ソフトウェアの要求獲得を支援する対面式会議システムに関する一考察

海谷治彦† 三浦 信幸‡ 佐伯 元司‡ 落水 浩一郎†

†北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
〒 923-12 石川県 能美郡 辰口町 旭台 15

‡東京工業大学 工学部 電気電子工学科
〒 152 東京都目黒区大岡山 2-12-1

複数の作業者が複数回の対面式の会議を通して，文書などの生産物を作成する作業に計算機システムを適用するためには，人的な要因を十分に考慮したシステムの運用が必要となる．本論文では，実際に計算機システムを利用した作業と，そうでない作業との比較を通して，システムの運用に考慮しなければならない点を明らかにした．この比較を通して，参加者の活動を阻害しない範囲で会議の履歴の編集を会議中にできるだけ行ない，会議後に，履歴と生産物を完全に編集する利用方法が効果的であることがわかった．また，事前に準備した agenda などが会議中に計算機からアクセスできることが，議事の進行の効率化に貢献することがわかった．

Preliminary Experiments of A Computer System for Face-to-face Meetings

Haruhiko Kaiya† Mobuyuki Miura‡ Motoshi Saeki‡ Koichiro Ochimizu†

†Graduate School of Information Science,
Japan Advanced Institute of Science and Technology, Hokuriku, Ishikawa, 923-12 Japan

‡Department of Electrical and Electronic Engineering, Tokyo Institute of Technology,
Ookayama 2-12-1, Meguro-ku, Tokyo 152, Japan

E-mail address: kaiya@jaist.ac.jp miura@cs.titech.ac.jp
saeki@cs.titech.ac.jp ochimizu@jaist.ac.jp

In this paper, we discuss the usage of a computer system for supporting the activities in the face-to-face meetings. We have observed three different kinds of projects, each of which consists of several meetings. In a project, participants did not use computer systems, in another project, they only used a computer system to record the contents of the discussions correctly, and in the other, they used the system anyway. From the implication of the observations, we confirm the importance of the correct record of the meeting contents, the system operator and/or the secretary in the computer-aided meeting, the works outside the meeting and the prepared agenda in the system.

1　まえがき

近年，計算機を媒体として複数の作業者の共同作業を支援するシステム，グループウェアが数多く開発されている．

特に，共同作業の代表的な例の 1 つである 「会議」では，形式化しにくい多量のインタラクションが作業者間で行なわれる．そのため，このような特徴を有する作業の効率や品質の向上を目的とした数多くの電子会議システムが開発されている．例えば，地域的に分散した会議の支援を行なうシステム [1] などは，分散という不利な点を解消し，対面式に近い作業を行なうことのできる環境を提供している．対面式の会議を支援する電子会議システムは，大型共用スクリーンなどを用いて WYSIWYG を提供するシステム [2] や，IBIS モデルを用いたシステム [3] や，KJ 法を基盤としたシステム [4] などが見られる．また，会話のモデルを基盤とした基礎研究も盛んである [5, 6] ．

しかし，このようなシステムを効果的に運用するためには，システムを利用した作業の分析を通して，運用に際して考慮すべき点を明らかにする必要がある．なぜなら，作業者の利用方法によって，システムの機能が，実際に会議に参加する作業者の議論などの活動を妨げたり，システムの機能を十分に引き出すことができない可能性があるからである．

本論文では，支援の有効な適用場面や，そこにおける利用法の違いを認識するために，予め設計された 3 種類の実験の分析を通して，効果的なシステムの運用方法についての考察を行なう．続く 2章では，実験の目的と設定について述べ，3章では，本論文で利用した計算機システムを紹介する．そして，4章で，実験の結果について考察を行ない，対面式の会議を支援するシステムの効果的な利用方法を議論する．

2　実験の目的と設定

文書などの生産物を作成するための対面式の会議を支援するための計算機システムは，会議中の議論内容を十分に反映した生産物を作成する作業を支援しなければならない．しかし，通常の会議では，発話や板書などの行為を通じて議論を進めるため，計算機操作に不慣れな作業者を交えた会議を想定した場合，会議中にキーボードやマウスなどを利用する計算機操作を通して，議論内容をリアルタイムに生産物に反映させることは，困難であると考えられる．また，会議中に agenda などが計算機からアクセス可能な形で提供されていることで，効率的に議事を進めることが可能であると思われる．

