

並列イベントを含む業務プロセスの伝票突合せアセスメント手法 の提案

河本 高文^{1,*} 二木 厚吉² 吉岡 信和³

概要: 著者らは、業務プロセスの伝票の突合せ状況から伝票不整合リスクを判定する伝票突合せアセスメント手法を提案し、文献で広く公開されている業務プロセスの業務の流れ図や業務記述書を使って、業務プロセスの分析をする事例研究を行った。これまで業務プロセスは責務分離の原則から直列順序で決定的に実行されることを前提としていた。しかし、作業の流れによっては並列に実行される区間もあり、また作業順序を誤ったときにアセスメント結果が正しくない可能性もある。そこで、並列イベントを含む業務プロセスの、伝票突合せによるアセスメント手法を提案する。通常、並列イベントを (n) 個含むとき (n!) 通りのアセスメントを実行する必要があるが、並列イベントの状態によって、アセスメント結果が不変となることがあり、並列イベントを含む業務プロセスのアセスメント回数を実用的な範囲に軽減させられる。これによって、直列イベントだけでなく、並列イベントを含む業務プロセスの本アセスメント手法の実用性を示して、本アセスメント手法の適用範囲をさらに広げた。

キーワード: 内部統制, 内部脅威対策, 業務プロセス, 伝票突合せ, 伝票突合せ行列

A checking transaction documents assessment for business process involving parallel events

Takafumi Komoto^{1,*} Kokichi Futatsugi² Nobukazu Yoshioka³

Abstract: Business processes have been assumed to be executed decisively in serial order based on the principle of separation of duties. However, depending on the work flow, there are some sections that are executed in parallel, and there is a possibility that the assessment results will be wrong if the work order is wrong. Therefore, we propose an assessment method based on the collation of vouchers of business processes that include parallel events. Normally, when (n) parallel events are included, (n!) different assessments need to be performed. However, depending on the status of the parallel events, the assessment results can be invariant, and the number of assessments for business processes including parallel events can be reduced to a practical range. This demonstrates the practicality of this assessment method not only for serial events but also for business processes.

Keywords: Internal Control, Internal Security Measure, Business Process, Checking Transaction Documents, Voucher Matrix

1. はじめに

経営者は、内部統制の観点から信頼できる業務プロセスを構築する必要がある[5][9]。このとき、これまで公認会計士などの専門家の知識や経験に拠っていた[1][2][3]。信頼できる業務プロセスの構築には、さまざまな取組みが必要であり専門家の知識や経験に基づく支援は有用である。一方、さまざまな取組みの中で、ひとつひとつの取組みが何を根拠に行われているのか、客観的な根拠が示されていないことがある。

そこで著者らは、公認会計士の会計監査における監査手法の一つである伝票突合せが、業務プロセスの中にあらかじめ組み込まれていると、取引のミスや不正のリスクを事前に軽減できる可能性が高いので、業務プロセスの信頼性を高めることができると判断した[4][5][10][11]。そして、業

務プロセスの信頼性の一つの基準を、「業務プロセス上で発行される取引のすべての伝票が突合せされている」ことと定めて、業務プロセスの伝票突合せモデルを構築し、伝票突合せ不整合リスクを数理的に判定するアルゴリズムを示して、この基準に沿った業務プロセスの伝票突合せアセスメントする手法を提案した[7][8][12][13][14][15]。また、文献で広く公開されている業務プロセスの業務の流れ図や業務記述書を使って、業務プロセスの分析をする事例研究を行った[16]。

これまで業務プロセスは責務分離の原則から直列順序で決定的に実行されることを前提としていた。しかし、作業の流れによっては並列に実行される区間もあり、また作業順序を誤ったときにアセスメント結果が正しくない可能性もある。そこで、本論文では並列イベントを含む業務プ

1 国立情報学研究所
National Institute of Informatics

2 北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology

3 早稲田大学 理工学術院総合研究所

Waseda Research Institute for Science and Engineering
* komoto@jaist.ac.jp

ロセスの伝票突合せによるアセスメント手法を提案する。さらに、通常、並列イベントを (n) 個含むとき (n!) 通りのアセスメントを実行する必要があるが、並列イベントの状態によって、アセスメント結果が不変となることがあり、並列イベントを含む業務プロセスのアセスメント回数を実用的な範囲に軽減させられる。本論文では、アセスメント結果が不変となる並列イベントの状態を明確にして、並列イベント (n) 個がその状態にある業務プロセスの伝票突合せアセスメントを (n!) 回実施することなく判定できることを示す。

