

分散環境におけるジャストインタイム設計の試み

分散型カード式仕様／設計記述法と
ジャストインタイム作業進捗管理方式岡田 二郎⁺⁺ 渡辺 新^{**} 浜本 剛^{***}

情報処理振興事業協会技術センター (IPA) *

(株) 東洋情報システム^{**}(株) 情報数理研究所^{***}

分散環境下でのソフト開発作業では、要求仕様分析やシステムの基本設計に係わる上流工程作業と、開発する個々のシステムの整合性を保ちつつ行なわねばならないプロジェクト管理の問題が、大きな課題となっており、システムマッチな支援形態が強く求められている。これらの課題を統合的に解決する方法として、トヨタ生産方式の主導概念として知られる"ジャストインタイム"の概念に基づく分散環境下の協調的設計の研究を行なっている。ジャストインタイムアプローチを実現するために、有効な設計記述法として、「分散型カード式仕様／設計記述方式」と、ジャストインタイム作業進捗管理方式を提案、試作を行なった。以上の手法に基づいて、分散環境における一連の設計作業をジャストインタイムに遂行する実行環境としての開発支援モデルの設計開発を、分散環境下で進めている。本発表では、ジャストインタイム設計アプローチと分散型カード式仕様／設計記述法、開発支援モデルの概要、およびこれまでに行なった分散環境下での設計実験について報告する。

JUST-IN-TIME DESIGN WORK IN THE DISTRIBUTED SOFTWARE ENVIRONMENT

HYPERTEXT-BASED SPECIFICATION DESCRIPTION METHOD AND
JUST-IN-TIME SCHEDULING METHODJiro Okada⁺⁺ Arata Watanabe^{**} Tuyoshi Hamamoto^{***}

Information-Technology Promotion Agency (IPA)*

Toyo Information System co.,Ltd^{**}Information and Mathematical Science Laboratory, Inc.^{***}

Software development's works in the distributed environment are troubled in the backward jobs caused by the misunderstandings of specifications and timing-gap of amendments. In order to solve these troubles, we applied the concept of Just-In-Time of TOYOTA production method which is well known as "KABAN method to Software development's works in the distributed environment. In this research, we propose Hypertext-based Specification Description Method and Just-In-Time Scheduling Method in order to realize the Just-In-Time approach in software development. Based on these method, we have designed and implemented the new development model which performs system design in the Just-In-Time way in the distributed environment. In this paper, we describe Just-In-Time approach in software development, Hypertext-based Specification Description Method, Just-In-Time Scheduling Method and new development model. And we report the design experiment of the new development model performed up to this time in the distributed environment.

⁺ (株) 東洋情報システムより出向中
On leave from Toyo Information Systems co.,ltd

1. はじめに

情報システムの大規模化と広域化が進展するにつれて、システムの分散化と分散環境下のソフトウェア開発の必要性が強く求められている。このうち、ソフトウェアの分散開発については、システムの大規模化によるシステムの分割、階層化に対応して、既に一部分散環境下のシステム開発が常態となっているが、要求分析、仕様/基本設計を行なう上流工程については、作業の性格上分散化に対する有効な対策がないのが現状である。

そして、このことが分散化を進める上での大きなネックの一つとなっている。それとともに、分散環境下のソフトウェア開発では、システムの規模がある値を越えると、開発グループ相互のコミュニケーションギャップが急速に大きくなるため、仕様の解釈の相違や整合性の不備から、統合化段階で大きな手戻りが発生する等の問題点が指摘されている。分散環境下のソフトウェア開発における的確なコミュニケーションの在り方と、プロジェクト進行管理が重要な課題となっている。⁽⁹⁾ そこで、以上の課題を解決すべき支援モデルのあり方の検討を行なったところ、これらの課題解決に要求される要件に共通性があり、ともに関連しあっているため、統合的解決を図る必要があることが明確になってきた。

そこで、これらの課題を統合的に解決すべく、“ジャストインタイム設計”の観点から、分散環境における上流工程作業を対象とした開発支援モデルの試作と実験を進めている。

2. 分散型ソフト開発環境における課題の分析と本研究のアプローチ

分散環境における開発支援モデルのあり方を検討するために、それぞれの課題における問題点と支援モデルに必要とされる要件を分析検討する。

まず、分散化の障害となっている上流工程作業について、常時緊密なコミュニケーションレベルを保てない分散環境においても有効に機能する仕様分析とシステム設計方法を考察する必要がある。

上流工程を含むソフトウェア開発過程のモデルとしては、これまでウォーターフォールダイアグラムが広く受け入れられ、これに基づいた設計開発が行なわれてきた。しかし、近年このモデルが必ずしも実態にそぐわないことが認識されるにつれ、上流工程にプロトタイプサイクルを導入するモデルが受け入れられつつある。ソフト開発の生産性向上の観点から、これら二つのモデルの適合度を実際の大規模ソフトウェア開発の事

例に即して、評価した実験的研究がなされている。

これによれば、ウォーターフォール型の開発事例では、仕様変更による開発の手戻りが全フェーズにわたって発生しているが、このうち上流工程の基本設計にかかわる手戻りが全手戻りの約8割にも達していることが示されている。プロトタイプリングモデルでも、上流工程の基本設計確定に全作業期間の約6割を要していることが報告されている。⁽⁸⁾