これらの仮定を確認するために，以下に示すような設定の 3 つの運用実験を行なう．それぞれの実験における共通の設定事項は以下の通りである．

- 作成対象は，自然言語で記述されたソフトウェアシステムの仕様書である．
- 会議に，顧客，設計者，操作者の 3 種類の作業者が参加する．それぞれの参加者の役割は以下の通りである．

  顧客: 対象システムの要求を出し, 仕様を承認する．作成されるシステムの利用者なども，この種類に含める．

  設計者: 顧客の要求を分析し, 生産物である仕様書を記述する．

  操作者: 黒板の図を計算機に記録するなどの書記の作業を行なう．ただし，実験 1 の場合は，書記そのものである．

また，それぞれの実験の設定の差異は以下の通りである．

実験 **1** ：システムを利用しない作業形態．

システムは利用せず，円卓を囲みながら発話による議論を行ない，必要であれば，黒板などに図を書きながら議論を進める．agenda などは通常の文書として用意され，会議の進行にあわせて書記が議事録を記録する．

実験 **2** ：会議内容の記録のためにシステムを利用する作業形態．

会議中に，システムは会議内容の記録のために利用し，利用者は，計算機を利用しない会議に近い形で作業を行なう．そして，会議後に，システムに記録された会議の内容を基に，会議内容を十分に反映した生産物を設計者が作成する．会議後の作業では，前回の会議の記録を整理して生産物を作成する作業のみを行ない，agenda などは通常の文書として別途用意する．

実験 **3** ：会議中にシステムの編集機能を積極的に利用する作業形態．

会議中に，システム上の操作を積極的に行ない，リアルタイムに議論内容を反映した生産物を作成する．もし，作成し切れない場合は，実験 2 と同様に，会議後に残りの作業を行なう．また，会議後の作業では，前回の会議の記録を整理して生産物を作成する作業に加えて，次回の会議のための agenda などをシステムに入力しておく．

これらの実験を以下の観点から分析することで，生産物を作成するための対面式会議を支援するシステムの効果的な運用方法を明らかにする．

- 実験 1 から，従来の会議の問題点の中で，計算機によって支援可能な問題を明らかにする．そして，計算機システムを利用することによって，それらの問題点を減少させる方法について考察する．
- 手作業でシステムの記録機能を代行した場合に必要となる会議後の作業時間を，通常の会議の記録の分析 [7] に費やした時間から推測し，システムを記録のために利用した実験 2 と比較を行なう．これによって，会議内容の正確な記録のためには，計算機システムの利用が有効であることを示す．
- 実験 3 の，会議中におけるシステムの編集機能の利用内容を調べる．これによって，会議中のシステムの利用が，会議後に議論内容を十分に反映した生産物を作成する作業の効率化に貢献していることを示す．

- 会議中に議論された話題が計算機からアクセス可能な agenda として準備されたものなのか否かを調べる．これによって，agenda を計算機からアクセスできる形で準備することが，agenda を準備した作業者が効率良く自分の考えたシナリオに沿って議事を進めることや，他の参加者が議事の進行を容易に理解することに貢献していることを示す．

上記の分析には，利用するシステム中のデータの構成要素の数や，作業にかかる時間，作業者へのインタビューなどを基にして行なう．

3 実験で用いた計算機システム

実験には，3 人から 6 人程度の会議における議事録などの生産物を作成を支援することを目的とする計算機システム [8] を利用する．会議参加者は，このシステムを利用して，会議中の発話の内容を Discussion という単位に分割し，その Discussion を基に Topic と呼ばれる生産物の構成要素を作成することができる．これにより，会議内容を十分反映した生産物を作成することが可能となる．また，Discussion や Topic などの関係を図 1のような GUI を通して，随時参照できるため，同じ議論を繰り返すなどの非効率な議論を減少することができる．

図 1: システムの GUI の概観

システムは，会議中に個々の作業者が計算機端末を利用することのできる会議モードと，会議の記録を整理したり，続く会議のための準備を行なう個人モードの 2 つの形態で利用される．作業者は，通常，この 2 つの作業形態を繰り返すことで，生産物を段階的に精錬してゆく．会議モードでのシステムの利用の度合を調整することで，§2で述べた実験 2 や 3 の設定をつくり出すことができる．

