

情報構造化のための共有ハイパーテキストプラットフォームの一提案

田丸 恵理子* 柴田 清** 黒川 真一**

*富士ゼロックス(株) システム技術研究所

**富士ゼロックス(株) ワークステーション事業部 ソフトウェア開発部

次世代オフィスシステムの検討を行っているが、オフィスユーザの創造的活動の支援が重要な課題である。本稿では情報構造化作業に焦点を当て、プラットフォームとして備えるべき要件を抽出した。筆者らは、共有ハイパーテキストをこのようなプラットフォームの基盤技術として位置づけ、現状のハイパーテキストモデルとオブジェクト指向データモデルとの統合や、協調的活動を支援するための情報共有機構の必要性について検討した。その結果として、現在開発中の共有ハイパーテキストプラットフォームにおけるアプローチを提案する。簡単な評価を通じて、本システムの変更に対する適応能力を持つ柔軟なデータモデルの有効性が確認された。

A Shared Hypertext Platform for Information Organization

Eriko Tamaru*, Kiyoshi Shibata**, Shinichi Kurokawa**

*System Technology Research Lab. Fuji Xerox Co., Ltd.

**Software Development Dept. Workstation Systems PBU. Fuji Xerox Co., Ltd.

*2274 Hongo, Ebina-shi, Kanagawa, 243-04 JAPAN

**KSP/R&D Business Park Bldg. 100 Sakado, Takatsu-ku, Kawasaki-shi,
Kanagawa, 213 Japan

For next generation of office information system, the ability to promote user's creativity is essential. We discuss issues on platform focusing on information organization. We consider the shared hypertext system as platform. It requires integration of hypertext and object-oriented data model, and data sharing mechanism for cooperative works. We are developing shared hypertext platform for the purpose of supporting cooperative data organization tasks. In early usage of this system, we believe that adaptive capability of data model for progressive data structure is useful.

1. はじめに

ハイパーテキストの歴史は1945年にV. Bushが提案したMemex[1]まで溯ることができる。その後もD. EngelbertやT. Nelsonらを筆頭に数多くのハイパーテキスト、ハイパーメディアの研究が行われてきた。最近ではHyperCardやGuideのように商用化され、身近に使用できるシステムも増えてきた。これらによりハイパーテキスト、ハイパーメディアの有効性も認識されつつある。

これまでのハイパーテキストシステムは主にプレゼンテーションや情報管理のために使用されてきた。しかしながら近年では、より多角的な分野からの研究が行われている。NoteCards[2]やAQUANET[3]は人間の知的支援や知識表現のためのシステムを目指したものである。HPのNewWaveに見られるようにハイパーテキストのリンク機能が汎用プラットフォームに組み込まれるケースも現れてきた。

一方、グループウェアに関する研究もさかんで、共同作業のためのツールとしてハイパーテキストシステムを捉えるgIBIS[4]やKMS[5]などの研究もある。Halasz[6]は次世代ハイパーメディアの課題の1つにCSCWを挙げている。

筆者らは、次世代のオフィス情報システムについて検討しているが、オフィスユーザの協調的創造活動を支援するためのシステムにおいて、ハイパーテキストが重要な役割を担うと考えている。本稿では、創造的活動の中でも特に「情報構造化作業」に焦点をあて、次世代オフィスシステムのための共有ハイパーテキストプラットフォームについて検討する。

2. 情報の構造化プロセス

人間の創造的活動は多彩であり、一意に定義することは困難である。まず我々が議論を進めるにあたり前提とした創造的活動について記述する。本稿では創造的活動を「情報間になんらかの新しい関係や構造を発見すること」と定義する。そしてこのような活動の中で中核をなすのが情報構造化作業であり、情報構造化プロセスは次の5つのフェーズから構成される。

情報の収集

構造化の対象となる情報を収集する。メディア上に表現され検索やフィルタリングによって獲得される既存の情報と、頭の中に存在し、外化されることで新規に入手される情報が存在する。