これらの事実から判明するのは、システム設計とは、ユーザを含めた設計者がシステムについて、明確な仕様イメージを把握してから開始されるのではなく、曖昧なイメージをベースに次第に完成されていくものであり、設計関係者の間で明確な共通のシステムイメージが確立されたときに、設計作業の大半が終了しているということである。

従って、設計文書は作成者の意図やイメージを明確に伝える表現形式で表されなければならない。

このことは相対的に少ない情報量で意図を正確に伝達する必要のある分散環境では重要な意味を持っている。また、設計過程はそれ自体要求イメージに対する問題解決過程であり、設計の過程で未解決の問題に対するユーザを含めた設計者間の討論を通じた意思決定プロセスが不可欠である。

それとともに、設計作業は個々の設計担当者がシステム全体の設計状況と密接に関連しているホロニックな性格を持っているので、個々の時点で作成された設計文書や議論の要点が即時的に個々の担当者に伝わる必要がある。情報の即時的伝達は、次の、設計の不同期から生ずる二次的混乱を防止するうえからも重要なポイントである。

近年進展しつつあるCSCW研究では、分散環境でのグループの協調活動を支援する各種のアプローチが発表され、一定の成果を上げつつある。⁽²⁾
(3) (4) (10) (11) (20) (21)

この中で、リアルタイム型電子会議システムも各種提案されており、フェースツーフェースの会議に比べて、機能面でもそれほど遜色のないシステムが発表されている。^{(1) (7) (16)}

しかしながら、実際の分散型ソフトウェア開発環境では、それだけの環境をすべてに亘って、整備することは現時点では出来ない場合が一般的であろう。その意味で実際の分散環境では、共同環境に比較して、物理的に担当者間のコミュニケーションが制限されざるを得ないのが現実である。この環境下で以上の設計開発作業の特質を考慮した有効な支援方法が求められている。

次に、プロジェクト管理の課題であるが、分散

環境下における開発では、個々の設計者の設計内容は、ドキュメント化されるまで他の設計者にはわからないことが普通で、このことが問題点の発見や調整の遅れを生んでいる。

また、システム設計作業では、ユーザからの仕様の変更要請やサブシステム間の調整による仕様修正等、設計過程で種々の変更の発生を避けられないが、設計担当者への連絡の遅れや担当者の作業状況の違いから生ずる変更の優先度の相違、およびその状況把握の不十分さから、システム設計の変更修正が担当者間で同期が取れていないことがしばしば発生する。実際のシステム開発では、このことが必要以上の二次的混乱をもたらしている。これは、設計するシステムが大規模になるにつれて急速に増大する。特に、分散型ソフト開発環境では、この開発の同期性と整合性の確保が重要なポイントとなる。

分散環境下での開発作業では、これらの開発作業の手戻りが、特に解決すべき大きな課題であり、大規模なシステム開発では最大の課題となっている。そして、この手戻りは設計作業において大きく、また後の工程に大きな影響を及ぼしている。

ところで、これらの手戻りを防止するためには、相互のコミュニケーション密度を単に高めるだけでは、解決しえない問題であり、相互の作業の時間的調整を有効に行なうことが必要不可欠である。

ところが、設計作業では、変更の発生はある程度避けられない作業の特質から、あらかじめ、トップダウン方式で各人の作業スケジュールを細かく設定して、そのとおりに進行させることは難しい。従って、この調整は、分散環境下の設計者間で、出来るだけボトムアップ的に協調的に解決しうる枠組みを考える必要がある。

即ち、分散環境における設計作業を、設計メンバー各人がシステム全体の設計進捗状況を把握しながら、それぞれの担当者にとって必要な情報の交換や設計スケジュールの調整を、ホロニックに行なうとともに、同時にシステム全体の設計を最適な作業順序でジャストインタイムに進行させる方式である。(13)(14)

以上の課題を解決する方法として、本研究では自動車産業等で生産工程のムダと手戻りをなくす独創的な方法として数多くの実績を上げてきたジャストインタイム生産の発想を、分散環境下のソフトウェア設計開発に有効に应用することを考え、ジャストインタイムアプローチに基づく分散環境下の協調的システム設計の研究を行なっている。

3. ソフト開発におけるジャストインタイムについて

ソフト開発におけるジャストインタイムについて議論する前に、その発想の元になっているジャストインタイム生産方式について簡単に触れる。

ジャストインタイム生産とは、自動車生産におけるムダを省くために、トヨタ自動車工業の大野耐一氏らによって考案され、1950年頃から、長年現場で実践改良がなされてきた方式である。

(6)(12) ユニークなカンパンの使用により、カンバン方式として広く知られている。現在では、多くの生産現場に応用され、我が国の独創的な生産手法を代表するものとして、我が国製造産業の競争力の根源的手法の一つとみなされている。

ジャストインタイム生産とは、「必要な物を、必要な時に、必要なだけ」生産する方式であり、多種小量生産における徹底したムダの排除を目的として考案された。ここで、生産におけるムダとは、作りすぎのムダ、在庫のムダ、運搬のムダを指す。これらのムダを排除するためのジャストインタイムを実現するためには、二つの重要なポイントがある。一つは、生産は後工程の引き取りに対応して行なうという、後工程引き取り方式であり、もう一つはカンパンの利用にみられる現場での情報の効率化、リアルタイム調整処理である。