4 実験の結果と考察

実験の規模や複雑さを示すために，表 1には，3 つの実験の作成対象となる生産物と作業者に関するデータを示し，表 2から表 4には，それぞれの実験における会議時間や，作成された Discussion, Topic などの数を示す．表 1中の作業者の人数の欄には，それぞれの作業者の本職を付記している．表 2に示す実験 1 は，システムを利用しない従来通りの会議なので，Discussion, Topic などの数は，会議の様子を録画したビデオ記録を基に，分析者が推定した．表 3と表 4 中の，“会議モードの作業時間” は，実際に会議を行なった時間に相当し，“会議後の個人モードの作業時間，前回の分析” は，直前の会議の記録を検索参照しながら Topic などを作成する作業にかかった時間を表し，“会議後の個人モードの作業時間，次回の準備” は，続く会議のために agenda を考えながらシステムに入力した時間に相当する．よって，実験 2 には “会議後の個人モードの作業時間，次回の準備” の行はない．実験 2 の会議 3 は，実際には 1 時間程度の休憩をはさんで，2 回の会議が行なわれたが，会議の間に構造化作業などは一切行なわれなかったため，表 3では 1 回の会議とみなしている．

表 2: 実験 1 の結果

会議番号	1	2	3	4	合計
会議時間 (分)	165	147	174	210	696
Discussion 数	32	67	54	36	189
Topic 数	23	38	46	23	130

表 3: 実験 2 の結果

会議番号	1	2	3	合計
会議モードの作業時間 (分)	60	96	125	281
会議後の個人モードの作業時間，前回の分析 (時間)	10	10	7.5	27.5
Discussion 数	40	43	68	151
Topic 数	127	65	65	257

表 4: 実験 3 の結果

会議番号	会議前	1	2	3	合計
会議モードの作業時間 (分)	-	31	50	30	111
会議後の個人モードの作業時間，前回の分析 (時間)	-	2	2	3.5	7.5
会議後の個人モードの作業時間，次回の準備 (時間)	-	3	1	0	4
Discussion 数	-	22	22	24	68
Topic 数	58	83	39	7	187

それぞれの実験は，作成対象，生産物量，会議時間，Discussion 数，Topic 数などの点から見ると，ばらつきがあるが，会議としては，対象領域を十分に理解した顧客が，対象領域を知らない設計者にシステムの仕様の作成を依頼する形をとっているため，会議の性質自体は類似していると思われる．また，分析に使う数値は，それぞれの実験における Discussion や Topic などの全個数を基に正規化しているため，実験間の比較に関して問題はないと思われる．

表 1: 3 つの実験の概要

	実験 1	実験 2	実験 3
作成対象	カード型のソフトウェアの仕様を記述するためのシステム	大学の研究室での文献や計算機データの管理システム	国際会議のプログラム委員長の業務支援システム
仕様書のページ数 (A4 用紙)	4	12	10
顧客人数 (本職)	2(大学 4 年生)	2(大学職員, 大学院生)	1(大学職員)
設計者人数 (本職)	2(大学 4 年生，大学院生)	1(大学院生)	1(大学院生)
操作者人数 (本職)	1(大学 4 年生)	1(大学 4 年生)	1(大学院生)

4.1 通常の会議の問題点

実験 1 で発生している問題点を明らかにし，計算機システムを利用することによってどの程度，それらの問題点が解決できるかを予測する．表 5に，従来の会議における問題点の割合を示す．ここでの問題点の中の複数の問題点に該当する議論があるため，表の列方向の割合の和には意味がない．

表 5: 実験 1 の会議における問題点の割合 (%)

問題点の種類 \ 会議番号	1	2	3	4	全体
議論内容が落丁した Discussion	34	27	28	25	28
同じ Discussion の繰り返し	28	43	15	36	31
結論のない Discussion	25	6	7	6	10
落丁した Topic	35	39	30	26	33

表 5の 1 行目に “議論内容が落丁した Discussion” を示す．書記が参加しているにも関わらず，実験 1 では議論内容の落丁が全体で 28%あり，行なわれた 4 回の会議それぞれでも同様の値をとっている．また，表 5の 4 行目の “落丁した Topic” は 33%ある．会議内の発話などの議論の記録し，それらをもれなく生産物に反映させる機能を持つシステムを利用すれば，このような落丁の発生を減少させることができる．また，実際に落丁している議論の内容を調べると，提案程度で，その可否などが曖昧な結論のない議論がいくつか見られるが，それについては以下で考察を行なう．

