

ネットワーク機器の設定変更における ヒューマンエラーの防止を目標とした作業モデルの検討

A Study of Work Procedure Models for Human Error Prevention on Changing Configuration of Network Device

梅川 夏弥†
Natsuya Umegawa

井口 信和‡
Nobukazu Iguchi

1. 序 論

ネットワーク管理者によるネットワークの運用管理では、作業の一つとして、ネットワーク機器の設定変更作業が実施されている。ネットワーク機器の設定変更作業では、ネットワーク機器の設定変更、変更内容の確認、ネットワークの動作確認を実施する[1]。これらの作業は、対象となる機器や作業内容が記載された手順書に基づいて、実施されている。しかし、これらの作業を実施する際、誤ったコマンドの発行や設定情報の確認を誤るといったヒューマンエラーが起こる。このようなヒューマンエラーは、ネットワーク機器の誤設定につながる。ネットワーク機器の誤設定は、ネットワーク全体の障害[2]やセキュリティの脆弱性の要因となるため、ヒューマンエラーの防止が重要となる。

そこで本稿では、ネットワーク機器の設定変更作業におけるヒューマンエラーを防止するための作業モデルを作成した。作業モデルの作成では、設定変更作業で発生しうるヒューマンエラーを洗い出し、それらを防止するための作業手順を定義した。設定変更作業の作業モデルにより、ヒューマンエラーの防止が期待できる。

2. 関連研究

ヒューマンエラーに関連した研究として、御木らの研究[3]がある。御木らの研究[3]では、大学ネットワークの利用者が起こしたヒューマンエラーを検知する手法を提案している。この手法では、ネットワーク管理者が管理している情報とネットワークトラフィックの情報を複数のエージェントが連携して処理することでヒューマンエラーを検知する。

御木らの研究と本研究の類似点として、ネットワーク管理において発生するヒューマンエラーを対象としている点が挙げられる。御木らの研究では、ネットワークの利用者が起こすヒューマンエラーを対象としている。本研究では、ネットワーク管理者がネットワーク機器の設定変更作業を実施する際に起こすヒューマンエラーを対象としている。また、御木らの研究は、発生したヒューマンエラーを検知する研究である。本研究では、ヒューマンエラーの発生を未然に防止する。

3. 研究内容

ネットワーク機器の設定変更作業におけるヒューマンエラーを防止するために、作業モデルを作成した。3.1 節では、作業モデルが対象とするヒューマンエラーについて述べる。3.2 節では、作業モデルの利用想定について述べる。3.3 節では、作成した作業モデルについて述べる。

3.1. 対象とするヒューマンエラー

本節では、ヒューマンエラーの種類を示すとともに、作業モデルが対象としているヒューマンエラーについて述べる。

ヒューマンエラーは次のように分類できる[4]。

- 能力の限界
感覚・知覚, 認知, 動作・運動
- 能力不足, 知識不足
作業を実施するための能力や知識がない
- Slip (スリップ)
見間違える, 取り違える, 思い違う, 思い込む
- Lapse (ラプス)
作業を忘れる
- Mistake (ミスメイク)
考え違える
- Violation (バイオレーション)
規則やマナーに違反する, 手を抜く

能力の限界は、人間が持つ視力や聴力などに対して限界を超える作業を要求した際に発生するエラーである。能力不足、知識不足は作業に対する能力や知識が不足している場合に発生するエラーである。Slip (スリップ) は、作業を実行している時に発生するエラーである。Lapse (ラプス) は、実行する予定であった作業を実行し忘れてしまうエラーである。Mistake は、作業を計画する段階で発生するエラーである。作業を計画する段階でエラーが含まれているため、計画通りに作業を実施したとしてもミスが起こる。Violation は規則やマナーに違反することや手を抜くことで発生するエラーである。Violation は意図的に起こされる場合や知識不足などによって意図せずに起こされる場合がある。

ネットワーク機器の設定変更作業を実施する場合に、人間の能力を超える作業を要求されることは考えづらい。また、Mistake は手順書を作成する段階で発生するエラーであると考えられる。そのため、本研究では、能力不足と知識不足、Slip、Lapse、Violation によるヒューマンエラーを対象とする。

† 近畿大学大学院 総合理工学研究科,
Graduate School of Science and Engineering,
Kindai University

‡ 近畿大学 理工学部 情報学科,
Department of Informatics, Faculty of Science and
Engineering, Kindai University

3.2. 作業モデルの利用想定

本節では、作成した作業モデルが想定している場面について述べる。

3.2.1. 作業形態

ネットワーク機器の設定変更作業は事前に作成した手順書に基づいて、二人のネットワーク管理者が実施するものとする。また、二人のネットワーク管理者が、作業を実施する者（以下、設定者）と設定者の作業を確認する者（以下、確認者）に分かれて作業を進めるものとする[5]。