本論文の構成は、2 章で著者らが提案している「業務プロセスの伝票突合せアセスメント手法」を、手法で用いている業務プロセスダイアグラムと伝票不整合リスク判定アルゴリズムとを合わせて説明し、仕入業務プロセスに適用した例を示す。3 章で並列イベントを含む伝票突合せアセスメント手法を提案する。4 章では、並列イベントを含む伝票突合せ手法を考察して、アセスメント結果が不変となるイベントの状態を明確にする。そして、その結果を用いて、5 章でケーススタディを実施する。最後に、6 章「おわりに」で結論をまとめる。

2. 業務プロセスの伝票突合せアセスメント手法

2.1 業務プロセスダイアグラム

業務プロセスダイアグラムは、企業の取引業務に伴う業務イベントと、取引業務で発行される伝票の保管状況及び伝票突合せをモデル化したダイアグラムである。

なお、伝票突合せアセスメント手法の伝票突合せとは、取引で発行されるそれぞれの伝票が持つ同一の項目（売上取引における商品名・単価・数量・合計金額など）に相違がないか突合せを照合することを指す。伝票に複数行の明細があるときは、それぞれの明細の突合せを行う。また、伝票突合せは、伝票を受信した部門が、その受信伝票と、その部門でそれまで保管しているすべての伝票と突合せ照合する。

2.1.1 業務プロセスダイアグラムの要素と表記法

業務プロセスダイアグラムは、以下の要素で構成される。

- ・「部門」：分担して作業を実施する主体。
- ・「タイムライン」：上から下へ流れる時間。
- ・「イベント」：決められた順序で、ある部門から他の部門へ伝票を送受信する事象。
- ・「伝票 (document)」：作業の指示や、実施した作業結果を記載したドキュメント。
- ・「保管伝票 (stored documents)」：その部門が送付、受信した伝票。
- ・「部門の伝票突合せ集合 (vouchered documents)」：受信

した伝票と、それまでにその部門が保管していた伝票の組
「部門」「イベント」「伝票」「保管伝票」「伝票突合せ集合」は、以下のように記号化して定義する。

- ・部門 $a, b \in \text{Div}$ (Div は部門全体)
- ・イベント $e_n(a, b) \in E$ (E はイベント全体)
- : n 番目に、部門 a から部門 b へ伝票を送受信するイベント (e_n と省略できる)
- ・イベント順序 $n \in N$ (N は自然数)
- ・伝票 $d_n \in \text{Doc}$ (Doc : 伝票全体)
- : イベント $e_n(a, b)$ で送受信する伝票 (省略可)
- ・保管伝票 $S_n(a)$
- : イベント e_n の後で伝票を受信した部門 a がこれまでに送受信した伝票 (省略可)
- ・部門 a の伝票突合せ集合 $V_n(a)$
- : イベント $e_n(-, a)$ で伝票 d_n を受信した部門 a の保管伝票 $S_n(a)$ (V_n と省略できる)

業務プロセスダイアグラムの表記を、図 1 に示す。

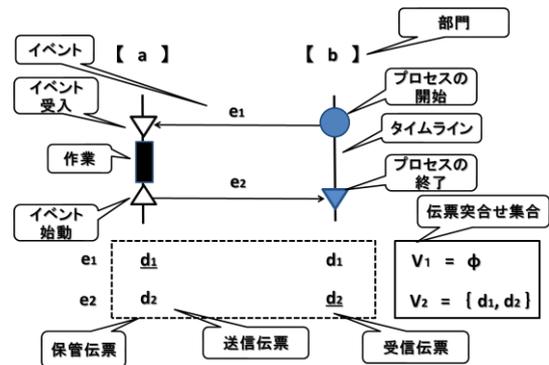


図 1 業務プロセスダイアグラム
Figure 1 Business process diagram

2.1.2 業務プロセスダイアグラムの前提

業務プロセスダイアグラムで表現している取引業務の実務を想定して、業務プロセスダイアグラムの前提をまとめる。

業務プロセスダイアグラムは、作業者の作業ミスや不正に注目しているため、伝票の送信中や保管中に伝票は書き換わらない前提とする。つまり、同一取引の送信伝票と受信伝票は、同一とみなす。