表 5の 2 行目に示すように，実験 1 では，同じ議論を繰り返すような非効率な作業は，会議全体を平均して 31%程度見られる．これらの非効率な議論も内容を調べてみると，可否などの決定が曖昧な結論のない議論がいくつか見られる．このような問題点は，ある提案事項が決定しているか否かや，その事項を決定した議論を参照する機能によって，減少させることができると思われる．

この分析における結論がないと思われる議論は，表 5の 3 行目に示すように，およそ 10% ある．その内容を調べると，結論を先送りにすることを繰り返した結果発生していた．このような問題点は，議決事項が決定されているか未決なのかを管理し，利用者に対して，その状態を提示する機能を持つシステムによって，減少させることが可能であると思われる．

また，実験 1 では結論が曖昧なために，議論での矛盾が発生している部分が見られた．このような問題点に関しては，IBIS[3] や QOC[9] などに見られる，選択肢を明示する形式化を持つシステムが有効であると思われる．

4.2 システムの記録機能の有効性

4.1節で述べたように，通常の会議では，議論の内容の多くが生産物から落丁しており，それによって，会議参加者の意図を十分に反映していない不完全な生産物が生産されていることがわかった．このような問題点を解決するためには，議論内容を正確に記録し，それらを基に生産物を作成する作業への支援が必要である．有効であると考えられる．この節では，計算機システムを用いた記録作業が，そうでない場合よりも有効であることを示す．

本実験で用いたシステムのように記録を正確に取り，その記録を基に生産物を作成した場合の作業負担を，ビデオテープに記録した会議の内容を整理する作業 [7] に費やした時間を基に推測する．この費やした時間から，会議中の発話をアクセスしやすいように文書化する作業は，会議時間のおよそ 50 倍かかり，それらから Topic を抽出して関係を作成する構造化作業は，会議時間のおよそ 30 倍かかると予想できる．これだけの時間を会議外での作業に費やせば，手作業でもシステムを利用したのと同じ効果を期待できるが，実験 1 の会議時間から推測して，構造化作業だけでも，およそ 348 時間 (14 日間) の時間がかかり，実用には適用できない．現在利用できる計算機の機能でも，発話の区切れを認識し，限られた語ならは，その語を認識することが可能である [10]．よって，会議内容の記録に関しては，かなりの程度，計算機システム導入による効用が期待できる．

4.3 個人モードの作業の支援

実験 3 は，できる限り会議モードにおいて生産物の作成作業を行なうことを目指したが，実際には，会議後の個人モードの作業を効率化するためのデータを入力する程度の作業しか行なわれなかった．しかも，会議参加者全員が編集作業を行なうことが可能だったにもかかわらず，その作業のほとんどを実質的に議論に加わらない操作者が行なっ

ていた．この事実より，会議中に全ての生産物を完全に作成することは困難であるため，個人モードでの作業は必須であると思われる．

表 3と表 4より，会議モードの作業を分析するのにかかる時間は，実験 2 の場合，281 分当たり 27.5 時間で，およそ 6 倍の時間がかかり，実験 3 の場合，111 分当たり 7.5 時間で，およそ 4 倍の時間がかかっている．この結果より，会議モードでの編集作業は，個人モードの作業の効率化に貢献していると思われる．実験 3 の個人モードの作業を行なった設計者に対するインタビューから，実際に，以下のような作業を効率的に行なうことができたことが分かった．

