

論文の内容の要旨

論文題目 組織構造と作業戦略を考慮した作業チーム設計 手法と最適化に関する研究

氏 名： 満行 泰河

1. 研究の目的

本研究では、組織構造と作業戦略を考慮した作業チーム設計手法を提案し、提案手法を実装した作業チーム設計支援システムを用いてシステム開発業務と造船業の設計・生産業務に適用することで提案手法の評価を行うことを目的とする。

2. 提案する作業チーム設計手法

提案手法では、作業チームを組織構造と作業戦略で構成されるものとして捉え、作業チームのどの項目を設計対象にするかをプロジェクトの各段階に応じて決定する。プロジェクトの大まかな概要のみが決定している段階では、①どの人員や工作機械を作業チームに加えるかと、②作業チーム内に採用した人員をどのように配置するかによって表される組織構造を設計する。次に、プロジェクトの詳細な仕様が決定している段階では、前段階で決定した組織構造を持つ作業チームが、対象とするプロジェクトに対してどのように取り組むべきかを表す作業戦略を設計する。なお、本研究では設計すべき作業戦略として、①人員の各プロジェクトに対するエフォート率と、②作業チーム内でどのようにタスクを割り振るかをディスペッチングルールの重みベクトルによって表現するタスク割り振りルールの2つを対象とする。

作業チームのどの項目を設計対象にするかを決定した後の、作業チーム設計手順の概要を図1に示す。決定した作業チームの設計対象項目を変更しながら、作業チームの設計と評価を繰り返す。

本研究では、設計した作業チームのパフォーマンスをチーム作業シミュレーションにより評価する。チーム作業シミュレーションの入力は、作業情報（ワークフロー・作業実施における制約）と作業チーム（組織構造・作業戦略）に加えて、分析の対象や目的に応じてあらかじめ工作機械を考慮するかどうかやタスクの掛け持ちを許可するかどうか、トラブルとその調整を考慮するかどうかの

設定で構成される。なお、組織構造に関しては前述の通り、どの人員や工作機械を作業チームに加えるか、作業チーム内に採用した人員をどのように配置するか、の2つの項目を決定することによって、各人員のスキルに関する制限と、作業チーム内でのトラブルに対する対応を表現する。チーム作業シミュレーションでは上記の設定内容と作業戦略に基づいて、①タスクを作業チームの人員と工作機械に割り振り、②各タスクの状態を更新する、という2つの操作をすべてのタスクが終了するまで繰り返し作業チームの各人員がどの時間にどのタスクを担当したかを表すガントチャートを出力する。

提案手法では、チーム作業シミュレーションによって出力されたガントチャートに基づいて、所要時間と合計コストに着目して設定した作業チームのパフォーマンスを評価する。作業チーム設計における設計対象の項目を変更することで再度作業チームを設計し評価することを繰り返すことで、より良い作業チームの設計を目指す。

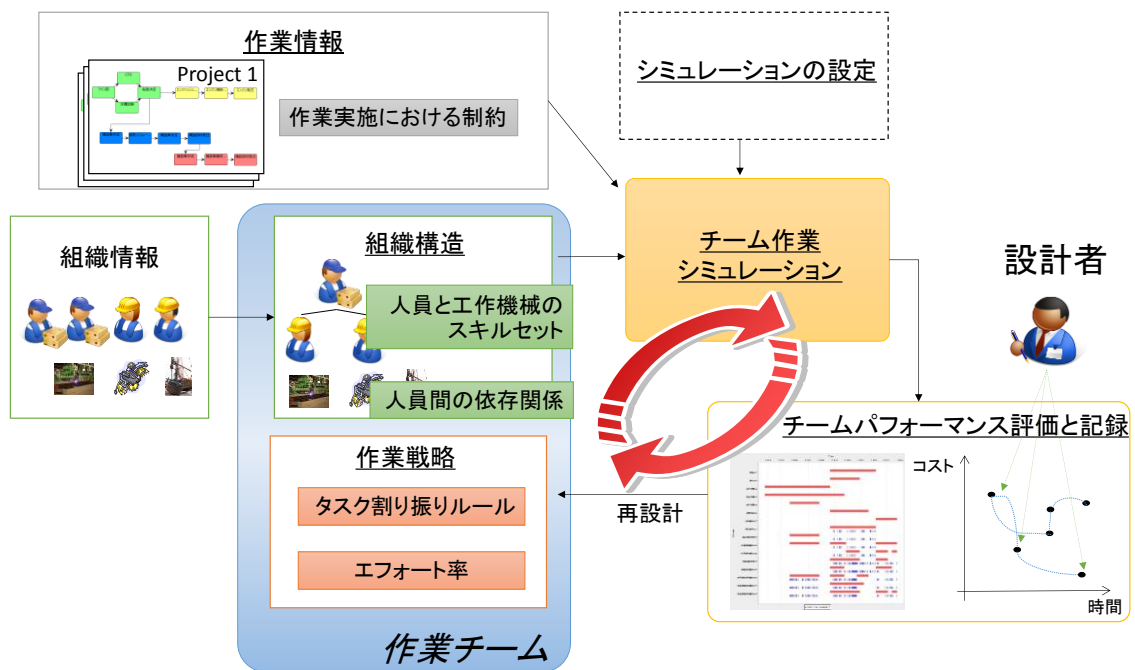


図1 作業チーム設計手法の概要

本研究では、図1の流れを人手によって行う手法に加えて、作業チームの各設計変数に対して遺伝的アルゴリズムを用いて自動探索する手法を提案している。組織構造と作業戦略（エフォート率・タスク割り振りルール）のそれぞれに対して、1つの遺伝子で表現できるように工夫し、所要時間の最小化と合計コストの最小化を目的関数として多目的最適化計算手法である MOGA (Multi-Objective Genetic Algorithm)によって探索を行う。探索結果は、「設計した作業チームを表す遺伝子・チーム作業シミュレーションの結果（所要時間・合計コスト）」の組ですべて保存しておく。探索終了後、所要時間と合計コストの両方についてパレートフロントを構成する作業チーム案を複数出力し、出力された案から最終的な作業チームを設計者が決定する。本手法を用いることで、人手では