情報間の関係の発見

個別の情報に着目し情報間の局所的な関係を発見する。関係は明示的に表現され、情報ネットワークが構築される。

情報構造のモデル化

情報ネットワークを多角的な観点から眺めることで、情報の持つ汎用的性質を見出し、情報構造を抽出する。

モデルの検証

情報構造のモデル化が適切かどうかを検証する。検証の方法としてはシミュレーション等が行われる。

情報(構造)の伝搬

メディア上に表現され構造化された情報は、共有化により個人の知識からグループまたは組織の知識へと伝搬していく。

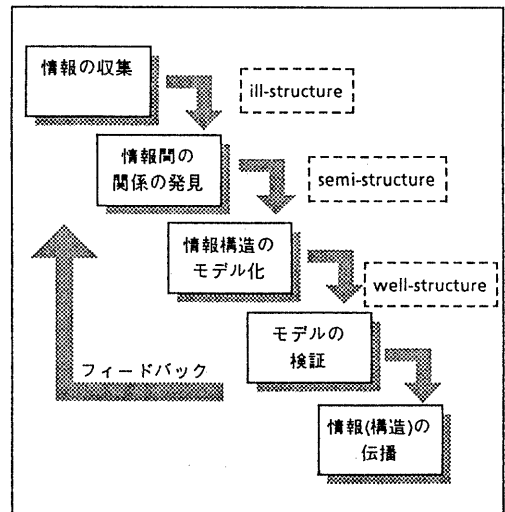


図1. 情報構造化プロセス

このプロセスは一方方向的なものではなく、フィードバックを繰り返しながら、徐々に収束方向へと向かってゆく。この情報構造化の過程を通じて、混沌とした断片情報の集合が、徐々に精緻に構造化された情報へと進化する。

3. ハイパーテキストプラットフォームの要件

3.1 プラットフォームの要件

前述のような情報構造化プロセスを前提として、各フェーズに関してより詳細な検討を行った結果、情報構造化プロセスを支援するためのハイパーテキストプラットフォームが備えるべき要件を以下のように導き出した。

- ① ill-structureからwell-structureへと情報構造が変化していく過程を支援しなければならない。
- ② 情報構造を表現するためのモデル化能力及びモデルに対する計算能力が提供されなければならない。
- ③ 情報間の関係を多角的な観点から見るために、1つの情報構造に対して複数の見え方を提供しなければならない。
- ④ 協調的な情報構造化作業のための情報共有機構が必要である。
- ⑤ 情報及び情報間の関係が視覚化され、人間にとって直接操作可能でなければならない。

3.2 ハイパーテキストデータモデルの問題点

このような要件を満足するためには、現状のハイパーテキストシステムの単純なノード/リンクモデルでは十分ではない。情報構造化の観点から見た時のハイパーテキストモデルの問題点を抽出し、プラットフォームのデータモデルについて検討する。

表1は、情報構造化のためのデータモデルにとって重要な要求項目に関して、ハイパーテキストモデルを評価したものである。さらに、我々がハイパーテキストプラットフォームのデータモデルとして有力と考えているオブジェクト指向データモデルに関しても同様の評価を行った。プラットフォームとしてのハイパーメディアにおけるオブジェクト指向データモデルアプローチの必要性に関しては、田中[8]も指摘している。

ハイパーテキストモデルは簡潔さと柔軟性、および非整合的情報を受け入れる能力を持つ点が特徴であり、プロセスの上流過程において有効な性質を持つ。一方、オブジェクト指向データモデルの持つ豊富な表現能力や高度なモデル化能力、計算能力などは、下流の収束段階において効果的に機能する。

情報構造化のためのデータモデルは、この両者の性質を備え、フェーズに合わせて構造化のレベルが変化可能な変更に強いデータモデルが要求される。

3.3 共同作業支援の基本原則

情報構造化作業において、情報の共有化は2つの意味を持つ。1つめは、個人作業により構造化された情報が、共有化を通じて個人の知識からグループや組織の知識へと伝搬してゆく。2つめは、情報を共有化することで、複数人の見識が反映された、適切な情報構造の構築が行われる。

要求事項	ハイパーテキストモデル	オブジェクト指向データモデル
情報の表現能力	実体及び関係を直接表現できるが、複雑な構造を表現するためには単純な構造すぎる。	豊かな表現能力を持ち、複雑な情報構造の表現が可能。
モデル化能力	実体間の関係のみ表現可能。抽象化能力を持たない。	クラス階層構造
計算能力	低い	高い
情報構造の変化の柔軟性	高い	低い
構造化のレベル	半構造的 (semi-structure)	固い構造 (well-structure)
あいまいさや矛盾を含む情報の許容度	極めて柔軟な構造であり、断片的な情報や非整合的情報を許容できる。	無矛盾で精緻な情報構造に適している。あいまいで矛盾を含む情報構造には適さない。