- Discussion を区切る作業: 会議内の議論を，会議から作成される文書などと対応付けるために，このシステムでは，会議内の同じ話題を議論している時区間を Discussion に分割する．この作業が，議論内容の落丁を防ぐための基本的なデータとなる．通常，Discussion を区切る際には，議論者の発話などを丹念に見返し，内容的に判断する必要があり，その作業には多くの時間が必要となる．しかし，会議中にシステムを利用して参加者が明示的に記録した話題の切れ目や，システムが提供する個々の参加者の発話の時間的な分布 (図 1) などの情報が，この作業の効率化に貢献していた．
- Discussion と Topic との関係を付ける作業: Discussion と Topic との間の関係を作成することで，特定の話題が複数の箇所で議論された場合に，矛盾などの発生を防ぐことができる．通常，この関係は，会議の参加者の発話などの Action と，Topic のリストを丹念に見て行わなければならない．これは，会議に参加したシステムの操作者が明示的に音声や文字で入力したキー語にタイムスタンプを添付されていたことで，容易に関係付けることがきできた．
- Topic 間に関係をつける作業: Topic 間の関係は，and/or 木構造であり，最終的に作成される文書などの生産物のプロトタイプとなるような箇条書きの文書を想定している．よって，通常は，Topic を切り出した作業者 (この実験の場合は設計者) が，個人モードでこの関係を決定する．システムを利用することにより，個々の Topic は，時間的な順序を持った Discussion と対応が付いているため，その順序を参考に関係を付けることができた．
- Topic の文章を作成する作業: Topic は，本システムの検索のキーであり，Topic の木構造が，最終生産物である文書のプロトタイプとなる．このような Topic は，会議内の Action に含まれるキー語を基に作成するが，通常は，会議の参加者の発話などの Action を丹念に見て，作成しなければならない．しかし，書記に該当する参加者が，会議中に Topic の候補となる文章を，音声や文字としてシステムに入力することで，個人モードでの作業はある程度，効率化できた．

表 6に，実験 3 の個人モードの作業で効率化できた作業の割合を示す．これは，実験 3 の個人モードの作業において，ほとんど議論内容を聞き直さずに行なうことのできた作業の数の割合である．この割合は，実際に作業を行なった操作者にインタビューを行なうことで得た．

表 6: 実験 3 の個人モードでの作業の効率化の割合 (%)

作業の種類 \ 会議番号	1	2	3	全体
会議を Discussion に分割	22	50	38	40
Discussion と Topic を関係付ける	36	27	63	43
Topic 間に関係を付ける	51	24	39	36
Topic の作成	7	8	14	8

4.4 会議モードの作業の支援

実験 3 の会議モードにおいてシステムがどのように運用され，それらが会議モードにおける作業に，どのような影響を与えたかを議論する．以下に，会議モードで利用された機能と，その効用を列挙する．

- 計算機に事前に入力された agenda: 実験 3 では，会議のための agenda は，全てシステムに Topic の構造として入力してあり，それらを会議中に見ながら，議論する形式を取った．よって，会議中はほとんどの時間，agenda として用意された Topic の構造に従って議論が行なわれた．表 7の 1 行目に示すように，およそ 8 割の時間は，Topic を参照しながら会議を行なった．また，2 行目には，会議内で参照された Topic 数の割合を示している．会議の回を追う毎に，100, 57, 17%と割合が下がっている．この結果より，既存の Topic を繰り返し参照するような議論が少ないことが予想できる．そこで，3 行目には，会議内で参照された新出 Topic の数の割合を示す．新出 Topic とは，直前の会議には存在せず，直前の会議と，注目している会議の間の個人モードで作成された Topic である．表 7より，この割合は，平均して 9 割近くであり，事前に用意された agenda に当たる Topic や，前回の会議を基に作成された Topic を十分に確認しながら議論が進んでいることがわかる．また，2 行目と 3 行目の結果から，前々回の会議に発生した Topic などの蒸し返しなどは少ないことが分かる．

表 7: 実験 3 の会議モードでのシステム利用の割合 (%)

会議番号	1	2	3	合計
Topic を参照しながら議論した時間	71	94	80	83
会議内で参照された Topic 数	100	57	17	90
会議内で参照された新出 Topic 数	100	96	80	93
変更の影響を調査した Topic 数	0	0	1	1

よって，事前に個人モードで agenda をシステム内に準備することが，会議の運営を効率化することができたと考えられる．

- Topic の変更に伴う影響範囲を検索: ある Topic を変更あるいは削除した場合には，他の Topic を変更ある

いは削除しなければならない可能性が非常に高い．その際に，変更あるいは削除しなければならない Topic を捜し出す作業は，一般には困難である．しかし，隣接して議論された内容 (ここでは Topic) はこのような変更の影響範囲内であることがきわめて高いことから [7]，このシステムでは，このような Topic を列挙する機能がある．列挙された Topic を見て，変更あるいは削除を行えば，効率良く議論が進み，また，議決の矛盾を防止することが可能となっている．表 7の 4 行目に示すように，変更するか否かを調査した Topic の割合は 1%，1 事例である．しかし，この事例と影響があるとシステムが指摘した他の Topic は，全て変更する必要があったため，この機能によって，矛盾の発生を防ぐことができた．