次に、業務プロセスのイベント順序の前提を置く。企業内の業務は責務の分離の原則から指示のない作業は実施されないため、業務プロセスダイアグラムにおいて、業務プロセス開始のイベントを除いて、伝票を受信していない部門がイベントを始動して伝票を送付することはできない前提とする。なお、業務イベントは、同一部門が複数回連続して実行でき、連続して実行している間、他の部門は業務イベントを実行できない。また、複数回連続の業務イベントの次に業務イベントを実行できる部門は一つだけとする。

つまり、業務イベントは、いつも決まった順序で決定的に実施される。

2.2 伝票不整合リスク判定アルゴリズム

業務プロセスダイアグラムで抽出された伝票突合せ状況は、各部門で直接的に突合せされた伝票の集合なので、複雑な業務プロセスで、多数の直接的な伝票突合せ集合の中から、目視で同一伝票を探し出し、間接的な伝票突合せを考慮して、すべての伝票が直接、間接に突合せされているかを、判断するのは難しい。

著者らは、業務プロセスダイアグラムで抽出した直接的な伝票突合せ状況を、隣接行列（伝票突合せ行列）で表現し、すべての伝票が突合せされているかを、数理的に判定する業務プロセスの伝票突合せ不整合リスク判定アルゴリズムを示した[7]。

伝票突合せ不整合リスク判定アルゴリズムは、伝票突合せに推移律が成り立つことに基づいて、伝票突合せ行列の推移的閉包を Floyd-Warshall のアルゴリズム[6]で算出して、すべての伝票が突合せされているかを判定する。

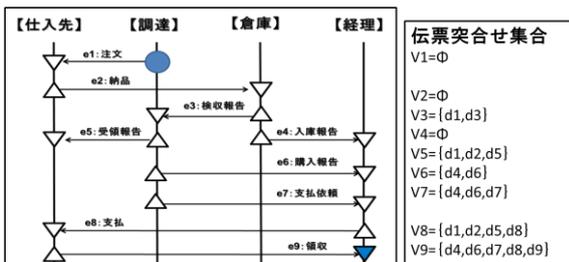


図 2 仕入業務プロセスダイアグラム
 Figure 2 Purchase order process diagram

2.3 業務プロセスの伝票突合せアセスメント手法

ここまでの説明を整理してまとめると、業務プロセスの伝票突合せアセスメント手法は、次の(1)~(4)の手順から成る。

(1) 業務プロセスダイアグラムの作成

与えられた業務プロセスの流れ図や業務記述書などから、業務プロセスダイアグラムを作成し、伝票突合せ集合 V_i を抽出する。

(2) 初期値の伝票突合せ行列の設定

伝票数 n から、 n 次正方行列 T を作り、 (i, j) 成分をすべて 0 とする。

業務プロセスダイアグラムの伝票突合せ集合 V_1, V_2, \dots, V_m 毎に、 V_i の要素となっている伝票 d_i, d_j を含んでいれば、 T の (i, j) 成分に 1 を設定する。 T の対角成分 (i, i) は 1 とし、1 が設定されている成分 (i, j) の対称成分 (j, i) も 1 を設定する。これを、初期値の伝票突合せ行列 T^0 とする。

(3) 伝票突合せ行列の推移的閉包の算出

初期値の伝票突合せ行列 T^0 に、伝票不整合リスク判定ア

ルゴリズムを適用して、初期値の伝票突合せ行列 T^0 の推移的閉包を求め、伝票突合せ行列 T^9 とする。

(4) 業務プロセスの信頼性の判定

伝票突合せ行列 T^9 の成分がすべて 1 のとき、すべての伝票の突合せが行われており、伝票不整合リスクは低いので、信頼性の高い業務プロセスと判定する。

伝票突合せ行列 T^9 の成分に 0 があるとき、突合せされていない伝票があり、伝票不整合リスクは高いので、信頼性の低い業務プロセスと判定する。

2.4 仕入業務プロセスへの適用

図 2 で与えられた仕入業務プロセスに、業務プロセスの伝票突合せアセスメント手法を適用する。この仕入業務プロセスは、調達部門から仕入先に、製品や材料が注文され、仕入先が納入する製品や材料を、倉庫部門が受領し、倉庫部門が調達部門に検収を上げると、調達部門から支払依頼が経理部門へ送付され、経理部門はそれに基づいて仕入先に支払を行い、仕入先から領収書を受け取る[4]。

