話履歴を用いた仕様書作成法の予備実験の評価実験結果 (被験者 1)

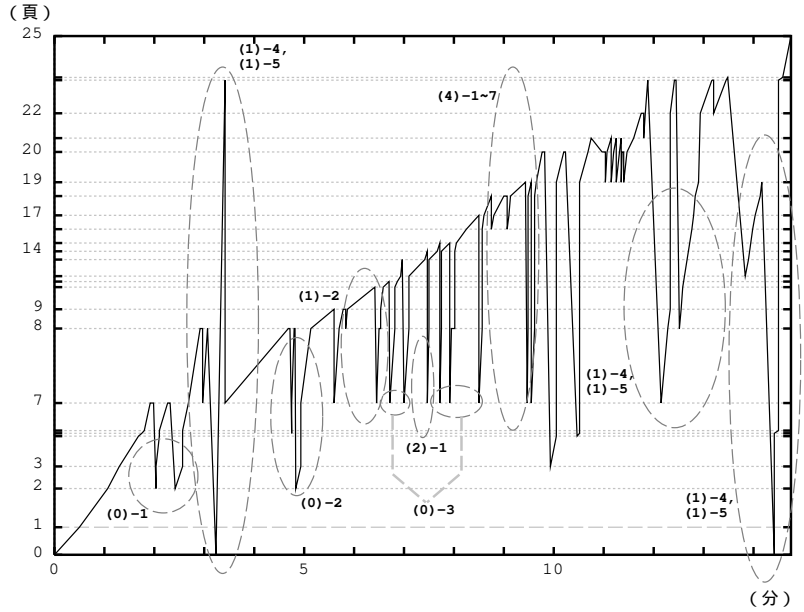

図 4.3: 発話履歴を用いた仕様書作成法の予備実験の評価実験結果 (被験者 2)

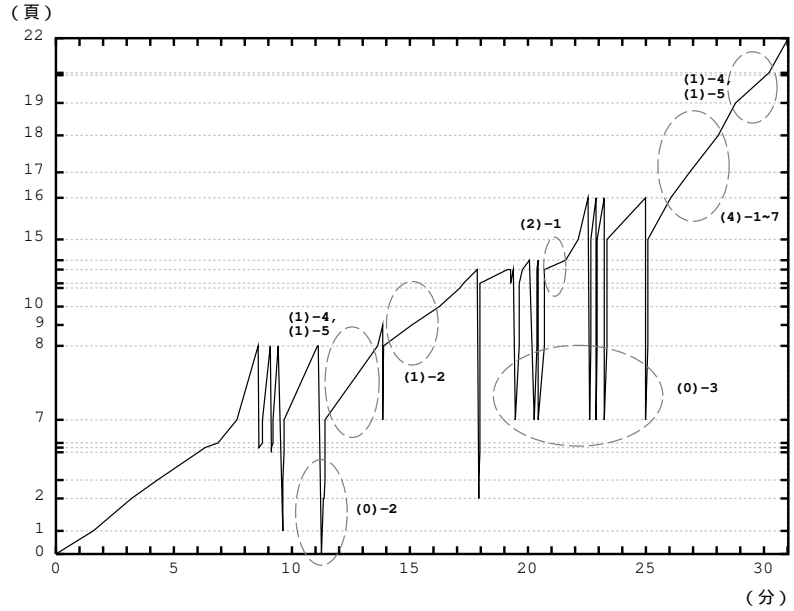

図 4.4: 発話履歴を用いた仕様書作成法の予備実験の評価実験結果 (被験者 3)

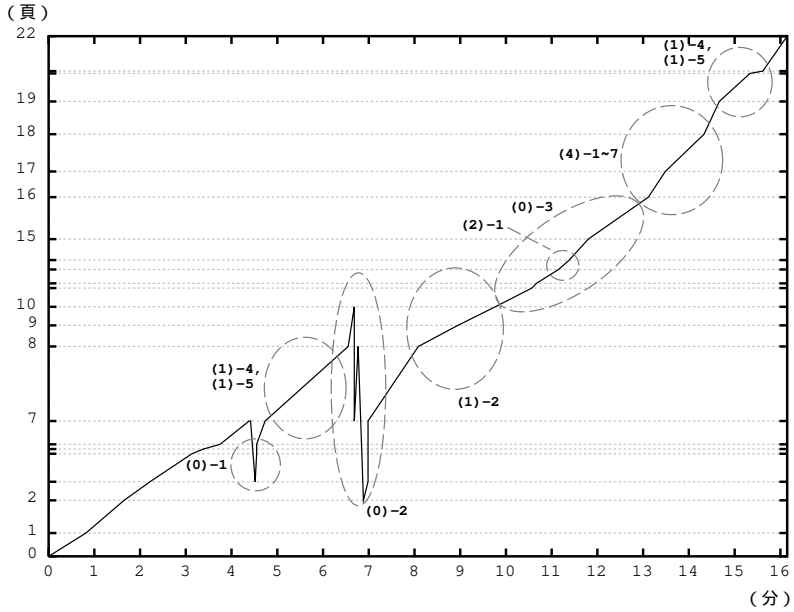

図 4.5: 発話履歴を用いた仕様書作成法の予備実験の評価実験結果 (被験者 4)