宇宙研究支援プラットフォームの構築と 実証に関する研究

学位論文内容の要旨

宇宙機の設計の基準は MIL 規格によっており、設計、製造、試験はトレーサブルになっている。設計はフェーズ分けされ、フェーズ毎に審査がある。プログラム実施計画書、コンフィギュレーション管理計画書、信頼性管理計画書、品質管理計画書などの管理文書の他に各コンポーネントの設計仕様書、図面、試験計画書、手順書、報告書があり、軌道上の衛星運用書、テレメトリデータを加えるとその総量は 30,000 ページを越すものとなる。このほとんどは電子化されておらずそれぞれの衛星ごとに作られてきた。これらは世界の流れである低価格化に対応しておらず、また、複雑な大型人工衛星などではその信頼性や品質保証の観点から問題であった。一方、低価格化を実現するには開発期間の大幅な短縮民生部品の採用や試験の簡素化で対応せざるを得ないが最近の国内外における衛星の故障やロケット打ち上げの失敗は低価格化のための手抜きと全く無縁とは言いきれないものがある。2003年2月のコロンビア号の事故は老朽化したスペースシャトルの現状を示すものである。2010年までと云われるシャトルの後継機についてはまだ、はっきりしない。コストが問題なのである。低価格化は必然の流れであるが、設計、製作、試験時の人為ミスを少なくする手立てが講じられなければ結局は事故につながる事になる。ITの採用は有力な対策の一つであると思われる。

本論文では宇宙研究のために我々が独自に開発してきた WEB を用いた研究開発のコラボレーション環境 (VSRL: Virtual Space Research Laboratory) をプラットフォームと位置づけ、そのプラットフォームの分析・設計および実装について述べるとともに、この機能を積極的に利用したコンフィギュレーション管理法を提案する。また、VSRL は工学教育にも極めて有効であることから、我々が学部、大学院教育に実際に応用した例を示し、その効果を検証する。

本論文の構成は以下の通りである。

第1章では世界の宇宙産業における IT の取り込み状況を概観し、さらに日本国内の宇宙機を対象とした CALS の適用事例を示した。また、設計活動、研究活動における、コラボレーション支援環境の重要性について述べ、本研究の目的が Web 上の研究活動支援環境構築、

さらにはそれを応用したコンフィギュレーション管理業務支援環境であることを述べた。

第2章では研究プラットフォームに要求される項目について述べ、ハードウェアおよびソフトウェア、ネットワークの構成の詳細について述べた。また、構築したVSRLの全容、さらに要求される項目を実現するためのライブラリ、会議室等の個々の機能について、動作、性能等を述べた。

第3章では第2章の要求をUML(Unified Modeling Language)を用いてVSRLのオブジェクトモデルを構築し、システムの分析・設計を実施した。さらに、構築されたVSRLのライブラリ、会議室等の個々のGUI(Graphic User Interface)を表示した。

第4章では、宇宙機のプロジェクト管理の一つであるコンフィギュレーション管理にVSRLを応用したシステムについて述べた、信頼性を保つために、コンフィギュレーション管理は重要な業務であるにもかかわらず、関係者が多忙である、書類の処理が煩雑であるといった理由から、適切に実行されていない例が多い。そこでVSRLの地理的・時間的制約を緩和するという特長を生かし、業務のうち特に文書管理に注目し、それを支援するシステムをWeb上に構築した。ここではハードウェアおよびソフトウェア、ネットワークの構成の詳細、および提供する各機能について述べ、さらに、実際に技術仕様書の改訂作業を行った例を示した。

第5章ではVSRLの研究プラットフォームを実際に応用した例とそれらの有効性について述べた。実用レベルとしてVSRLは日本で最初の仮想研究所である。現在までに登録された宇宙研究プロジェクトは33(内5プロジェクトは終了)を数え、順調な進展を見せている。2002年からは、この仮想研究所の機能を大学教育にも応用できるのではないかと考え、大学院の特別演習や学部一年生の一般教育演習に適用を開始した。米国では普通となっているWEBを利用した教育も日本では名古屋大学、大阪大学、慶応大学などに見られるだけである。今後は社会人を再教育するニーズが高いことが予想され、このために必要な要件を明確化するためにVSRLを用いた教育実験を実施した。この結果を分析・評価する。

第6章は結論で本研究で得られた結果を要約した。

本論文で著者はWEB上に宇宙研究支援を目的としたプラットフォームを構築し、これを20を超えるプロジェクトの研究に供して、その機能の有効性を実証するとともに、特に宇宙開発においてその信頼性確保の点で重要であるコンフィギュレーション管理をこのプラットフォームを用いて実施できることを立証した他、大学院の演習科目、学部学生の一般教育演習にも適用してこのシステムが教育用にも有効であることを実証した。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 工 藤 勲
副 査 教 授 嘉 数 侑 昇
副 査 教 授 工 藤 一 彦
副 査 教 授 藤 田 修