通常、生産部署で、その部署のみの能率を迫及して生産を行なうと、それが生産管理部門の生産指示書に基づいた計画であっても、作りすぎになる傾向がある。何故なら、生産計画は販売状況によってしばしば変更、修正されるが、修正計画（実際の注文）に対して不足しておれば、現場は急いで追加生産を行なわねばならないが、余る場合は在庫として確保するだけで良いからである。

しかしながら、作りすぎのムダは、在庫と運搬のムダを引き起こす原因である。このムダを排除することが、ジャストインタイム生産方式の目標である。このためにニーズに応じて必要なだけ生産する後工程引き取り方式は、ジャストインタイム生産方式を成立させる絶対的な前提条件となっている。この後工程引き取りを成り立たせるために、カンパンの利用、作業の標準化、複数作業の兼務等による物の流れの整流化・平準化が徹底して図られている。

カンバンとは、各部署に対して、後工程部署の引き取り情報と生産指示情報を示すものとして、生産物に付随して現場で利用される。カンバンに記載される事項は、品名、品番、前工程、後工

程、収容数、置き場所等である。カンバンには、用途に対応して様々の種類があるが、大別して、仕掛けカンバンと引き取りカンバンに分類される。カンバンは、生産量を指示するのみだけでなく、生産の順序も指示する。例えば、仕掛けカンバンは、外れたカンバンに示された数量を外れた順序に作ることを示す。カンバン方式の長所は、計画変更による生産調整が、生産管理部門による指示でなく、現場のカンバンによって、時間の遅れなく適切に対処出来るところにある。

さて、大規模ソフト開発における最大のムダである手戻りを分析すると、これらの手戻りが一次的原因として、仕様の解釈の相違や設計のタイミングのズレに基づくものとしても、その裏に、各担当者が担当範囲だけの能率を追及して、システム全体の効率、即ち、システム全体の設計開発におけるジャストインタイムを第一義的に考慮しない傾向があるからとも言える。このことが仕様変更や修正に対して、手戻りを生みだしている原因であり、工業生産における作り過ぎのムダの発生原因と本質的に共通性がある。この観点から、ジャストインタイム生産方式における後工程引き取り方式を中心とした発想が、ソフトシステム開発の手戻りを防止するうえで、本質的に有効な手法となると考える。

ところで、ソフト開発にジャストインタイム生産アプローチの応用を試みるにあたっては、工業生産とソフト生産の相違を踏まえた適用が必要である。自動車生産におけるような工業生産では、多品種小量生産といっても、同じ品目の繰り返し生産である。これに対して、ソフト生産では、似たシステムであっても全く同じものではなく、それぞれが独自性をもった一回きりの性格を持っている。とくに、ソフト生産の設計作業では、設計の過程で討論による意思決定が必要であり、また、平準化を進める上で、標準作業の設定が難しいという問題がある。

そこで、本研究では、ソフト開発の設計作業におけるジャストインタイムとは、

- ・必要ときに、必要な情報の提供
- ・必要ときに、必要な討論と意思決定
- ・必要ときに、必要な作業の実施

を実現することと定義し、必要ときと、必要なものを、リクエスト状況によって判断、それに

仕様カード				
保存	プリント	リスト	ブラウザ	電子掲示板: 共通ファイル
送信	印刷	検索	メール	印刷
仕様カード	仕様生産物	添付文書	管理情報	未解決点
年月日 1992.1.17	CARD.NO SP125	表題 未解決点記載カード仕様記述	作成者 岡田	
ドラッグボタン 意見 要求 質問 回答				
仕様記述フィールド				
未解決点記載カードの仕様について記述する。 ・モジュールヘッダ部分の未解決点ボタンをクリックされると、未解決点記載カードを生成する。 ・未解決点カードが生成されると（存在すると）、未解決点記載ボタンの形状を、長方形から丸みを帯びた長方形に自動的に変更する。 ・未解決点記載カードは、現在対象としている仕様/設計記述カードについて、仕様記述または設計記述と未解決点について記載するカードである。 ・カードの一般処理機能として、仕様記述カードのトップヘッダ部に配列された機能を継承する。 ・「未解決点」を表示するヘッダを設ける。 ・タイトルフィールドに、表題、作成年月日、作成者、CARD.NOのフィールドを設ける。 ・タイトルフィールドの年月日は、実際の年月日をデフォルト値として持つこと。 ・対象となる仕様/設計記述カードの情報を記載するフィールドを設ける。 ・対象カードとは、デフォルトとして自動的にリンクされる機能を持つ。				
意見A 質問A				
仕様下位項目				
階位番号有り SP125添付				
カードリンク情報				
上位リンク	SP12	下位リンク	参照リンク	
上位リンク	カード	下位リンク	カード	
参照リンク	カード			

図1 仕様/設計記述カード記述例

よって、作業進捗を調整、推進することを目指している。

システム設計におけるこれらの作業をジャストインタイムに実現するためには、その前提として設計作業における後工程引き取りに対応する作業進捗管理方式の考案と、カンバンの導入を前提とした設計作業のセグメンテーションを確立する必要がある。

