

氏名(本籍)	かた おか のぶ ひろ 片岡 信 弘 (神奈川県)		
学位の種類	博 士(情報科学)		
学位記番号	情博第135号		
学位授与年月日	平成12年3月23日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
研究科、専攻	東北大学大学院情報科学研究科(博士課程) 情報基礎科学専攻		
学位論文題目	分散環境における情報システムの協調設計法とその応用に関する研究 (主査)		
論文審査委員	東北大学教授 白鳥 則郎	東北大学教授	牧野 正三
	東北大学教授 阿曾 弘具	東北大学助教授	木下 哲男 (工学研究科)

## 論 文 内 容 要 旨

### 1. 序 論

ここ数年の、情報技術の進展は目覚ましいものがある。また、コンピュータと通信技術の融合による CSCW (Computer Supported Cooperative Work) の発展は、これらの技術の遠隔協調作業への活用を進展させている。さらに、統合業務パッケージの出現は、従来、個別システムの繋ぎ合せであった企業情報システムに対して、企業全体に対するリソースの最適化を目指した統合情報システムの構築を可能としている。

一方、各企業は顧客要求の多様化や市場の変化への対応が大きな課題となっており、情報システムもこれに対応するために、受注から出荷までの各処理が統合化したシステムの設計とユーザ要求の確実な取り込みを目指してユーザと開発者の共同での情報システム設計である JAD (Joint Application Design) が求められている。

また、経営環境の変化へ対応するために、短時間での素早い情報システム構築、開発の後も進化的拡張、変更ができるシステムが必要とされている。さらに、システム全体の最適化を図った設計、ユーザの思考に追随できる設計などウォーターフォール型設計からの脱却が要求されている。

本論文では、ユーザ(システムの利用者)と開発者の協調設計を提案しているが、これは、従来の作る人/使う人の断絶をなくすと共に、プロトタイプを進化させる方式により素早いシステム構築を可能とする。また、ネットワークのもとでのコンピュータ支援により、地理的な場所にとられない協調設計が可能となると共に、CSCW の活用によりプロセスのロギング、以前の設計プロセスの再利用など設計プロセスの支援が可能となる。

### 2. 従来の設計法における問題

#### (1) ウォーターフォール型開発の限界

ウォーターフォール型開発では、下流の詳細設計の問題点を上流の方式設計にフィードバックが困難であると共に、シリアルに開発が進むため開発期間が長期に渡る問題があった。また、全体最適化で

はなく部分最適化での設計であること、改良開発に時間を要することも大きな問題であった。

#### (2) ユーザと開発者の協調不足

従来の開発方法では、要求仕様が不明確のまま開発が進行すると共に、ユーザが仕様を理解しないままに設計が進行し、使ってみて初めてユーザの不満が出ることも常に発生していた。

#### (3) 仕様決定プロセスが不明確

情報システム設計のプロセスは、おおまかには定義されているもの明確に定義されておらず、システムの要求を把握するプロセスも曖昧であり、かつ開発の度に異なるやり方を取っていた。

#### (4) 集合会議で行う設計打ち合わせの課題

企業の組織構成は、地理的に分散して配置されることが多い一方、組織構成も地理的条件とは、無関係に設定されることが増えてきている。一方、設計会議は、集合会議で行われるため人の移動が伴い、移動時間、移動費用の無駄が発生するのみではなく、キーマンが出席せず代理人出席のケースが多く発生した。結果として、決めるべきことが先送りされたり、決定されたものが後で変更されるなどの問題が発生していた。

### 3. 分散環境における協調設計法の提案

これらの設計における課題を解決するために協調設計法を提案する。この方式は、下記の基本概念より構成される。

#### (a) 個別設計から全体統合設計

経営者を巻き込んだ経営的な観点、実務管理者の観点、実務のキーマンの観点それぞれの立場からの要求分析と設計仕様レビューを行うことにより、トップダウン設計を行い個別設計ではなく、全体統合設計を可能とする。このために設計レビュー方式のモデル化を提案している。これは、経営的観点、実務のマネジメントの観点、実務のキーマン観点、システムのチューニングの視点の段階的レビュー方式とそれぞれの段階での設計レビュー手順のモデル化の2つより構成される。

#### (b) ユーザの要求仕様のビジブル化と動作確認

プロトタイプを動作させることによりビジブルなユーザの要求確認を可能とする。また、統合業務パッケージによるプロトタイピングは、パラメータの設定のみで業務機能の変更が可能であり、これを変更させ動作確認することにより、ユーザの隠れた要求を掘り起こすことも可能である。