表1. ハイパーテキストとオブジェクト指向データモデルとの比較

このように情報の構造化作業は、個人の作業であると同時にグループの協調的な活動でもある。このような点を考慮した上で、協調的情報構造化作業支援の基本的原則について述べる。

原則1: 共同作業のツールは、個人のツールとしても有効でなければならない。

個人の使用時に有効でないツールは、協調的情報構造化には使用されない。まず十分に個人のツールとして満足できる機能や操作性を備えていなければならない。

原則2: 個人の環境から共同作業となった時、煩雑な操作を追加してはならない。

共同作業のためのツールはしばしば個人のツールに比べて複雑である。個人的な使用から協調的なツールの使用へと移行した時、できるだけ追加機能や操作は少なくするべきである。

原則3: 多様な共有レベルをサポートしなければならない。

共同作業では、時間、情報、作業等を共有しながら作業を進める。しかし、これらの共有の度合は多様なレベルが存在する。例えば、時間(㊦)は非同期から同期まで、情報(㊦)は個人情報から共有情報まで、作業(㊦)は分担作業から協調的作業まで多段階的に変化する。重要なのは多様な共有レベルの支援とこれらの間のスムーズな移行をサポートすることである。

4. 共有ハイパーテキストプラットフォーム

4.1 システムの概要

筆者らが開発中の共有ハイパーテキストプラットフォームについて説明する。本システムの目的は、情報の構造化作業に代表されるオフィスにおける創造的情報活動の支援を目的とした協調的アプリケーションを構築するためのプラットフォームを実現することにある。共有ハイパーテキストプラットフォームは、以下のような3つの特徴を持つ。

- ① 細かい粒度の情報単位でのアクセスが可能な情報共有化のための機構を持つ。
- ② 高い表現能力と変更に強いデータモデルを持ち、可視化能力により、ユーザがデータモデルを直接操作できる。
- ③ 柔軟な構造化が行える自由度の高いハイパーテキストシステムを提供する。

共有ハイパーテキストプラットフォームの概要を図2に示す。複数のクライアントとサーバがネットワークを介して連結され、データを共有しあう。サーバの共有ストレージ機構では、データの永続化、共有データアクセスに対する同期機構、トランザクションやバージョン管理等が提供される。

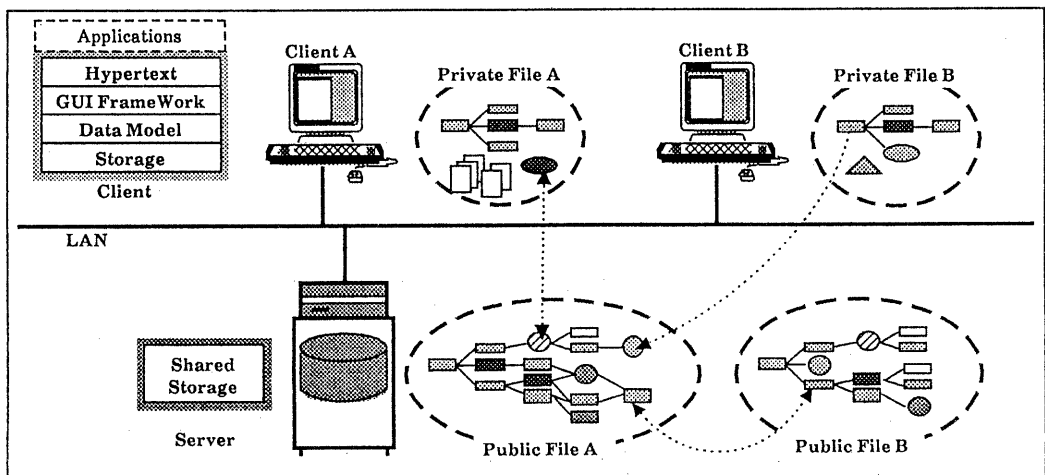


図2. 共有ハイパーテキストプラットフォームの概要

クライアント側のデータモデルでは、ユーザまたはアプリケーションが操作の対象とするオブジェクトが定義される。データモデルはGUIフレームワークによって可視化される。

このようなベース上にユーザが情報を操作するために必要とされる汎用的なツール群を提供する。ハイパーテキストはその代表的なツールの1つであり、その他、検索やブラウザといったツール群を統合化した1つの環境として提供する。

4.2 共有ハイパーテキストのデータモデル

共有ハイパーテキストでは、オブジェクト指向データモデルを基本として、意味データモデル(E-Rモデル)の豊富な表現能力を付加するような方向で、データモデルを検討した。