学 位 論 文 題 名

宇宙研究支援プラットフォームの構築と 実証に関する研究

宇宙機の設計の基準は MIL 規格によっており，設計，製造，試験はトレーサブルになっている．設計はフェーズ分けされ，フェーズ毎に審査がある．プログラム実施計画書，コンフィギュレーション管理計画書，信頼性管理計画書，品質管理計画書などの管理文書の他に各コンポーネントの設計仕様書，図面，試験計画書，手順書，報告書があり，軌道上の衛星運用書，テレメトリデータを加えるとその総量は 30, 000 ページを越すものとなる．このほとんどは電子化されておらずそれぞれの衛星ごとに作られてきた．これらは世界の流れである低価格化に対応しておらず，また，複雑な大型人工衛星などではその信頼性や品質保証の観点から問題であった．一方，低価格化を実現するには開発期間の大幅な短縮，民生部品の採用および試験の簡素化等に対応せざるを得ないが，最近の国内外における衛星の故障やロケット打ち上げの失敗は低価格化のための手抜きと全く無縁とは云いきれないものがある．2003 年 2 月のコロンビア号の事故は老朽化したスペースシャトルの現状を示すものである．2010 年までと云われるシャトルの後継機についてはまだ，はっきりしない．コストが問題である．低価格化は必然の流れであるが，設計，製作，試験時の人為ミスを少なくする手立てが講じられなければ結局は事故につながる事になるが，対策として本論文では IT の採用が有力な対策であると課題提起を行っている．本論文は上述課題克服を目的にこれまで行ってきた研究成果をまとめたものである．その概要は，開発研究を通してきた WEB を用いた研究開発のコラボレーション環境 (VSRL: Virtual Space Research Laboratory) をプラットフォームと位置づけ，そのプラットフォームの分析・設計および実装法を議論するとともに，宇宙システム開発全体の整合的運用に際し重要となる人間系をも内包したコンフィギュレーション管理手法を提案している．また，VSRL は工学教育にも極めて有効であることから，学部，大学院教育に実際に応用した例を示し，その効果をも検証している．

本論文の構成は以下の通りである．

第1章では現在構築中の ITBL 仮想研究環境を始めとして、日本国内の宇宙機を対象とした CALS の適用事例を紹介し、これに関し設計活動、研究活動におけるコラボレーション支援環境の重要性について述べ、本研究の目的が WEB 上の研究活動支援環境構築、さらにはそれを応用したコンフィギュレーション管理業務支援環境の構築であることについて述べている。

第2章では研究プラットフォームに要求される項目を列挙し、ハードウェアおよびソフトウェア、ネットワークの構成の詳細について述べたもので、構築した VSRL の全容、さらに要求される項目を実現するためのライブラリ、会議室等の個々の機能について、動作、性能等を明らかにしている。

第3章では第2章の要求を UML(Unified Modeling Language) を用いて VSRL のオブジェクトモデルを構築し、システムの分析・設計を実施している。さらに、構築された VSRL のライブラリ、会議室等の個々の GUI(Graphic User Interface) を表示している。

第4章では、宇宙機のプロジェクト管理の一つであるコンフィギュレーション管理に VSRL を応用したシステムについて述べている。信頼性を保つために、コンフィギュレーション管理は重要な業務であるにもかかわらず、関係者が多忙である、書類の処理が煩雑であるといった理由から、適切に実行されていない例が多い。そこで VSRL の地理的・時間的制約を緩和するという特徴を生かし、業務のうち特に文書管理に注目し、それを支援するシステムを WEB 上に構築したものである。ここではハードウェアおよびソフトウェア、ネットワークの構成の詳細、および提供する各機能について述べ、さらに、実際に技術仕様書の改訂作業を行った例を示している。

第5章では VSRL の研究プラットフォームを実際に応用した例とそれらの有効性について述べている。大学院学生や学部学生の演習をプロジェクトとして登録し、実際の授業の支援を行っているが、この中で従来の掲示板形式の他にチャット方式の仮想会議室の必要性が判明し、機能を改良している。この他、VSRL 設立時には無かった電子メール同報機能が有効であることを述べている。VSRL 現登録メンバー数 241 名、現稼動プロジェクト数 29 の数値データや利用者アンケート結果から本研究成果が多くの関係者から高く評価されていることが示されている。

第6章は結論であり、本研究で得られた結果を要約し、将来への課題を含めて述べている。

これを要するに、著者は WEB 上に宇宙研究支援を目的としたプラットフォーム VSRL を構築するための課題対応型システム設計法の展開と、それらに基づく具体システム開発、および関連プロジェクトへの供用実験を通して VSRL の有効性、信頼性を立証したものであり、宇宙工学、機械情報学の発展に貢献するところ大なるものがある。よって著者は北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。