非常に負荷がかかる適切な作業チームの探索と決定を支援することが可能である。

3. システム開発チームの組織構造設計

ITベンダーにおけるシステム開発業務を対象として、提案手法を実装した作業チーム設計支援システム上で手動探索により作業チームを設計するケーススタディを行った。作業チーム設計の対象を組織構造のみとし、与えられた組織情報(人員のスキルセット)と正規社員のみで構成された初期の組織構造を初期状態として、①どの部署にどの非正規社員を追加すべきか、②作業チームにおける部署間の依存関係をどのように定義すべきかについて検討を行った。ケーススタディで行った作業チーム設計の流れを表す作業チーム探索履歴を、開発したシステムによって蓄積し分析することで、今回のケーススタディで扱った事例では、最も下流のプログラム担当の部署に非正規社員を追加すると所要時間と合計コストの両方が減少する一方で、その他の部署にアルバイト人員を加えると所要時間平均が減少する一方で合計コスト平均が増加する傾向が見られた。また、単一の分岐なしワークフローを対象としたため、タスクの前後関係に基づいて組織構造の依存関係を追加することがパフォーマンス向上につながる一方で、組織構造内で部署間の依存関係をやみくもに追加することでパフォーマンスに悪影響を及ぼすこともあることも確認できた。

4. 造船設計チームの組織構造設計

造船所における仮想的な船舶基本設計プロセスを対象として、作業チーム設計支援システム上で遺伝的アルゴリズムを用いた作業チーム設計支援手法を行うことで作業チームの組織構造を設計するケーススタディを行った。与えられた組織情報からどの人員をどのように配置すべきかを表す組織構造を提案手法によって探索し、探索結果の分析を行った。提案した組織構造のモデル下において、作業チームに人員を追加しつつ、それに応じて適切に依存関係を追加することで所要時間が減少する傾向にあることと、ケーススタディで扱った問題では、組織構造内で依存関係を少なくすることで、チーム作業シミュレーション内でトラブルの対応を行わずに遅延させることが合計コストの削減につながる傾向があるなどの組織構造の違いとチーム作業シミュレーションの結果の関係性を見出すことができた。また、所要時間を重視した組織構造と合計コストを重視した組織構造に共通する点として、ケーススタディではクリティカルパス上に存在するタスクを担当する部署に人員を多く所属させる傾向があることも分かった。

5. 複数の造船設計プロジェクトにおけるエフォート率設計

続いて、前節と同様の造船設計プロジェクトを複数並行して行う際のエフォート率案を、作業チーム設計支援システム上で遺伝的アルゴリズムを用いた作業チーム設計支援手法によって設計するケーススタディを行った。今回のケーススタディでは所要時間の短縮化のみを考えてエフォート率の設計を行ってい

る。結果として、提案手法によって出力されたエフォート率案に関しては、人手で考えうる単純なエフォート率案（①すべての人員のタスクの掛け持ちを禁止しワークフローを1つずつ実行する，②すべての人員の各ワークフローへのエフォート率を一律に設定する）に比べて所要時間が短縮可能なエフォート率を提案することができた。このことにより、複数のプロジェクトを1つの作業チーム内で同時に進行する必要がある場合に、エフォート率の適切な設定によって作業チームのパフォーマンスを向上させることが可能であることを、提案手法により定量的に示すことができたと言える。

6. 船殻ブロック組み立てにおけるタスク割り振りルール設計

造船所における船殻ブロック組み立て工程を対象として、作業チーム設計支援システム上で遺伝的アルゴリズムを用いた作業チーム設計支援手法を行うことで作業チームの組織構造を設計するケーススタディを行った。特に、今回のケーススタディでは、作業面積（同時実行ワークフロー数）の違いや、電力ピークカットの有無における適切なタスク割り振りルールの違いによる適切なタスク割り振りルールの比較と、トラブルを考慮するか否かによる適切なタスク割り振りルールの違いの比較を行った。結果として、作業面積の違いによって電力ピークカットを考慮する場合のタスク割り振りルールが大きく異なることや、すでに作業実施における制約の厳しい工場では、トラブルに対応する余裕が存在しないため、新たに制約を導入してもタスク割り振りルールに大きな変化は見られないという知見を得ることができた。

7. 研究の結論

組織構造と作業戦略を考慮した作業チームの設計手法を提案し、提案手法をソフトウェア上で実現可能な作業チーム設計支援システムを実装した。また、遺伝的アルゴリズムを利用して作業チームの組織構造と作業戦略の設計を支援する手法を提案し、製造業やシステム開発業務の設計・生産プロセスを対象に提案手法の有効性の検証を行った。従来は勘と経験で行われており、非常に負荷がかかる作業チーム設計という作業に対して、提案手法と開発したシステムは支援可能であることをケーススタディによって確認することができた。また、それぞれのケーススタディで、提案手法による作業チームの探索過程を分析することで、対象とするプロジェクトに応じて作業チームの特性を理解するための分析が可能であることがケーススタディから確認することができた。