

機関番号：12601
 研究種目：基盤研究(A)
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20246123
 研究課題名(和文) ワークフローシステムを中核とした造船設計システムの実務と教育への展開
 研究課題名(英文) Practical and Educational Deployment of Ship Design System Based on Workflow
 研究代表者
 大和 裕幸(YAMATO HIROYUKI)
 東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授
 研究者番号：50220421

研究成果の概要(和文)：

知識を内蔵するワークフローシステムを基盤技術として以下を行った。

(1) 協調設計現場での組織構造に対応する知識の抽出を行い、その運用機能をグループウェアを利用して実装する。

(2) 造船設計教育の本質である船体形状と配置設計への市販CADを用いた展開を行うことにより、現場での設計知識システムと造船設計教育システムとを完成させる。

これにより、設計者の知識の記述や設計情報の効率的な管理が可能として、先端的な協調作業支援機能を実現する。

研究成果の概要(英文)：

This research work developed a computer system for extracting knowledge in collaboration and supporting design work in shipyards, and the system is integrated with CAD system to support the design work of ship hull and machinery arrangement.

The software system realizes design knowledge articulation and management in the shipyards. The concept of knowledge management and efficient collaboration is evaluated on the proposed platform. The proposed system is based on ShareFast, which is an open source software, and the system is integrated with LotusNotes which is a commercial software for collaboration. With the integration of the software platform, the system becomes practical system for shipyards. The design knowledge can be extracted and articulated in the workflow system and with the workflow further knowledge can be identified. The system also provide feature for managing the status of the design process for further deployment.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	12,300,000	3,690,000	15,990,000
2009年度	5,500,000	1,650,000	7,150,000
2010年度	6,900,000	2,070,000	8,970,000
年度			
年度			
総計	24,700,000	7,410,000	32,110,000

研究分野：産業環境学

科研費の分科・細目：総合工学・船舶海洋工学

キーワード：計画・設計・生産システム

1. 研究開始当初の背景

既存製造業の設計・製造のノウハウはいわ

ゆる熟練者から若手に受け継がれているのが実情で、客観的合理的な手法があるわけで

はない。熟練者の知識自体も人によって異なっており、合理的な知識獲得手法が望まれる。一方、産業界では多くのワークフロー管理システムが開発され定型的な仕事の流れを表現し、広く利用されているが、現場での知識の獲得手法の研究が決定的なものはない。また申請者は社会学の手法であるエスノメソドロロジーなどを利用して船橋でのグループでの運航作業の分析システム「CORAS」を開発し分析を行ったが、多くのデータを取って標準作業を確立するまでには至っていない。

(たとえば 角田領, 大和裕幸, 安藤英幸: シミュレーションによるブリッジチームのパフォーマンス評価手法, 日本船舶海洋工学会論文集, Vol. 5, pp. 47-55, 2007) 申請者はすでに下の図のようなワークフロー管理システムを開発、オープンソースとして公開し、また基盤研究 (A) (一般)、平成 20~22 年度 (3 年間)、「ワークフローシステムを中核とした造船設計システムの実務と教育への展開」ではこれを用いて船舶設計システムの研究を行った。

これまでの研究では、ワークフローソフトによって、熟練者の知識の表現手法の研究やグループ行動の分析システムの開発に主眼をおいてきた。今回の研究ではこの表現手法や分析システムを発展させ、熟練者の設計作業 (設計プロセスの検討)、熟練職員のぎょう鉄作業 (製造プロセスの検討)、製鉄所の連続鋳造のグループ作業 (集団作業の分析) を数多く抽出して、データベース化し、いわゆるデータマイニング、協調フィルタリング技術などを用いて分析して合理的な設計製造の知識を体系化することを試みる。