#### (c) 逐次開発からスパイダル開発へ

従来のウォーターフォール型の逐次開発からプロトタイプとして開発したものの機能を追加し、確認するサイクルによるスパイダル開発により開発期間の短縮を図る。

#### (d) 意志決定プロセスの明確化

仕様決定プロセスをモデル化し明確化することにより、要求仕様の確実な取り込と、仕様決定作業の効率化を図る。

#### (e) 遠隔地からの設計参加環境の提供

PC会議システムを設計会議に活用することにより遠隔地のユーザの参加を容易とする。これにより実務のキーマンの出席率を高め要求確認、仕様確認を確実なものとする。

#### 4. 統合業務パッケージ活用への協調設計法の適用と評価検証

##### 4.1 統合業務パッケージのもとでの設計手順モデル

3章で提案した協調設計法の統合業務パッケージ活用開発への適用手順モデルを以下に示す。

統合パッケージは、企業情報システムで必要とされる全ての機能を一つのパッケージに組込んだものであり、出来合いのパッケージ機能で企業業務が遂行できることの関係者への説得、非常に多数の機能の中から必要なもの適切な選択が適用上のキーとなる。

この開発手順は、次のステージより構成され、各々のステージの中でJADを適宜行うことにより協調設計がなされる。

###### (a)ステージ1 : 計画立案

このステージは、システム開発の計画立案であり、システム開発の経営的視点からの目的の明確化、システム概略機能の明確化、工程、費用等の立案を行う。このステージでプロトタイプ1を作成し、JAD1を行う。JAD1の内容を表1に示す。JAD1の目的は、今回のシステム構築に対して統合業務パッケージの利用の可否の見極めである。

###### (b)ステージ2 : 要求定義

このステージは、システムの要求の定義を行うものである。従来の方式ではドキュメントによる仕様定義を行っていた。提案のモデルでは、JAD1から引き渡される概要仕様をベースに要求仕様のヒアリングを行い、要求定義を行う。次に、これをもとにプロトタイプ2の作成を行いこれにより要求仕様をより深める。表1に示すように、JAD2の内容は、プロトタイプ2の動作を通じて、利用する機能の確認と追加機能項目の抽出である。

###### (c)ステージ3 : システム設計・構築

このステージでは、統合業務パッケージの詳細カスタマイズと追加機能の作成および各サブシステム毎のテストを行う。これはさらに次の二つのサブステージに分かれる

###### ・ステージ 3-1 : システム設計

ステージ2からのシステム要求仕様にに基づき統合業務パッケージパラメータの設定検討、追加開発部分の設計を行いプロトタイプ3を作成しJAD3を行う。JAD3の目的は、ステージ2からの要求仕様がプロトタイプ3で満足されているかの確認と、プロトタイプ3を利用して、隠れている要求の掘り出しである。

###### ・ステージ 3-2 : システム構築

追加機能の詳細な設計、プログラム作成と単体テスト、追加部分と統合業務パッケージの部分を含めてサブシステム単位でのテストを行う。

###### (d)ステージ4 : 運用環境構築

実運用機へのシステムインストールを行い、現行システムからのデータの移行と共に、システムテストを行う。この段階で、システムテストの一部としてJAD4を行う。このJAD4はシステムテスト中に発生した問題に対する対応策の検討とシステム構築の時間過程の中での要求の変化に対応することを目的としている。

###### (e)ステージ5 : システム運用

本番システムの運用開始と初期運用フォローを行う。システム運用にあたっての初期的な各種の問題に対してのフォローである。

表 1 各 JAD の内容

	目的	参加者	JAD内容のポイント	カスタマイズの設定	データベース M:マスター T:トランザクション
JAD 1	パッケージの利用可否の見極め	経営者、 マネージャー 開発責任者 パッケージ専門家	パッケージの機能が大枠で今回のシステム機能をカバーしていることの確認	類似ビジネスのシステムをそのまま活用	標準データ
JAD 2	システム要求仕様の定義	実務の管理者 開発者 パッケージ専門家	・利用するサブシステムおよびその中の機能の決定 ・追加項目の抽出	当システム向けに大枠設定	M:当システム向けに設定 T: 模擬データ
JAD 3	・システム詳細機能設定 ・追加仕様設計	実務のキーマン 開発者 パッケージ専門家	・詳細レベルでの機能の決定/掘出し ・追加仕様の設計	当システム向け詳細設定	M:当システム向けに設定 T: 模擬データ (一部現システムのデータ)
JAD 4	システム機能調整	実務の管理者 実務のキーマン 開発者 パッケージ 専門家	システムテスト段階でのチューニング	設定済のものの調整	M:既存システムからの移行データ T: 既存システムからの移行データ

以上各ステージの仕様決定においては、それぞれの立場より、システムの仕様決定に参画することが必要であり、JADを行うことにより、システムの仕様を確実に捉えることが可能となる。また、JADの参加者は、経営者、各部門の管理者、実務のキーマン、開発者、パッケージの専門家と様々なメンバーが適切なタイミングで参加することが必要であり、地理的制約にとられない遠隔JADが必須となる。

#### 4.2 システム開発への適用の評価検証

##### (1) 遠隔協調作業に対する評価遠隔

評価プロジェクトでは、遠隔JADで設計を行うことにより、約 7.4 百万円のコスト差が発生した。このプロジェクトトータル費用 9500万円の一割近い値であり遠隔JADの効果が十分に発揮されていることが検証できた。