3.2.2. 対象とする作業

対象とする作業は、設定変更、変更内容の確認、ネットワークの動作確認とする。設定変更では、ネットワーク機器の設定を変更する。PCとネットワーク機器を接続し、コマンドを発行することで、設定を変更する。

変更内容の確認では、設定変更で変更した内容が正しく反映されているかを確認する。ネットワーク機器の設定情報を確認するためのコマンドを発行し、その出力結果から変更内容が正しく反映されていることを確認する。

ネットワークの動作確認では、設定変更後のネットワークが意図した通りに動作するかを確認する。PCとネットワーク機器を接続し、コマンドを発行する。そして、コマンドの出力結果から、ネットワークが意図した通りに動作しているかを確認する。

3.2.3. 手順書

手順書には、作業の対象となるネットワーク機器と作業内容が実施すべき順番で記載されているものとする。設定変更を実施する場合は、変更する内容が記載されているものとする。また、変更内容の確認とネットワークの動作確認では、確認すべき内容が記載されているものとする。

3.3. 作業モデル

本節では、作成した作業モデルについて述べる。作業モデルは設定変更、変更内容の確認、ネットワークの動作確認ごとに作成した。

3.3.1. 設定変更における作業モデル

本項では、設定変更における作業モデルについて述べる。作業モデルを作成するために、設定変更で発生するヒューマンエラーを洗い出した。

- 設定変更で発生するヒューマンエラー
 - ① 接続する機器を間違える (Slip)
 - ② 他の機器への切り替えを忘れる (Lapse)
 - ③ コマンドが機器の仕様に従っていない (Slip, 能力不足, 知識不足)
 - ④ コマンドのパラメータを間違える (Slip, 能力不足, 知識不足)
 - ⑤ 手順書に含まれていない作業を実行する (Violation)
 - ⑥ 一部の作業を実施しない (Violation, Lapse)

設定変更するためには、対象となるネットワーク機器に接続する必要がある。その際に、接続する機器を間違える

可能性がある(①)。また、複数の機器を設定変更する場合、他の機器への切り替えを忘れる可能性がある(②)。

ネットワーク機器へ発行するコマンドはベンダとOSのバージョンによって異なる場合がある。そのため、機器の仕様に従っていないコマンドを発行する可能性がある(③)。また、コマンドで指定するパラメータを誤って入力する可能性がある(④)。

設定変更は手順書に従って実施する。しかし、手順書に含まれない作業を意図的に、もしくは意図せずに実施する可能性がある(⑤)。また、一部の作業を意図的に実施しない場合や、実施し忘れてしまう可能性がある(⑥)。これらのヒューマンエラーを防止するための作業モデルを図1に示す。

設定者と確認者は設定変更の対象となるネットワーク機器を手順書で確認する。設定者はPCをネットワーク機器に接続する。既に接続している場合は、そのまま接続させておく。複数のネットワーク機器を設定変更する場合、別の機器を設定変更する際は接続を切り替える。これにより、①と②を防止する。

設定者と確認者は、実施する作業項目の内容を手順書で確認する。これにより、⑤と⑥を防止する。設定者は設定を変更するためのコマンドを手順書に基づいてネットワーク機器に入力する。この時点では、コマンドを発行しない。設定者と確認者は入力されたコマンドが機器の仕様に従っていること、およびコマンドに含まれているパラメータが正しいことを手順書に基づいて確認する。これにより、③と④を防止する。確認した結果、コマンドが正しい場合は、コマンドを発行する。コマンドが誤っていた場合は、コマンドを入力し直す。

以上が、設定変更における作業モデルである。

3.3.2. 変更内容の確認における作業モデル

本項では、変更内容の確認における作業モデルについて述べる。作業モデルを作成するために、変更内容の確認で発生するヒューマンエラーを洗い出した。

- 変更内容の確認で発生するヒューマンエラー
 - ① コマンドが機器の仕様に従っていない (Slip, 能力不足, 知識不足)