本研究では、分散環境下での設計作業に求められる特質と、ジャストインタイムに作業進捗を図る課題を統合的に解決する前提となる方法として、分散型カード式仕様/設計記述法と呼ぶ設計手法を提案している。分散型カード式仕様/設計記述法は、分散環境下で要求分析と仕様の決定、およびシステム設計作業を、単位作業をハイパーカードをベースとして記述し、作成されたカードに対して質問や提案を新たなカードとしてリンクす

ることにより非同期的に議論を展開しながら要求仕様や設計文書を完成させていく方法である。⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾

この手法に基づいて、分散環境における一連の設計作業をの記述を行なうとともに、これをベースとして、設計作業をジャストインタイムに遂行する開発支援モデルの試作と、作業進捗管理方式の実験を、分散環境下で進めている。

4. 分散型カード式仕様／設計記述法について

分散型カード式仕様／設計記述法は、ハイパーカードをベースに要求仕様や設計機能の記述分析を進めていく設計プロセス法であり、設計記述カードに分散環境における複数の設計者間の討論過程を非同期的電子討論としてリンクする点に特徴がある。

分散型カード式仕様／設計記述法では、仕様記述と討論を以下のハイパーカードをベースとして作成した記述カードを用いて行なう。

- ・仕様記述カード／設計記述カード
- ・仕様生産物カード／設計生産物カード
- ・添付文書カード
- ・管理情報カード
- ・未解決点記述カード
- ・討論カード

(意見、要求、質問、回答)

図1は、本システム自身自身の仕様を記述した仕様記述カードの例である。

さて、これらのカードを使用した分散環境での仕様設計の手順について述べる。

初めに、要求仕様のまとめ方について。 実現

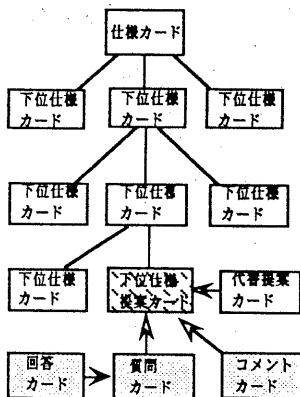


図2 仕様書の構造

すべきシステムに要求される機能を全体機能から順々にブレークダウンを行ない、それぞれの機能について、仕様記述カードを用いて、満足すべき機能を記述していく。機能がまとまった下位機能に分割される場合は、下位項目を一つの設計カードとして機能をさらにブレークダウンして記述し、親カードにリンクする。分散環境下にある各設計者は、こうして作成したそれぞれの担当範囲の仕様カードの集合を、分散環境に設定されたデータサーバーマシン上の共通ファイルに書き出す。ところで、この段階で書き出すべきカードは、必ずしも全体システムの仕様の観点からみて、整合性が取れていなくともよい。設計段階で思い付く問題点を記述したカードであってもよい。

これらのカードは、この後の設計討論終了後に整合性のあるカード集合に再度編集されるからである。共通ファイルに書き出されたすべての仕様記述カードについて、疑問や質問、ないし代替提案があれば、関係設計者であれば誰でも、該当する仕様記述カードの仕様記述の該当箇所に下線を引き、その記述行の右に該当する討論ボタンを貼り付けることができる。貼り付けられた討論ボタンがマウスでクリックされると、討論の内容が記述されたカードが呼び出される仕組みになっている。これらのリンクされた事項について、分散環境下で非同期的に討論が展開される。討論の結果、最終仕様の決定は、各設計者の同意を得てシステム統括者が行なう。システム統括者は、システム全体の機能に対して、議論済みの仕様記述カードが出揃ったところで、KJ法の要領に従って、仕様記述カードのグループ化と再編成を行ない、仕様記述カードの統合とリンク作業を実施する。こうして確定された階層的カードのネットワーク集合が、分散型カード式設計法における要求仕様書となる。

システムの設計作業は、この要求仕様書に基づいて行なう。設計過程で一部仕様の変更が必要になることがあるが、この場合は、システム統括者が変更を決定して、電子掲示板を通じて、関係設計者に報知する。共通ファイルには、常に最新の仕様書が提示され、変更の履歴は旧い仕様書の版として保存される。本手法による設計作業では、仕様記述カードに対して、設計記述カードを作成していくわけであるが、仕様記述と異なるのは、設計記述では、設計上未解決の問題を記述フィールドあるいは新規カードを用いて、記述しておくことが多い。設計作業では、関係作業が完了しないと作業を進められない場合が多いので、

未解決の問題を記述することにより、他の設計者に自らの担当部分の設計上の問題点と完成度を逐次明らかにすることが必要となる。担当した設計項目を完成するにあたって、関係設計項目の要素の完成が先立って不可欠の場合は、関係設計カードに要求カードをリンクして貼り付けることにより、関係項目の設計作業の完了を要請することができる。ハイパーカードでは、メモリー上の制約から、カード上に記述する容量にかなりの制限がある。設計記述の場合、設計された生産物である設計帳票や画面設計など大容量のドキュメントは、カード上に記述するのが難しいので、設計生産物ボタンや添付文書ボタンにそれらの文書の格納ファイルなどの情報を記述したカードを貼り付けておく。こうして添付された設計文書を含む設計記述カードのネットワーク集合が、本手法における設計文書となる。(図2)