4.2.1 スキーマ表現要素

ハイパーテキストのノード/リンクモデルのようにモデル化の対象となる実体要素と関係要素を明確に分離する。それぞれに対応する表現要素としてエンティティインスタンス、リレーションインスタンスが提供される。

オブジェクト指向データモデルと同様に、概念スキーマの表現要素としてクラスが提供される。クラスはアトリビュートを持ち、オブジェクトの属性を記述できる。インスタンスのアトリビュート値としては基本データを持つ。クラスには構造体を表現するエンティティクラスと関係を表現するリレーションクラスがある。エンティティクラスはパートを持ち、構造体間の包含関係を表現できる。エンティティインスタンスはそれ自体として存在可能であり、オブジェクト識別子を持つ。リレーションクラスはエンティティクラス間の関係を表現するもので、関係の役割を表現するためにロールを持つ。ロール値は関係によって連結された実体でありエンティティインスタンスを持つ。

クラスは階層構造をサポートすることにより、上位クラスの属性やパート、ロールなどを継承する。エンティティクラスは多重継承機構をサポートする。

またアトリビュートやパート、ロールには意味に応じた制約が記述できる。例えば、対応す

るアトリビュート値やパート値が必ず値を持つことを指定する存在指定や、すべてのインスタンスのアトリビュート値の一意性を保証するためのユニーク指定などがある。

概念スキーマ表現要素	概要
エンティティクラス	対象世界の実体を表現する
リレーションクラス	実体間の関連を表現する
アトリビュート	属性を表現する
基本データ型	属性の値を表現する
パート	実体を構成する部分となる
ロール	関係によって結ばれるもの

表2. 概念スキーマの表現要素

4.2.2 情報構造の進化への適応性

情報構造の変化に対する柔軟なデータモデルの適応性が重要であることはこれまで述べてきた。これに対して共有ハイパーテキストでは、次のような機構を提供する。

① インスタンスが存在しても概念スキーマの変更が可能である。

モデル化が正しく表現できなかったり、時間とともに対象領域の認識の変化が生じることは多い。このような変化への対応や誤りの訂正を容易にするための機構である。

② インスタンスは固有のアトリビュート及びパートを持つことができる(個別スロット)。

概念スキーマの枠組みでは表現しきれない個別な情報構造が定義できる。逆に人間にのみ認識可能な構造レベルを個別スロット化することもできる。

③ エンドユーザが概念スキーマをカスタマイズできる。

エンドユーザに概念スキーマを視覚化するためのビューを提供する。ユーザはこのビューを介して、クラスの追加/削除、階層関係の変更、属性の変更などを行うことができる。

4.2.3 データモデルの視覚化

モデルとビューは分離され、モデルはビューに接続されることで可視化される。このようなビューを接続可能ビュー(Connectable View)と呼ぶ。ユーザは接続可能ビューを介してモデルの複製や破棄等の操作を行うことができる。

情報構造化プロセスにおいて重要な点は、データモデルの多角的な見え方をサポートすることである。共有ハイパーテキストでは、1つのデータモデルが複数のビューの種類を持つことができる。例えば、構造に着目してグラフ状に表示するブラウザビューや属性値に着目してテーブル状に視覚化するアグリゲーションビューなどがある。

さらに共同作業では、他者のデータモデルに対する見方が効果的な刺激となって作業者の思考の促進となる場合がある。この場合、同一データモデルに対して各人がカスタマイズ可能な複数の永続的ビューを持つ必要がある。共有ハイパーテキストでは、複数のビューは実現していないが、投影(projection)機能により、複数の永続化ビューを疑似的に提供する。

4.3 共同作業支援機構

4.3.1 共同作業支援の設計指針

共有ハイパーテキストでは、基本的には遠隔非同期型の共同作業を支援する。しかし先に議論したように多様な共有化レベルをサポートすることが重要であり、共有ハイパーテキストでは対面型/同期型への拡張も考慮した機構を実現している。

共有ハイパーテキストでは、「緩やかな協調作業」に重点をおき、次の3点を基本的な設計指針とした。

① 個人作業と共同作業の間のスムーズな遷移を支援する。

個人データファイルと共有データファイルの2つを提供し、両者は容易に変換可能である。従って共同作業のスタイルとして個人作業から共同作業へと移行するような分担作業でも、共