##### (2) 協調設計法に対する評価

JADを行うこと目的は、システム開発における手戻り作業の防止である。すなわち、関係者間での十分な仕様の合意ができないままシステム開発を行うとシステムの運用開始後にただちに各種の改善要求が発生し、これに対応するための工数が発生することとなる。システムの各ステージ毎の全体に対する比率は、統合業務パッケージ利用でも、従来のウォーターフォール型でも大差がないにもかかわらず、システム初期運用フォロー工数の比率が従来型では、7%であるのに対してJAD方式では、3%となっておりJADによる仕様設定が十分な効果を発揮していることが検証できた。

#### 5. 分散協調設計環境の評価方式とその評価

##### (1) 分散協調設計環境の評価方式の提案

遠隔会議においては、相手の画像、音声など会議をスムーズに進める上で幾つかの品質要素が存在する。これらの要素は、会議の種類によりその重要性が異なる。また、同一の環境であっても利用のし

かたによりその有効性が異なってくる。そこで、マルチメディア・ネットワークによる遠隔会議システムトータル品質評価方式を提案する。

遠隔会議システムの品質には、画像、音声、コスト等色々な要素があるが、トータル品質としては、遠隔会議コストに対するローカル (face to face) 会議コストの比であると考ええる。ただし、この時遠隔であるが故のコミュニケーション品質低下分を考慮に入れる。たとえば、遠隔会議のコストがface to face会議コストの半分でありコミュニケーション品質が1であれば、トータル品質は2であるが、コミュニケーション品質が40%であれば、さらにここに 0.4 を掛けトータル品質は 0.8 (=2 × 0.4) と考える。これを式1に示す。また、コミュニケーション品質は、音声、相手画像、データ共有のそれぞれに対して、会議の種類毎に要素の重み付け異なるため、これを勘案して評価を行う必要があり、この重み付けに対しても提案を行っている。

$$Q_r = \frac{C_f}{C_r} \times Q_m \quad (\text{式1})$$

- $Q_r$  : トータル品質
- $C_f$  : ローカル会議コスト
- $C_r$  : 遠隔会議コスト
- $Q_m$  : コミュニケーション品質係数  
(最大で1)

## (2) 分散協調設計環境の評価方式の提案

実際にATMネットワーク環境のもとで3種類の会議システムの構築を行い、その品質要素のMOS (Mean Opinion Score) 評価をベースに、提案したコンセプトに基づくトータル品質の評価を行い、その有効性を確かめた。その結果、会議時間が短い時は、会議品質が高く、会議時間が長くなるにしたがって会議品質が低下するなど、普段遠隔会議システムを利用している時の感覚と評価結果が一致していることを確認した。

## 6. 結論

本論文では、情報システムの設計において、システム全体の統合設計による経営の要求の確実な反映と開発期間、工数の低減を目的とした。そこで、コンピュータネットワーク環境下での新しい概念の協調設計法を提案し、その有効性を検証した。

今後の課題としては、この様な協調設計をより効率良く行うために、仕様決定プロセスの履歴を知識として蓄積しその再利用方式に関する研究や、分散設計環境の評価での会議の効率評価指標の設定方式に関する研究などが上げられる。

## 論文審査の結果の要旨

企業経営環境のメガコンペティションとグローバル化の流れに対応するために、企業情報システムは、ますます重要な役割を担うようになってきている。そのため、企業全体のリソースの最適化を図った統合設計、情報システムの利用者の思考に追従できる設計、短時間での素早い設計などが要求されており、従来のウォーターフォール型設計法では対応ができなくなってきている。そこで著者は、分散環境のもとで、情報システムを設計する際の利用者と開発者の協調による設計法とその応用に関する詳細な研究を行った。本論文はその成果をまとめたものであり、全編5章からなる。

第1章は序論である。

第2章では、まず従来の設計法の課題を述べ、分散環境における効果的な情報システムの協調設計法の基本概念を提案している。

第3章では、第2章で述べた基本概念を基に、設計プロセスの段階モデル、遠隔地からの設計参画、進化型開発を特徴とする協調設計法を提案している。具体的には、経営者、実務管理者、実務担当者それぞれの視点から設計に参加ができる段階設計モデルの提案と、それぞれの段階の中での作業手順の提案を行っている。次に、実際のシステム構築により、開発コストの低減、開発後の変更作業の減少、開発期間の短縮など設計法の有効性を示した。これは情報システムの協調設計に関する実用上重要な成果である。

第4章では、第3章で提案した協調設計法において利用される遠隔会議環境の評価法として、人の移動が伴わないことによる会議コスト低減のプラス面とコミュニケーション密度の低下のマイナス面の双方の組み合わせとして会議品質を捉えることを提案している。また、この評価方式を実際に幾つかの会議システムに適用し、提案方式での品質指標が日常的な感覚と一致していることを示した。さらに、遠隔会議か集合会議で行うかの判断基準の提示が可能であることを示している。これは有用な成果である。

第5章は結論である。

以上要するに本論文は、分散環境での情報システムの構築において、企業全体のリソースの最適化を目的とする協調設計法の研究を行い、コンピュータ支援のもとでのソフトウェア開発技術に関する有用な基礎を与えたものであり、情報基礎科学の発展に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士(情報科学)の学位論文として合格と認める。