この仕入業務プロセスの伝票突合せアセスメントの結果は、以下のようになる。

- (1) 仕入業務プロセスダイアグラム作成 (図 2)
- (2) 初期値の伝票突合せ行列 (T^0) 設定 (図 3)
- (3) 伝票突合せ行列の推移的閉包 (T^9) 算出 (図 3)

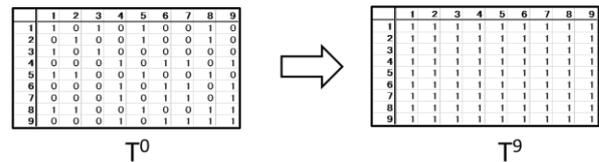


図 3 伝票突合せ行列 T^0, T^9
 Figure 3 Voucher matrix T^0, T^9

(4) 仕入業務プロセスの信頼性の判定

仕入業務プロセスの推移的閉包を算出した伝票突合せ行列 (T^9) の成分はすべて 1 なので、すべての伝票が突合せされていて、伝票不整合リスクが低い、信頼性の高い業務プロセスと判定される。

3. 並列イベントを含む伝票突合せアセスメント手法の提案

3.1 直列イベントのみの業務プロセスの課題

取引の業務プロセスは、部門間の責務の分離の原則から部門に割り当てられたタスクだけを指示されたタイミングで実行される。例えば、先の仕入業務プロセスにおいて、会社の調達部門から仕入先へ製品が注文されると、仕入先からその製品が納品されるが、納品されてから注文されることは不自然である。さらに、仕入先から製品が会社の倉庫部門に納品されると倉庫部門で検収が行われる場合にも、

納品される前に検収はできない。このため業務プロセスは、原則、直列イベントのみで構成されていると見なすことができる。伝票突合せアセスメント手法も、業務プロセスのイベントが直列な決定的順序で実行されることを前提としてアセスメントが行われる。

しかし、業務プロセスのイベントには、必ずしもイベントが決まった順序で実行されなくても取引の業務プロセスとしては問題ない場合もある。例えば同一部門内で連続的に複数のタスクを実行するとき（図4の調達部門によるイベントe5：受領報告、e6：購入報告、e7：支払依頼）、必ずしも順序通り行われなくても、その後の他部門の処理に影響が及ぼさない。

また、複数の部門へイベント（指示）が出されたとき（一時的に複数の部門でイベントが並行して実行されているとき）、指示を受けた部門が、指示を受けた順序でイベントが実行されていると確認するのは困難である（図5の倉庫部門によるイベントe4：入庫報告と、調達部門によるイベントe5：受領報告）。このような場合、これらのイベントの間ではイベント順序が定まった順序で実行されない並行イベントとして、伝票突合せアセスメントを行うことが求められる。

票突合せアセスメントに対応するために、まず、業務プロセスダイアグラムの表記を拡張する。それは業務プロセスダイアグラムの業務フロー領域に、破線で囲まれた「並列イベント区間」要素を設けて、この区間ではイベントの順序は非決定的とする。

・「並列イベント区間」：破線で囲まれた区間のイベント順序は非決定的で、どの順序で実行される可能性もある。

図6に示す業務プロセスダイアグラムの表記においては、イベントe1、e2が、e1→e2の順序で実行される可能性とe2→e1の順序で実行される可能性がある。一般に、並列イベント区間に(n)個のイベントがあれば、この区間のイベント実行順序の可能性は(n!)通りある。