ここで、仕様/設計記述カードには、実現すべきシステム機能が記述されているが、この記述カード一枚に記述された作業内容が、原則としてジャストインタイム生産における個々の作業セグメントになり、カンバンで指定する作業項目に対応する。同様に、作成された仕様/設計カードと未解決点記述カードは、設計の生産状況を示し、記述カードに貼り付けられた要求カードが、注文状況を示すものといえる。

分散型カード式仕様/設計記述法を採用することによってジャストインタイム設計における、

「必要なときに、必要な情報を提供し、必要なときに、必要な討論と意思決定を行ない、必要なときに、必要な作業の実施する。」

ための基盤を設定することが出来る。

さて、近年ハイパーテキストのテキスト情報の非線形な組織化能力をソフトウェア開発の様々な側面に活用する試みが行なわれている。(2)(19)

設計プロセスに適用した事例として、ConklinらのgIBISや田村、中島らのPPK支援ツール等が発表され、設計プロセスにおける討論過程を記述する手法としてその有効性が報告されている。(3)(10)(15)(18) 本設計法も、ハイパーカードを用いて、分散環境下で設計者間の討論過程を非同期的電子討論として包摂する点に特色があるが、本手法では、分散環境における相対的に密度の低いコミュニケーションレベルの環境下で、正確に設計意図やイメージを伝達する手段として、ハイパーテキストの非線形構造を利用するとともに、ジャストインタイム設計のための作業のセグメンテーションに利用している点に特徴がある。本

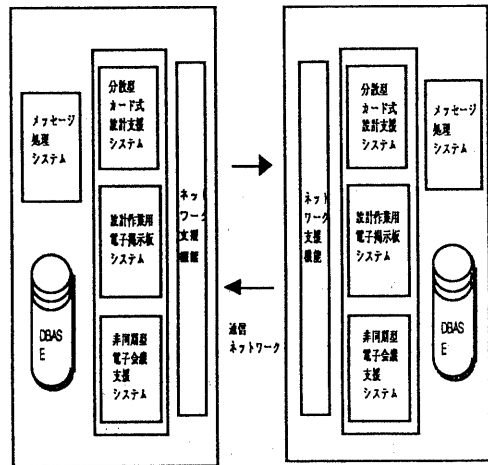


図3 分散環境における上流工程作業支援システム構成図

設計法の最終生産物は、カードのネットワーク集合で表現された仕様/設計書と添付ファイルであり、これらのカードには設計過程における討論の実績は消去されている。討論過程は設計の過程で逐次更新されていく設計カード集合全体のバージョンの中に表現される。

5. CSCW的分散型ソフト開発支援モデルの概要

上記の設計法に基づいて、分散環境における一連の設計作業の遂行を支援する実行環境として、上流工程作業を対象とした開発支援モデルの設計を行ない、実装作業を進めている。本支援モデルは、

(1) 分散型カード式設計支援システム

- ・ハイパーカードによる仕様/設計記述支援
- ・分散環境における討論支援
- ・ブラウジング機能

(2) 設計作業用電子掲示板システム

(3) 非同期型電子会議支援システム

(4) メッセージ処理システム

(5) データベースシステム

から構成される。

分散環境における上流工程作業支援モデルのシステム構成を図3に示す。

(1) 分散型カード式設計支援システム

分散型カード式設計支援システムは、仕様/設

計記述支援機能と分散環境における討論支援機能からなる。仕様／設計内容を記述する仕様記述／設計記述カードを中心に、設計生産物、添付文書、管理情報等のドキュメントを有機的に結び付けるとともに、設計過程に不可欠な議論を通信回線を介して分散環境で実行しうるように統合した機能を持っている。カードは、HYPERCARDをベースに作成した。(構築環境は、Macintosh 機と HYPERCARD V2.0 を使用、以下同様)

記述支援系は、仕様記述と設計記述の二つの系からなり、次のハイパーカードスタックから構成される。

- ・仕様記述カード／設計記述カード
- ・仕様生産物カード／設計生産物カード
- ・添付文書カード
- ・管理情報カード
- ・未解決点記述カード
- ・討論カード (意見、要求、質問、回答)

ここでは、記述支援系のカードのなかで、代表的な仕様記述カードの持つ諸機能について述べる。

記述カードの最上段に配列されているボタンは、カード内容の保存、プリント、カード情報のリストアウトなどカードそのものの取り扱いに関する処理と、電子掲示板や共通ファイル、およびデータベースへのデータ送付等プロジェクト進行管理の支援機能を実行するボタンを配列してある。ブラウザボタンは、システム管理情報に基づいて、現記述カードのリンク状況を階層表示する機能である。このボタンをマウスでクリックすると、現在の記述カードを中心に、上下関係にある仕様記述カードや参照カード、および貼り付けられている討論カードなどのリンク状況を画面表示する。

共通ファイルボタンは、記述カードそのものを討論用の共通ファイルへ書き出す機能であり、電子掲示板とDB格納ボタンは、記述カードの内容から必要事項を編集して、それぞれ電子掲示板ファイルとデータベースへ書き出す機能である。