5 むすび

本論文では，対面式の会議を通して，文書などの生産物の作成を行なう作業に計算機システムを利用する場合に考慮する点を明らかにするために，3 つの異なった型の会議の分析を行なった．その結果，以下のような点を考慮して計算機システムを利用することで，作業を効率化できると判断した．

- 議論を阻害することなく，議論内容を十分に反映した生産物を作成するためには，会議中には，記録機能を重視したシステムの利用をすべきである．そして，生産物自体は，会議後に，会議の記録を基に作成するのが適当である．
- 議論そのものに参加している作業者に対して，会議中に，システムに対する編集操作などを期待するのは困難である．よって，そのような操作を専門に行なう書記のようなシステムのオペレータが必要である．しかし，情報を参照する程度のシステムの操作であれば，議論に参加している作業者も行なうことが可能である．
- 生産物自体は，会議後に，会議の記録を基に作成することになるため，それらの記録を整理しやすい形で表示する機能をシステムは提供すべきである．特に，会議中の作業者毎の発話の時系列的な分布は，機械的に検出することが可能であるにも関わらず，話題の区切れなどど密接に関連している．よって，そのような情報を提示する機能がシステムに必要とされる．
- すでに作成されている生産物を会議内で検索する場合，ある部分を修正した結果，影響が及ぶために同様に修正しなければならない別の部分を探す場合が多い．よって，影響の及ぶ範囲という観点から，生産物を整理しなおして表示するようなインタフェースをシステムは提供すべきである．

謝辞

本研究を進めるにあたり，富士通株式会社 国際情報社会科学研究所 (現 株式会社 富士通研究所 情報社会科学研究所) での社会科学アプローチセミナーを通して貴重な議論及び助言を戴いた同研究所 ユーザー指向ソフトウェアプロセスグループのメンバーに深く感謝致します．

参考文献

[1] Hiroshi Ishii. TeamWorkstation: Towards a Seamless Shared Workspace. In *CSCW90*, pp. 13–26, Oct. 1990.

[2] Mark Stefik, Gregg Foster, Daiel G. Bobraw, Kenneth kahn, Stan Lanning, and Lucy Suchman. BEYOND THE CHALKBOAD: computer supported for collaboration and problem solving in meetings. *Communications of the ACM*, Vol. 30, No. 1, pp. 32–47, Jan. 1987.

[3] Jeff Conklin and Michael L. Begeman. gIBIS: A hypertext tool for exploratory policy discussion. In *CSCW'86 Proceedings*, Dec. 1986.

[4] 河合和久, 塩見彰睦, 竹田尚彦, 大岩元. 協調作業支援機能を持ったカード操作ツール KJ エディタの評価実験. 人工知能学会誌, Vol. 8, No. 5, pp. 47–56, Sep. 1993.

[5] Colin Potts, Kenji Takahashi, and Annie I. Anton. Inquiry-based requirements analysis. *IEEE Software*, Vol. 11, No. 2, pp. 21–32, Mar. 1994.

[6] 土井晃一, 大森晃, 蓬莱尚幸, 渡辺勇, 片山佳則. 発話行為論に基づく要求獲得パラダイムの一提案. 第 47 回 (平成 5 年度後期) 全国大会 講演論文集 (3), p. 125. 情報処理学会, Oct. 1993.

[7] 三浦信幸, 海谷治彦, 佐伯元司. 仕様作成会議の発話履歴と仕様書の構造に関する分析. 情報処理学会研究報告 94-HI-53, Vol. 94, No. 23, pp. 71–78, Mar. 1994. ヒューマンインタフェース研究会.

[8] Haruhiko Kaiya and Motoshi Saeki. A Groupware for Face-to-face Meetings to Develop Software Specifications. In *InfoScience '93, International Conference organized by Korea Information Science Society*, pp. 691–698. Korea Information Science Society, Oct. 1993.

[9] MacLean,A., Young,R.M., Bellotti,V.M.E., and Moran,T.P. Questions,options,and criteria: Elements of design space analysis. *HUMAN-COMPUTER INTERACTION*, Vol. 6, No. 3 & 4, pp. 201–250, 1991.

[10] 伊藤克亘, 速水悟, 田中穂積. 音素文脈依存モデルと高速な探索手法を用いた連続音声認識. 電子情報通信学会論文誌, Vol. J75-D-II, No. 6, pp. 1023–1030, Jun. 1992.