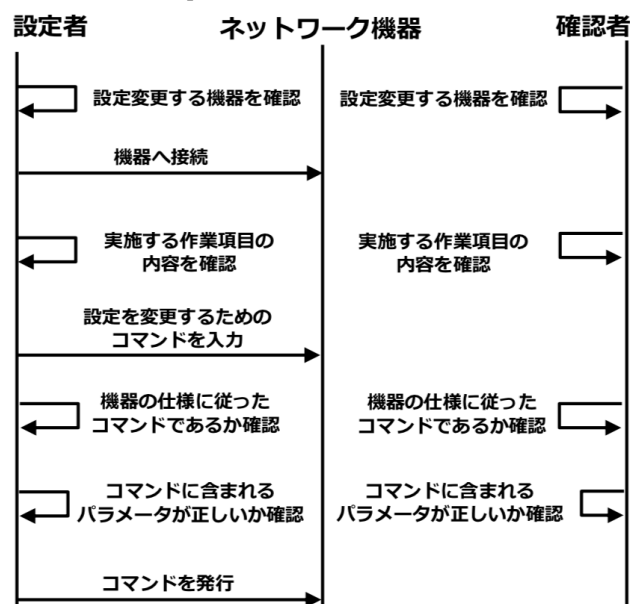


図1 設定変更における作業モデル

- ② コマンドのパラメータを間違える (Slip, 能力不足, 知識不足)
- ③ 確認すべき項目を確認し忘れる (Lapse)
- ④ ネットワーク機器からの出力を見間違える (Slip, 能力不足, 知識不足)
- ⑤ 手順書に含まれていない作業を実行する (Violation)
- ⑥ 一部の作業を実施しない (Violation, Lapse)

①, ②, ⑤, ⑥については, 3.3.1 項で述べた③, ④, ⑤, ⑥の内容と同じである。変更内容の確認は設定変更の直後に実施することを想定しているため, ネットワーク機器への接続で発生するヒューマンエラーについては考慮していない。

変更内容の確認では, コマンドに対するネットワーク機器からの出力を用いて, 設定変更が正しく反映されたかを確認する。その際に, 確認しなければならない項目を確認し忘れてしまう可能性 (③) とネットワーク機器からの出力を見間違えてしまう可能性 (④) がある。これらのヒューマンエラーを防止するための作業モデルを図2に示す。

設定者と確認者は実施する作業項目の内容を手順書で確認する。これにより, ⑤と⑥を防止する。設定者は変更内容を確認するためのコマンドを手順書に基づいてネットワーク機器に入力する。この時点では, コマンドを発行しない。設定者と確認者は入力されたコマンドが機器の仕様に従っていること, およびコマンドに含まれているパラメータが正しいことを手順書に基づいて確認する。これにより, ①と②を防止する。確認した結果, コマンドが正しい場合は, コマンドを発行する。コマンドが誤っていた場合は, コマンドを入力し直す。

コマンドを発行した場合, ネットワーク機器から出力が返される。設定者と確認者は手順書を用いて, 確認すべき項目を把握する。これにより, ③を防止する。設定者と確認者は把握した項目について出力を確認することで, 変更内容が反映されていることを確認する。これにより, ④を防止する。

以上が, 変更内容の確認における作業モデルである。

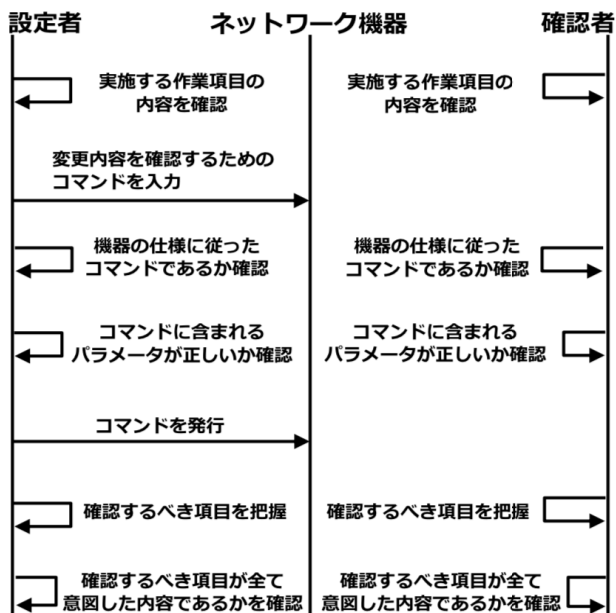


図2 変更内容の確認における作業モデル

3.3.3. ネットワークの動作確認における作業モデル

本項では, ネットワークの動作確認における作業モデルについて述べる。作業モデルを作成するために, ネットワークの動作確認で発生するヒューマンエラーを洗い出した。

- ネットワークの動作確認で発生するヒューマンエラー
 - ① 接続する機器を間違える (Slip)
 - ② 他の機器への切り替えを忘れる (Lapse)
 - ③ コマンドが機器の仕様に従っていない (Slip, 能力不足, 知識不足)
 - ④ コマンドのパラメータを間違える (Slip, 能力不足, 知識不足)
 - ⑤ 確認すべき項目を確認し忘れる (Lapse)
 - ⑥ ネットワーク機器からの出力を見間違える (Slip, 能力不足, 知識不足)
 - ⑦ 手順書に含まれていない作業を実行する (Violation)
 - ⑧ 一部の作業を実施しない (Violation, Lapse)

③, ④, ⑦, ⑧については, 3.3.1 項で述べた③, ④, ⑤, ⑥と同じである。

ネットワークの動作確認は, 複数のネットワーク機器に接続を切り替えながら実施することが考えられる。その際, 接続するネットワーク機器を間違えてしまう可能性 (①) や接続の切り替えを忘れてしまう可能性 (②) がある。