次の段に配列されているボタンは、仕様／設計過程で必要となるカード生成を支援する機能を示す。仕様カードボタンは、新規カードを作成するときに使用する。新規カードは何も指定しないと、前カードに対する子カードと見なされリンク関係が作成される。仕様生産物と添付文書ボタンは、それぞれ記述カードに関連する仕様関係ドキュメントや添付文書が格納されているファイルの所在情報等を記述するカードを生成するボタンである。管理情報ボタンは、システム統括者が全体作業の進行管理を行なうために使用するカ

ードを生成するボタンである。管理情報カードには、仕様カード作成締め切り期日の設定や設計内容に関する討論の喚起や締め切りの報知等作業進捗管理上の事項を記述する。未解決点ボタンは、設計過程で未解決の問題点を記述するカードを生成する。

三段目に配列されているボタンは、設計過程での討論を支援するカードを生成する。意見、要求、質問、回答ボタンは、それぞれ対応するカードを生成する。これらの討論ボタンはドラッグボタンになっており、仕様カードの討論対象となる仕様を記述した箇所右に、マウスをクリックした状態でドラッグして貼り付けることが出来る。仕様／設計記述フィールドは、要求仕様の記述や設計内容を記述するエリアで、記述は箇条書きを原則とする。仕様／設計下位項目フィールドは、タイトルでしめされた現記述カードの機能の下位機能を階層的に分類し、記述するフィールドである。カードリンク情報フィールドには、現在カードにリンクされているカードを呼び出すボタンが配列されている。これらのボタンはカード作成時の指定によって自動的に生成される。

(2) 設計作業用電子掲示板システム

設計作業用電子掲示板システムは、システム設計を進めるうえで、必要なメッセージを登録、掲示する機能であり、生産工場のジャストインタイム生産で、個々の要請を指示したカンバンを並べるスペースに対応している。

設計作業用電子掲示板システムは、共通環境に設定する電子掲示板掲示閲覧システムと各分散環境に設置するメッセージ作成登録システムからなる。電子掲示板掲示閲覧システムは、各設計担当者から送信されてきたメッセージを掲示、登録、検索、格納するシステムである。メッセージは、メッセージ作成登録システムの構造化されたフォームに基づき作成する。メッセージ作成登録システムは、作成したメッセージを半自動的に共通環境の電子掲示板掲示閲覧システムに送付する機能をもっている。各設計担当者とシステム管理者は、設計内容に関する討論や担当領域の設計成果の報知、および作業進捗に関する連絡事項等をメッセージカードとして作成、登録することにより、設計過程における相互の作業確認と進捗管理、および設計内容に関する討論と調整活動を行なう。

本設計作業用電子掲示板システムの特長は、分散型カード式設計支援システム、および非同期型電子会議システムと連動している点で、設計支援

システムで作成された仕様/設計カードの作成報知や内容に関する討論カードの発生、および電子会議システムにおける登録が、半自動的に電子掲示板システムに登録される点にある。

(3) 非同期型電子会議支援システム

分散環境下でなされる個々の仕様や設計内容を越えたコンセプト的な議論を支援するものとして、非同期型の電子会議支援システムを設計試作している。設計概念そのものに係わるような議論は、ある程度階層構造化した設計支援システムの討論系の範疇におさまりえない。このため、独立した会議支援系として設計試作を行なっている。

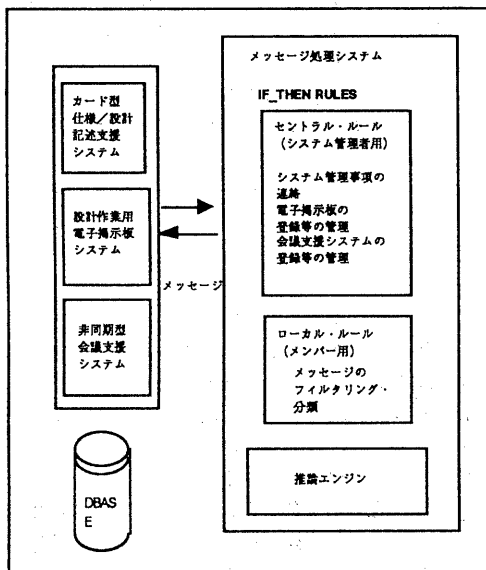


図4 メッセージ処理システム

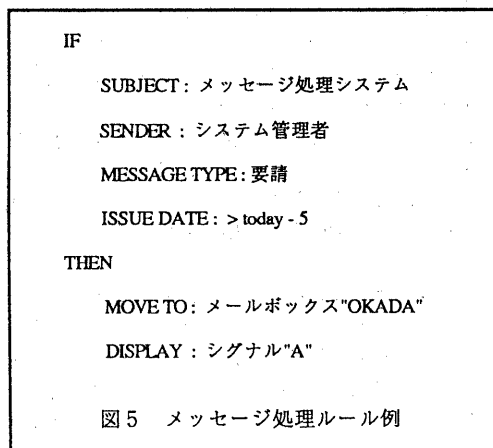


図5 メッセージ処理ルール例

る。会議支援システムは、共通環境にメッセージデータベースを設置し、通信回線（電話公衆回線）とローカルエリアネットワークで相互に結ばれた分散環境で、非同期的になされる議論を支援する。会議支援システムの機能は、利用者の登録管理、複数の会議運営を支援する会議管理機能や議論メッセージの作成登録機能、討論を支援するためのメッセージ間のリンク構成とブラウザ機能、電子掲示板機能からなっている。