2. 研究の目的

造船や製鉄所等の人間の知識に依存することの多い産業では、その設計製造手順は明確になっておらず、図面や作業指示書にも残らない。このことが品質の向上を阻んでいる。これに対して、実際に行われた設計や製造の手順を記録し、データベースに集積、それを分析することで作業標準を策定して、無駄のない最適化が行える可能性がある。本研究では船舶基本計画、造船ぎょう鉄作業、製鉄所連続鋳造システムを例にして IT を駆使してデータベース化し、これをデータマイニングやエスノメソドロロジーなどの手法により分析することで作業の最適化や標準化が行え、製品の品質が向上しうることを実証する。

3. 研究の方法

設計プロセスとプランとオペレーションの二つについて研究対象とする。設計プロセスの検討 (船舶基本計画プロセス) ではワークフローソフト ShareFast、計画システム AVIVA MARINE、グループウェア LotusNotes、

データベースシステムによりシステムを構築する。プラントオペレーション等の集団作業の分析 (連鋳システム) では2のシステムに加えて RFID による場所のデータを追加する。これらにより作業データベースを構築して、データマイニング手法により標準化作業を行う。

4. 研究成果

(1) 提案するワークフローを中核とした組織内コラボレーション支援システムのアーキテクチャを図 1 に示す。実務および教育を支援するために、ワークフロー形式のユーザインタフェースによる作業に関する知識を記述する機能に加えて、プロセスの進捗を管理するための機能および作業計画を立案するエンジンも備えている。

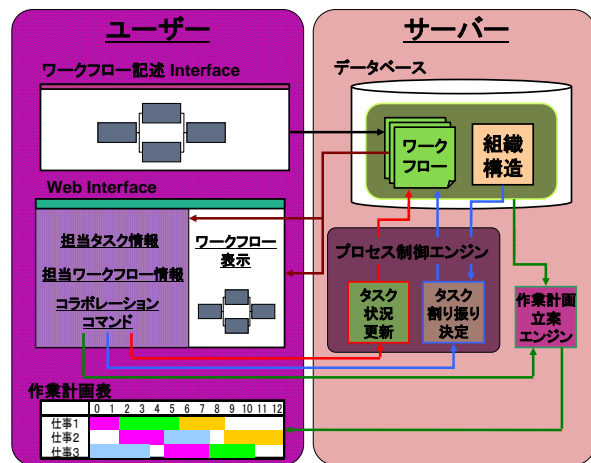


図 1. 開発したシステムのアーキテクチャ

(2) ワークフロー情報の生成は開発した ShareFast システムを用いて生成する。ShareFast を用いることでワークフローは BPMN 形式でモデリングされる。BPMN 形式でモデリングされたワークフロー情報から、必須情報を抽出し、状況が一目でわかるように図 2 のように実行中または実行可能なタスクの色を変えたワークフロー図を Web インターフェイスに表示する。また、本研究を通じて ShareFast システムは LotusNotes と統合され、実務の支援にも利用できることとなった。

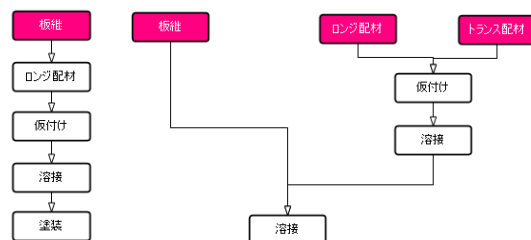


図 2. ワークフロー図

(3) 生成したワークフロー情報を組織内コラボレーション支援に利用するために、タスクを割り振る必要がある。本システムでは組織の構成員を「名前」「所属」「タスク実行権限」で表現し実行権限の有無を「0」、「1」で示した情報を拘束条件とすることで、組織構造を考慮したタスクの割り振りが実行できる。従来の ShareFast システムはプロセスに関する知識のみを記述するシステムであったが、組織の持つ属性を合わせて記述できるシステムとした。表 1 に組織構造情報の例を示す。