有エリア上での協調的作業でも、自由に選択できる(原則3-⑤⑥)。

② 緩やかなWYSIWISに基づくユーザインタフェースを提供する。

ユーザの操作対象となるデータモデルは可視化され、直接操作(DMI)が可能である。他者によってデータモデルの変更を伴うような操作が行われた時は、ユーザの指定した時間間隔の範囲内で、即座に表示が更新される。時間間隔は1~60秒の範囲内で任意に設定できる。(原則1、原則3-④)。

③ 楽観的排他制御機構の実現。

共同作業になった時、煩わしい付加的作業の1つがロックであり、個人作業の自然な流れの中でロック機構を実現する(原則2)。

4.3.2 データ共有機構

「楽観的排他制御」はKMSでも述べられているように、「情報単位が十分小さいため衝突は稀である」という特徴を前提としている。共有ハイパーテキストでも細かい粒度での情報単位へのアクセスを実現しているため、「楽観的排他制御機構」を採用した。

共有ハイパーテキストでは必ずしも表示されているデータが最新のものであることは保証しない。ユーザによって指定された時間を限度として過去のものとなっている可能性もある。ユーザの変更は最新の状態に対して行われるため、他者によってすでに編集が行われていた場合には、変更要求が拒否される場合もある。

また文字列の入力のように一連の作業を継続的に行いたい場合に対処するため「暗黙のロック」と呼ばれる機構を提供する。ここでは編集要求があるとシステムが自動的にロックをかけ、他プロセスからの変更を禁止する。一連の作業が終了し一定時間が経過すると、システムが自動的にロックの解除を行う。

4.4 ハイパーテキスト

ハイパーテキストは共有ハイパーテキストプラットフォームからみると1つの基本アプリ

ケーションである。前述したデータモデルによって図3に見られるように自然にハイパーテキスト構造が記述できる。

ハイパーテキストは、情報の外化時にユーザとの接点となる重要なツールである。あいまいな頭の中の構造をできるだけ自然にマッピングできるように、自由な情報単位での関係づけが行えるようにした。情報の単位としては、ノード、素材および任意の領域が指定できるリージョンがあり、これらの情報単位間にリンクづけが行える。

またファイル間リンクにより、ファイルを越えた情報のネットワーク構造化が行える。個人ファイルと共有ファイルの間にもファイル間リンクをつけることができ、共有データに対して個人的な見解などをメモ書きとしてリンクづけるといったことが可能となる。

5. 実施例および考察

共有ハイパーテキストをグループディスカッションの構造化作業に適用した時の簡単な実施例と使用経験からの評価を行う。本作業の目的

は、我々に適した議論構造を構築することである。

まず過去に行われた議論の電子メールを構造化の対象とし、各々のメールシートをノード化した(情報の収集)。これらの各ノードをタイプ別に分類したり、時系列順や、論理的な議論の流れにそって関係づけを行った(情報間の関係の発見)。ここから我々の議論モデルを概念スキーマとして定義し(モデル化)、この構造に基づき非同期議論の実験を行った(モデルの検証)。議論の最中に議論モデルやルールに関するコメントが提出され、この意見をモデルに反映させ、概念スキーマの修正が行われた(フィードバック)。

以上のような簡単な使用経験ではあるが、モデル化から検証のフェーズにおいて、繰り返し概念スキーマの変更が発生した。ここでは共有ハイパーテキストの変更に強いデータモデルの有効性が確認できた。議論の進行と平行して、新しいノードタイプやリンクタイプの追加、既存のクラスの分割などを行い、適切な議論構造へと進化させていくことができた。