本システムの設計にあたっては、既存の電子会議でなされた議論を参考に、発話分析を行なった。

この分析により、会議でなされる議論が、本システムで表現する種別に大まかに分類することができ、またA4サイズのブラウザ表示によって、おおかたの議論ネットワークが表現可能となることが明らかになった。この結果を基に、メッセージカードの設計を行なった。

(4) メッセージ処理システム

メッセージ処理システムは、メッセージの仕分けや、各設計者の定義した電子掲示板からのメールの自動取り込みなどのメッセージフィルタリング処理と、システム統括者のための電子掲示板管理や各種管理のための処理を実行するシステムである。メッセージを半構造化することによって、メッセージ処理を自動化することの有効性については、Malone らの開発したシステムの実験によって強く指摘されている。⁽¹¹⁾ 一般に、開発支援システムの実効性は、使用の容易性、簡便性と深い係わりがある。本開発支援モデルでは、すべてのコミュニケーションがメッセージの交換によって行なわれるので、メッセージ処理の自動化は重要なポイントである。しかしながら、メッセージの処理方法はシステム統括者や個々の設計担当者間でも異なっており、定型化は難しい。

そこで、本システムでは、メッセージ処理を各設計者がプロダクションルールで、各自、自由に記述する方式を採用した。メッセージ処理ルールは、システム統括者のためのセントラルルールと各設計者のための個別のローカルルールに別れている。図4にメッセージ処理システムの構成を、図5に処理ルールの例を示す。

6. 作業進捗管理におけるジャストインタイム方式

設計作業用電子掲示板は、生産工場のジャストインタイム生産で、個々の要請を指示したキャンパンを並べるスペースであり、ここに掲示されるリ

クエストメッセージが、カンバンに対応する。

そして、作成された仕様／設計記述カードや未解決点カードが、生産状況を示し、記述カードに貼り付けられた要求カードが、注文状況に対応している。

これらの作業進捗状況は、作業進捗ダイアグラムに図表示される。各設計者は、表示された関係設計者の生産状況を睨みながら、自らの注文在庫を減少させるように設計作業を進めるのであるが、これらの各作業者の個々のホロニックな設計活動が、全体システムの最適な作業進捗に合致するものでなければならない。各作業者が発するリクエストには、重要でないものや緊急を要しないものが数多く含まれる。従って、個々の要請カードを同等に評価することは適切ではない。しかし、この評価をすべてシステム統括者が行なうのでは、作業処理のリアルタイム性が失われてしむことになる。そこで、本研究では、システム統括者が、あらかじめ各設計者の作業内容の重要性和緊急度を判断して、各設計者に重要性に対応する本数のフラッグを渡しておく。各設計者は、関係設計者に要求カードを貼り付ける際、自分が担当作業を進める上で、緊急かつ重要とみなした作業について、このフラッグをカードに立ておくのである。（自動的に作業用電子掲示板にも立てられる）システム統括者から渡されるフラッグは、期間中原則として追加されない。フラッグを使用すると、手持ちのフラッグは減少する一方であるので、フラッグの使用は、重要かつ緊急案件に限られる。各設計者は、自らの担当範囲に立てられたシステム統括者その他の設計者からのフラッグを伴うリクエストを優先的に減少させるように設計作業を進めるのである。フラッグの集中した作業は、それだけ他の設計者から進捗を待たれている作業を示すと共に、この作業の進捗が他の作業の進捗を左右することを意味している。即ち、システム全体の作業進捗は、フラッグの集中した設計部分の作業進捗に懸かっているおり、この作業箇所がシステム全体の作業進捗を律する箇所といえる。従って、システム統括者の役割は、システム全体の設計作業を見渡して、フラッグの集中した律速箇所を迅速に見い出して、その作業の推進に必要な情報の提供、討論の実施を促進し、意思決定を迅速に行なうことにある。

ジャストインタイム生産における作業工程の平準化という観点からいえば、システム統括者は、各設計作業者に作業を配分を行なう際、出来るかぎりフラッグの集中が起こらないような作業配分

を計画することが、重要な任務となる。

7. 分散環境における設計実験

本開発支援モデルの設計試作を、分散開発環境下で本開発支援システムのプロトタイプを用いて進めている。分散開発環境として、一般通信回線で結んだ東京大阪三拠点で行ない、グループ設計実験を行なった。現在、実験途上であり、本研究の主題である分散環境におけるジャストインタイム設計実験はこれからであるが、分散型カード式設計記述に係わるこれまでの経験を、以下に要約する。

- ・分散型カード式設計記述法は、参照記述が容易であるなど記述性に富み、分散環境下で関係設計担当者の作業状況や仕様内容の確認、および討論が容易に出来るなど、非常に有効であった。一方、仕様書（仕様記述カードの集合）がリンク構造を持っているため、コンセプトレベルの仕様変更に対して、リンクの削除、変更作業が複雑になってくる。現在、この作業を出来るだけ自動的に実行するツールを開発中であるが、コンセプトの微妙に異なる変更をどうカバーするかが課題である。