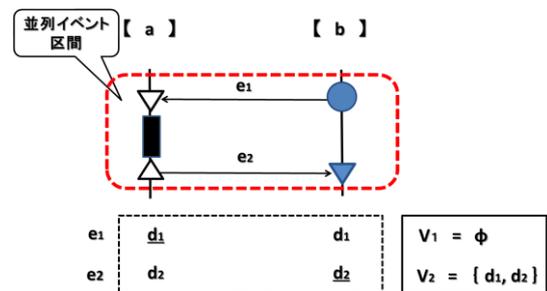


図6 業務プロセスダイアグラムの拡張
Figure 6 Extending Business Process Diagrams

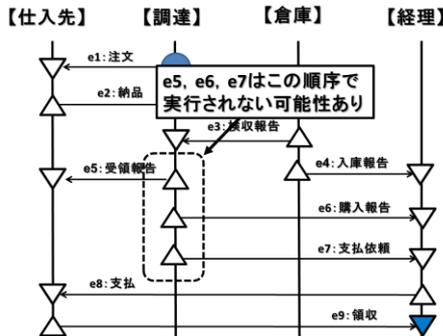


図4 直列に実行されない可能性のあるイベント例
Figure 4 Examples of events that may not be executed in series

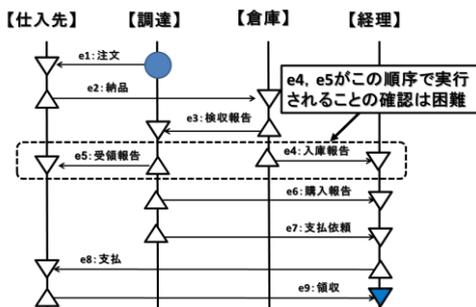


図5 直列に実行されない可能性のあるイベント例
Figure 5 Examples of events that may not be executed in series

3.2 並列イベントを含む業務プロセスダイアグラムの拡張

業務プロセスのイベント順序が、定まった順序で実行されない可能性のある並行イベントを含む業務プロセスの伝

3.3 並列イベントを含む業務プロセスの伝票突合せアセスメント手法

並列イベントを含む（並列イベント区間を持つ）業務プロセスの伝票突合せアセスメントは、以下のとおり実行する。

並列イベント区間（イベント数 n）の、すべてのイベント順序（n!通り）毎に、それぞれ伝票突合せアセスメント(1)～(4)を実施する。そして、すべてのイベント順序での業務プロセスのアセスメント結果から、以下の(5)のとおり、並列イベントを含む業務プロセスの信頼性を判定する。

＜並列イベントを含む業務プロセスの伝票突合せアセスメント手法＞

並列イベント区間のイベント数：n のとき、すべてのイベント順序（n!通り）毎に(1)～(4)を実施する。

- (1) 業務プロセスダイアグラムの作成
- (2) 初期の伝票突合せ行列の設定
- (3) 伝票突合せ行列の推移的閉包の算出
- (4) 業務プロセスの信頼性の判定

そして、

- (5) 並列イベントを含む業務プロセスの信頼性の判定

すべてのイベント順序で、業務プロセスの信頼性が高いと判定されたとき、すなわち、推移的閉包を算出した伝票突合せ行列のすべての成分が1のとき、その並列イベントを含む業務プロセスは、伝票不整合リスクの低い、信頼

性の高い業務プロセスと判定する。あるイベント順序において、信頼性が低いと判定されたとき、すなわち、推移的閉包を算出した伝票突合せ行列のすべての成分に0が残るとき、伝票不整合リスクが高い、信頼性の低い業務プロセスと判定する。

3.4 並列イベントを含む仕入業務プロセスへの適用

図7で与えられた並列イベントを含む仕入業務プロセスに、並列イベントを含む業務プロセスの伝票突合せアセスメント手法を適用する。この仕入業務プロセスの並列イベント区間には、イベントe4: 入庫報告とe5: 受領報告の2つのイベントがあり、イベントの実行順序はe4→e5またはe5→e4の可能性がある。