表 1. 組織情報例

名前	所属	側部ブロック	下部ブロック	ブロック溶接	板継	ロンン配材	仮付け	溶接	トランス配材	塗装
tsubouchi		1	1	1	1	1	1	1	1	1
tsujimoto	tsubouchi	1	0	0	1	1	1	1	1	1
kakuda	tsubouchi	0	1	0	1	1	1	1	1	1
mitsuyuki	tsubouchi	1	0	0	1	1	1	0	1	1
tsujimoto1	tsujimoto	0	0	0	1	0	0	1	0	0
tsujimoto2	tsujimoto	0	0	0	0	1	0	0	1	0
tsujimoto3	tsujimoto	0	0	0	0	1	1	0	0	1
kakuda1	kakuda	0	0	0	1	0	0	1	0	0
kakuda2	kakuda	0	0	0	0	1	0	0	1	0
kakuda3	kakuda	0	0	0	0	1	0	0	0	1
mitsuyuki1	mitsuyuki	0	0	0	1	0	0	1	0	0
mitsuyuki2	mitsuyuki	0	0	0	0	1	1	0	1	0
mitsuyuki3	mitsuyuki	0	0	0	0	1	1	0	0	1

(4) 本システムでは、タスク状態の更新として「終了」と「手戻り」を考慮できる。タスクの状態「終了」とすることで、プロセス制御エンジンによって自動的に次のタスクの状態を変更することができる。「手戻り」は、先行タスクまでの成果が芳しくないことでタスクを実行できない場合に、①先行タスク状態を実行中に戻す操作、もしくは、②ワークフロー情報を取り消して、再度現時点からのワークフロー情報を生成する操作、の何れかを行うことで「手戻り」をシステム上で実現できる。

(5) タスク割り振りを支援する目的で、自動で作業計画を立案できる機能を実装した。この機能では、すべてのタスクが終了した時刻を最小にすることを目的として作業計画を立案する。解法に関しては、作業計画問題を RCPSP として定式化し、PERT 手法によって各ワークフローの基本情報を求め、アクティブなタスク担当者の決定アルゴリズムをもとに、遺伝的アルゴリズム (GA) を用いてタスク実行順番を決定する手法を用いた。

(6) 開発したシステムを設定したサンプルシナリオ上で使用することで、提案した手法の有用性を示す。造船所の工作部門において、ダブルハル構造ブロックを製作しなければならないとする。工作部門の組織構造は表 1 を用いる。部門長は、ShareFast を用いて側部ブロック 2 枚と下部ブロック 1 枚を溶接するワークフロー情報を生成し、各タスクを部下の 3 人

に割り振る。

例えば、側部ブロック製作のタスクを割り振られた作業員は、側部ブロックを構成する外部パネルと内部構造ブロックのワークフロー情報を生成し、それぞれに含まれるタスクを彼の部下に割り振る必要がある。設定したシナリオにおいて、側部ブロックのタスクを割り振られた作業員が生成したワークフローは図 2 と同様のものとする。

また、Web インターフェイスを図 3 で示す。ユーザーの必須情報はコマンド画面に表示される。各作業員は割り振られたタスクや担当するワークフロー情報の確認や状況の更新をコマンド画面で行える。

すべての作業員は、上司からタスクを割り振られ、割り振られたタスクを実行するためのプロセスをワークフローとして電子化し、ワークフロー内の各タスクを部下へ割り振り、担当タスクの状況の更新によって現在の状況が瞬時に理解できるという、組織構造を考慮した活動に必要な情報表示や行動がシステム上で行えるため、組織内コラボレーションが支援できる。