- ・分散環境における討論のコントロールはタイムリーに行なうことが必要である。とりわけ、仕様のとりまとめ等、システム統括者の迅速なインシヤティブが、作業の進行に不可欠である。

- ・発想的な議論は、会議支援システムを使用しても取り扱いが難しかった。フェースツーフェースの議論に比べて、意見の内容が結論提示的になりがちであった。むしろ、展開された議論の明快な把握に特長を見いだすべきと考えられる。

- ・メッセージ処理の自動化は、グループサイズが大きくなれば、不可欠の要素になる。メッセージそのものをオブジェクト化することで一層の自動化をはかることが必要になると考えられる。

8. まとめと今後の課題

以上、分散環境におけるジャストインタイム設計アプローチと分散環境下におけるカード式仕様／設計記述法、開発支援モデルの概要を紹介してきた。現在、ジャストインタイム設計の実現を第一の課題として設計実験を進めており、実験終了後、検証の結果を改めて報告する予定である。

本研究の主題は、ジャストインタイム設計の実現であるが、これと離れて、課題がいくつかある。

設計支援モデルでは、一般的に記述する設計内容の形式の採用にあたって、表現構造の簡潔さと

記述展開能力（柔軟性）との間にトレードオフの関係がある。近年、設計対象に係わりなく、設計要素間の構造表現を柔軟に構築するツールとして、ハイパーテキスト、およびハイパーメディアの可能性が論じられている。ハイパーテキストを表現ツールとして採用した本研究では、仕様／設計ツールとして、まず記述性（正確性、容易性、柔軟性）を中心に検証を行なっているが、設計プロセスにおける問題解決過程の記述は、システム開発後のメンテナンス工程での利用がおおいに考えられる。発想的な議論展開の支援として、KJ法に基づく分散環境下でのアイデアを中心とした仕様の取り纏めの実験とともに、この観点での検討を今後の課題として考えている。

謝辞

本研究にあたり、有益な助言と協力を頂いた情報処理振興事業協会のコンサルティング委員、およびワーキング委員、特に協同で設計開発実験に参加して頂いた委員の皆様へ感謝致します。

参考文献

- (1) 東、渡部、桐葉、坂田、大森、福岡
「広域多者間在席会議システム：MERMAID」
情報処理学会第39回全国大会講演集 (1989)
- (2) Conklin,J;
"Hypertext:An Introduction and Survey"
Morgen Kaufmann Pub.(1988)
- (3) Conklin,J,Begeman,M.L
"gIBIS : A Hypertext Tool for Exploratory
Policy Discussion" ACM Trans. on Office
Information System Vol.6 No.4 (1988)
- (4) Greif,I (ed)
"Computer-Supported Cooperative Work"
(Morgan Kaufmann)
- (5) 浜田、竹中
「設計履歴を利用したソフトウェア設計・
保守支援方式」情処学会42回全国大会
- (6) 平野
「ジャストインタイム生産の実際」
(日本経済新聞社)
- (7) 石井
「Team Workstatin : リアルタイムワーク
スペースの設計」 ヒューマンインター
フェースシンポジウム講演資料 (1990)
- (8) 伊東
「大規模システム開発におけるプロジェク
ト管理問題」 ソフトウェアシンポジウム
'91 論文集 (ソフト技術者協会) (1991)
- (9) 井上、福田
「ソフト開発におけるコミュニケーション
不良と品質の関係」
情報処理学会第38回全国大会講演集 (1989)
- (10) Lee,Jintae
"SIBYL: A Tool for Managing Group Design
Rationale" CSCW'90 Proceedings (1990)
- (11) Malone,T.W,etal.
"Semistructured Messages are Surprisingly
Useful for Computer Supported Coordination"
CSCW'86 Proceedings (1986)
- (12) 大野
「トヨタ生産方式」 (ダイヤモンド社)
- (13) 岡田
「分散型カード式仕様／設計記述法と開発支
援モデル」
電子情報通信学会知能ソフト研究会(1992)
- (14) 岡田
「分散型カード式仕様／設計記述法とジャス
トインタイム設計の試み」
情報処理学会ソフト工学研究会(1992)
- (15) 寿原、田村、中島、沢本
「ドメイン分析に基づくソフトウェア開発環
境の構築」
電子情報通信学会知能ソフト研究会(1992)
- (16) Stefik,M & Foster,G & Bobrow,D.G etal
"Beyond the Chalkboard : Computer Support
for Collaboration and Problem Solving in
Meetings"
Com. of the ACM Vol.5 No.2 (1987)
- (17) 田中
「インテリジェント・パッド」
シス総研第83回知識工学分科会 (1990.9)
- (18) 田村、中島、藤岡、上原、高野
「ハイパーテキストを用いた設計プロセス支
援ツールの試作」
情報処理学会ソフト工学研究会68-7 (1989)
- (19) 知的ハイパーテキスト調査研究委員会編
「知的ハイパーテキストに関する調査研究
報告書」 日本情報処理開発協会
- (20) Uta Pankoke-Babatz(ed)
"Computer Based Group Communication"
(Ellis Horwood)
- (21) Winograd,T
"A Language/Action Perspective on the Design
of Cooperative Work"
CSCW'86 Proceedings (1986)