問題点としては、情報ネットワークから情報構造を発見する作業の困難性が明らかとなっ

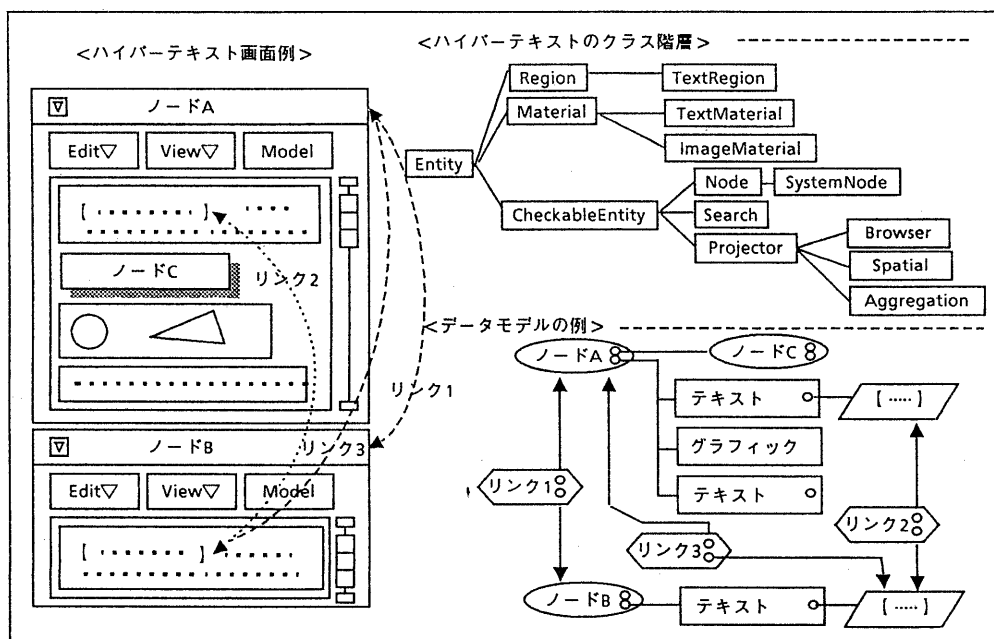


図3. データモデルの例：ハイパーテキスト

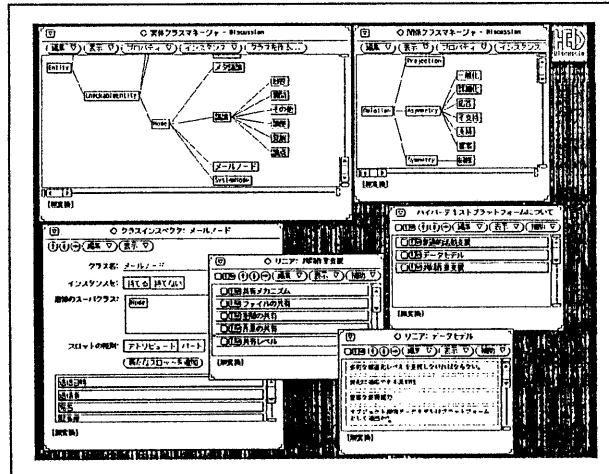


図4. 共有ハイパーテキストの画面例

た。提供されたビューだけでは情報ネットワークを俯瞰するには十分ではなかった。また構造の発見や構造へのアクセスの支援も重要な課題である。

6. おわりに

本稿ではハイパーテキストを次世代オフィスシステムのためのプラットフォームとして捉え、情報構造化という観点からデータモデルや情報共有化に関する要件を明確にした。さらに筆者らが開発中の共有ハイパーテキストプラットフォームにおけるアプローチを提案した。

現在、本システムはプロトタイプを開発中であり、今後はシステムの試用を通じて提案したアプローチの検証を行っていく予定である。

謝辞

本研究の機会を与えていただきましたソフトウェア開発部部长、システムの開発や有意義な議論に参加いただいたソフトウェア開発部5Gの皆さんに感謝致します。

参考文献

- [1] Bush, V.: "As We May Think", The Atlantic Monthly, Vol. 176, July 1945, 101-108
- [2] Halasz, F. G., Moran, T. P. & Trigg, R. H.: "NoteCards in a Nutshell", Proceedings of

the ACM CHI + GI Conference, Toronto, Ontario, (5-9 April, 1987), 45-52

- [3] Marshall, C. C., Halasz, F. G., Rogers, R. A., and Janssen, W. C.: "Aquanet: A Hypertext Tool to Hold Your Knowledge in Place", Xerox PARC Internal Report, 1991
- [4] Conklin J. and Begeman M. L.: "gIBIS: A Hypertext Tool for Exploratory Policy Discussion", ACM Transactions on Office Information Systems, vol. 6 no. 4, 1988, pp.303-331
- [5] Yoder, E., Akscyn, R., McCracken, D.: "Collabolation in KMS, A Shared Hypermedia System", CHI'89 Proceedings, May 1989, pp.37-42
- [6] Halasz, F. G.: "Reflections on NoteCards: Seven Issues for the Next Generation of HyperMedia Systems", CACM 31, 7 (July 1988), 836-852
- [7] Greif, I., Sarin, S.: "Data Sharing in Group Work", ACM Transactions on Office Information Systems, vol. 5 no. 2 (1987), pp. 187-211
- [8] 田中譲: "プラットフォームとしてのハイパーメディア", 情報処理学会第42回全国大会「チュートリアル・セッション」, 1991. 3.11, pp.1-15