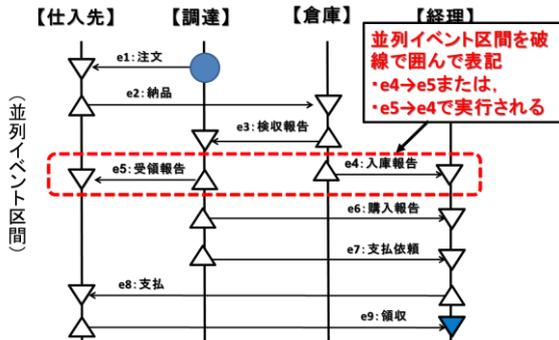


図7 並列イベントを含む業務プロセスダイアグラム
Figure 7 Business process diagram with parallel events

このとき、並列イベント区間でのイベント順序 1) e4→e5, または 2) e5→e4 それぞれの伝票突合せアセスメントを実施する。その結果、いずれのイベント順序でもアセスメント結果は信頼性が高い、すなわち推移的閉包を算出した伝票突合せ行列のすべての成分が1と判定された。(図8, 図9)

そのため、並列イベントを含むこの仕入業務プロセスは信頼性が高いと判定される。

1) 並列イベント区間 (e4→e5) のアセスメント

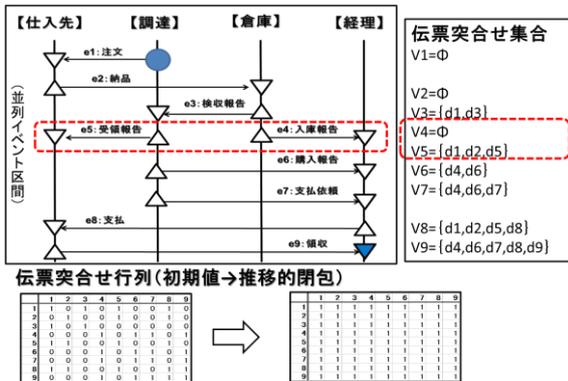


図8 並列イベント区間 (e4→e5) のアセスメント結果
Figure 8 Results of the assessment (e4→e5)

2) 並列イベント区間 (e5→e4) のアセスメント

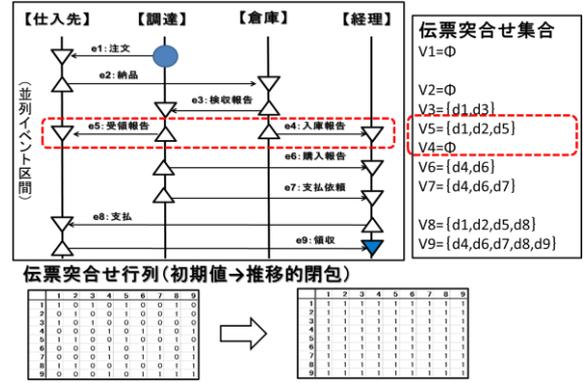


図9 並列イベント区間 (e5→e4) のアセスメント結果

Figure 9 Results of the assessment (e5→e4)

4. 並列イベントを含む伝票突合せアセスメント手法の考察

並列イベントを含む伝票突合せアセスメント手法では、並列イベント区間のすべてのイベント順序について、個々にアセスメントを実施して業務プロセスの信頼性（不整合リスク）を判定する。このため、並列イベント区間のイベント数がn個のとき、n!（階乗）回アセスメントを実施する必要がある。実務上、並列イベント区間のイベント数は5~6程度と思われるが、それでも、このとき120~720回のアセスメントが必要になり、実用上の困難が伴う。

一方、前章の図7のように、並列イベント区間のすべてのイベント順序についてアセスメント結果が不変となる業務プロセスがある。そこで、並列イベント区間のイベント順序を入れ替えてもアセスメント結果が不変の業務プロセスの特徴を明確化して、アセスメントの実施回数の軽減を試みる。

4.1 伝票突合せアセスメント手法の振返り

2章で詳細を説明した伝票突合せアセスメント手法の全体像を図示すると、以下(図10)となる。つまり、(1)業務プロセスから伝票突合せ集合を抽出して、それを(2)個々の伝票突合せ集合から初期値の伝票突合せ行列に設定して、(3)推移的閉包を算出して、(4)伝票突合せ行列の成分を見て伝票不整合リスクを判定している。