変更内容の確認と同様に, ネットワークの動作確認では, コマンドに対するネットワーク機器からの出力を用いて, ネットワークが正しく動作しているかを確認する。その際に, 確認しなければならない項目を確認し忘れてしまう可能性 (⑤) とネットワーク機器からの出力を見間違えてしまう可能性 (⑥) がある。これらのヒューマンエラーを防止するための作業モデルを図3に示す。

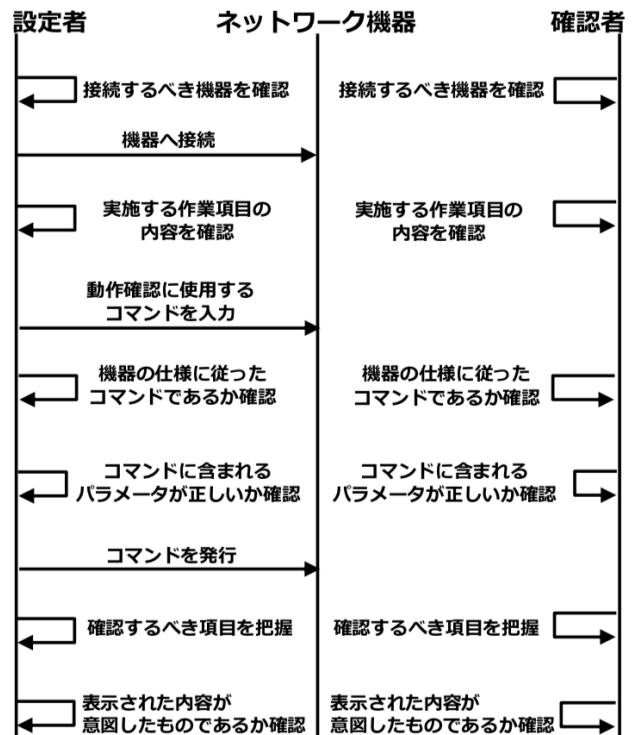


図3 ネットワークの動作確認における作業モデル

設定者と確認者は動作確認の対象となるネットワーク機器を手順書で確認する。設定者は PC をネットワーク機器に接続する。既に接続している場合は、そのまま接続させておく。別の機器で動作確認する際は接続を切り替える。これにより、①と②を防止する。

設定者と確認者は、実施する作業項目の内容を手順書で確認する。これにより、⑦と⑧を防止する。設定者は動作確認に使用するコマンドを手順書に基づいてネットワーク機器に入力する。この時点では、コマンドを発行しない。設定者と確認者は入力されたコマンドが機器の仕様に従っていること、およびコマンドに含まれているパラメータが正しいことを手順書に基づいて確認する。これにより、③と④を防止する。確認した結果、コマンドが正しい場合は、コマンドを発行する。コマンドが誤っていた場合は、コマンドを入力し直す。

コマンドを発行した場合、ネットワーク機器から出力が返される。設定者と確認者は手順書を用いて、確認すべき項目を把握する。これにより、⑤を防止する。設定者と確認者は把握した項目について出力を確認することで、ネットワークが正しく動作しているかを確認する。これにより、⑥を防止する。

以上が、ネットワークの動作確認における作業モデルである。

4. まとめ・今後の予定

本稿では、ネットワーク機器の設定変更作業におけるヒューマンエラーを防止するための作業モデルを作成した。作業モデルを作成するために、設定変更作業で発生しうるヒューマンエラーを洗い出し、それらを防止するための作業手順を定義した。この作業モデルにより、ヒューマンエラーの防止が期待できる。

今後、この作業モデルに基づいて、ヒューマンエラーを防止するためのシステムを構築する。

参考文献

- [1] のびきよ: 現場のプロが教える! ネットワーク運用管理の教科書, 株式会社マイナビ出版, pp.11-44 (2015).
- [2] 小田謙一: ネットワーク変更作業におけるリスク管理, プロジェクトマネジメント学会研究発表大会予稿集, Vol.2011.Autumn, pp.262-266 (2011).
- [3] 御木孝亮, 富澤眞樹: 人為ミスによるネットワーク障害検知方法の設計, 情報処理学会研究報告情報システムと社会環境 (IS), Vol.2005, No.115(2005-IS-094), pp.15-21(2005)
- [4] 村田厚生: ヒューマン・エラーの科学 一失敗とうまく付き合う方法一, pp.74-pp.83, 日刊工業新聞社 (2008).
- [5] 長谷川太一, 井口信和: 作業手順書に基づいたネットワーク機器設定における入力コマンドのダブルチェックを可能とする設定補助システム, インターネットと運用技術シンポジウム論文集, Vol.2017, pp.33-39 (2017).