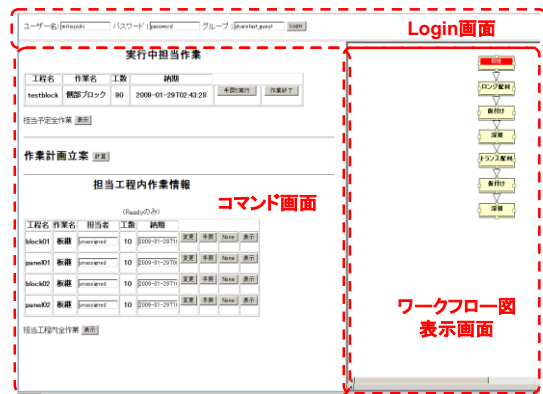


図 3. Web インターフェイス

(7) ユーザーの必須情報はコマンド画面に表示される。各作業員は割り振られたタスクや担当するワークフロー情報の確認や状況の更新をコマンド画面で行える。

すべての作業員は、上司からタスクを割り振られ、割り振られたタスクを実行するためのプロセスをワークフローとして電子化し、ワークフロー内の各タスクを部下へ割り振り、担当タスクの状況の更新によって現在の状況が瞬時に理解できるという、組織構造を考慮した活動に必要な情報表示や行動がシステム上で行えるため、組織内コラボレーションが支援できる。

開発した作業計画立案機能がタスク割り振りを支援できるような計画を立案できるかどうかを図 2 のワークフローを 3 つ用いて表 1 の「mitsuyuki」が作業計画立案機能を使用し

とその応用, 人工知能学会第 23 回全国大会講演論文集, CD-ROM(1K1-OS8-9), 2009/6/17, サポートホール高松(香川県高松市)。

- ⑦ 大和裕幸, 稗方和夫, 辻本翔, 松野二郎, 駐在監督報告書からの知識獲得手法に関する研究, 日本船舶海洋工学会 平成 21 年春季講演会, 2009/5/28, 神戸市産業振興センター(兵庫県神戸市)。
- ⑧ 大和裕幸, 稗方和夫, 満行泰河, 組織構造を考慮したコラボレーション支援システムの研究, 日本船舶海洋工学会 平成 21 年春季講演会, 2009/5/28, 神戸市産業振興センター(兵庫県神戸市)。
- ⑨ Hiroyuki Yamato, Kazuo Hiekata, Sho Tsujimoto, Jiro Matsuno A Study on Knowledge Extraction from Surveyor's Reports based on Ontology, 10th INTERNATIONAL MARINE DESIGN CONFERENCE, 2009/5/27, Trondheim, Norway.
- ⑩ 楼天甲, 江川陽, 白山晋, 稗方和夫, 大和裕幸, 行動素のワークフローへの自動対応付け手法, 情報処理学会研究報告-数理モデル化と問題解決, Vol.2009, No.19, pp.197-200, 2009/3/6, 沖縄科学技術研究基盤整備機構(沖縄県恩納村)。
- ⑪ 楼天甲, 白山晋, 稗方和夫, 大和裕幸, 操業者の行動分析にもとづくワークフロー詳細化手法, 情報処理学会研究報告-数理モデル化と問題解決, Vol.2008, No.126, pp.21-24, 2008/12/17, 大阪大学(大阪府豊中市)。
- ⑫ 中沢俊彦, 増田宏, 設計プロセスの不確かさの可視化に関する研究, 日本設計工学会デザインシンポジウム 2008, 2008/11/21, 慶應義塾大学矢上キャンパス(神奈川県横浜市)。
- ⑬ 大和裕幸, 稗方和夫, 辻本翔, オントロジーを用いた類似不具合事例の収集システムに関する研究, 日本機械学会第 18 回設計工学・システム部門講演会, 2008/9/25, 京都府京大会館(京都府京都市)。
- ⑭ 稗方和夫, 大和裕幸, 柿沼徹也, 設計情報を利用した設計教育支援手法の開発, 人工知能学会第 22 回全国大会, 2008/6/13, 旭川市ときわ市民ホール(北海道旭川市)。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大和 裕幸 (YAMATO HIROYUKI)
東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授
研究者番号: 50220421

(2) 研究分担者

増田 宏 (MASUDA HIROSHI)
東京大学・大学院工学系研究科・准教授
研究者番号: 40302757

白山 晋 (SHIRAYAMA SUSUMU)
東京大学・大学院工学系研究科・准教授
研究者番号: 10322067

稗方 和夫 (HIEKATA KAZUO)
東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授
研究者番号: 80396770

(3) 連携研究者

なし