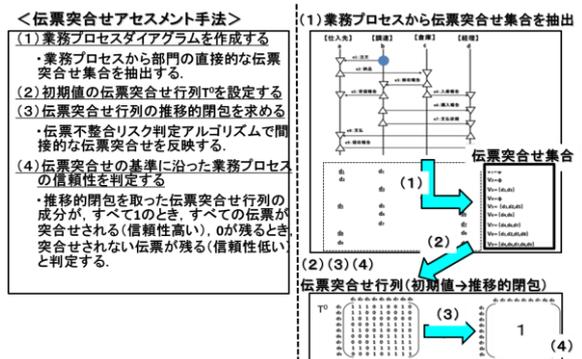


図 10 伝票突合せアセスメント手法の全体像
Figure 10 Overall view of the assessment method

4.2 並列イベントを含む伝票突合せアセスメント結果の考察

前節の伝票突合せアセスメント手法の全体像を、並列イベントを含む業務プロセスのアセスメントに適用して考察する。

まず、(1) 業務プロセスから伝票突合せ集合の抽出において、並列イベント区間でイベント順序が入替っても、並列イベント区間以外の伝票突合せ集合は変わらない。なぜなら、伝票突合せは、伝票を受信した部門が、そのときまでに保管している伝票と行われ、イベント順序（伝票の送受信順序）によらないので、並列イベント区間でイベント順序が変わっても伝票突合せ集合には影響しない。このため、並列イベント区間のイベント順序の入替えによって変化する可能性のある伝票突合せ集合は、並列イベント区間内のみなので、並列イベント区間だけに注目すれば良いことがわかる。

次に、並列イベント区間だけに注目した (2)、(3) 伝票突合せ集合から伝票突合せ行列の設定、推移的閉包の算出において、イベント順序が入替っても、伝票突合せ集合全体が変わらなければ、推移的閉包を算出した伝票突合せ行列（つまりアセスメント結果）は不変である。なぜなら伝票突合せ行列の初期値の設定は、伝票突合せ集合の順序によらず、また、初期値の伝票突合せ行列が同じなら推移的閉包を算出した伝票突合せ行列も同じになるからである。

なお、ここで伝票突合せ集合全体とは、個々の伝票突合せ集合を元とする集合とする。

以上から、並列イベントを含む業務プロセスの伝票突合せアセスメントにおいて、並列イベント区間での伝票突合せ集合全体が不変であれば、アセスメント結果は不変であることがわかった（図 11）。

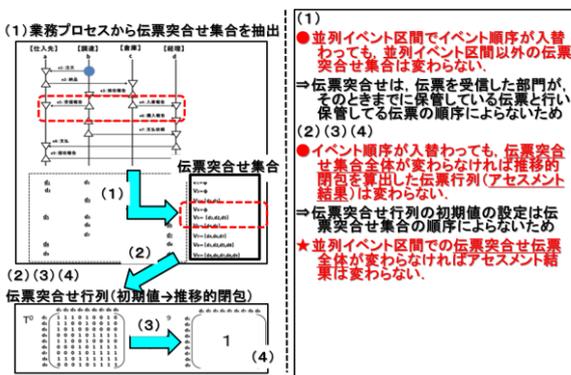


図 11 伝票突合せアセスメントの考察
Figure 11 Consideration of the assessment method

4.3 並列イベント区間での伝票突合せ集合の変化

前節までに、並列イベントを含む業務プロセスの伝票突

合せアセスメント結果は、並列イベント区間における伝票突合せ集合全体だけに注目すれば良いことがわかった。

そこで、並列イベント区間における具体的なイベント（伝票送受信）について考察する。まず、並列イベント区間における各部門の伝票送受信の状態は、以下の3つの状態のいずれかである。

- I. その部門は伝票を送信するのみ。
- II. その部門は伝票を受信するのみ。
- III. その部門は伝票の送信と受診がある

このとき、それぞれの状態で部門の伝票突合せ集合全体の変化は、次のようになる。

I の場合（伝票の送信のみ）

イベント（伝票の送信のみ）の順序が入替って、部門の送信伝票の順番が変わっても伝票突合せ集合全体は変化しない。なぜなら、伝票突合せは伝票を受信した部門で実施されるため、送信のみの部門では伝票突合せが実施されないからである。

II の場合（伝票の受信のみ）

イベント（伝票の受信のみ）の順序が入替って、部門の受信伝票の順番が変わっても伝票突合せ集合全体は変化しない。なぜなら、伝票の受信毎に部門で伝票突合せが実施されるが、伝票突合せは伝票の順序に依存しないからである。

III の場合（伝票の送信と受診が混在）

イベント（伝票の送信、または受信）順序が入替って、部門の送受信伝票の順番が変わると伝票突合せ集合が変化する可能性がある。

4.4 並列イベント区間の部門が伝票送信のみ、受信のみのときの伝票突合せアセスメント

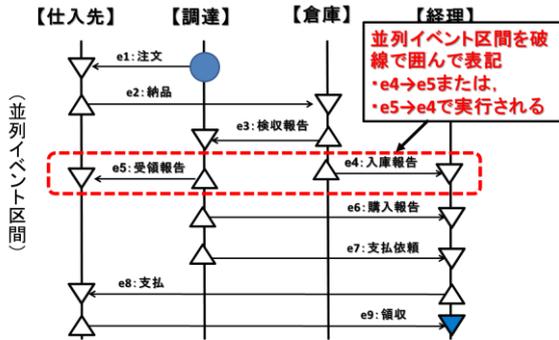
前節での並列イベント区間での部門の伝票送受信の状態から並列イベント区間で伝票を送受信する部門が、I. 伝票の送信のみ、またはII. 受信のみのときは、イベント順序に係らず伝票突合せアセスメント結果は不変なので、ある直列順序でアセスメントを実施すれば、イベント順序が入替ってもアセスメント結果は変わらない。つまり、アセスメントは一度だけ実施すれば十分であることがわかった。

なお、並列イベント区間に、送信、受信が共にある部門があるときは、イベント順序によって伝票アセスメント結果が異なる可能性があるため、並列イベント区間（イベント数：n）のすべてのイベント順序（n!回）でそれぞれ伝票突合せアセスメントを実施する必要がある。

前章で実施した並列イベントを含む仕入業務プロセスでの伝票突合せアセスメント（再掲図 7）を振り返ってみると、この仕入業務プロセスでは、並列イベント区間で伝票送受信を行うそれぞれの部門を見ると、次のようになっている。

仕入先：伝票受信のみ
 調達：伝票送信のみ
 倉庫：伝票送信のみ
 経理：伝票受信のみ

このため、伝票突合せアセスメントは、並列イベント区間のある順序（例えば、e4→e5）と他のイベント順序（e5→e4）とはアセスメント結果は不変となる。実は、伝票アセスメントを2度行う必要はなかったのである。



再掲図7 並列イベントを含む業務プロセスダイアグラム
 Figure 7 Business process diagram with parallel events

5. ケーススタディ

本章では、前章まで使用してきた仕入業務プロセスの並列イベント区間をイベント e4、e5、e6 に拡張して（図 12）、並列イベント区間の伝票突合せ集合全体が等しいことを確認しながら、並列イベントを含む伝票突合せアセスメントのケーススタディを実施する。

5.1 並列イベントを含む仕入業務プロセスの伝票突合せアセスメント

この仕入業務プロセス（図 12）の並列イベント区間には、e4：入庫確認、e5：受領報告、e6：購入報告の3つのイベントがある。3つのイベントの順序入替えは3！（=6）通りあるので、通常、6通りのそれぞれの場合について伝票突合せアセスメントを実施して、仕入業務プロセスの伝票不整合リスク（信頼性）を判定する必要がある。

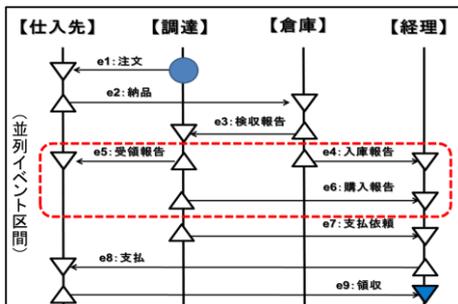


図 12 並列イベントを含む業務プロセスダイアグラム
 Figure 12 Business process diagram with parallel events

ところが、並列イベント区間のイベントの部門である仕

入先・調達・倉庫・経理での送受信伝票は、以下のとおり送信のみ、または受信のみなので、イベント順序を入れ替えても伝票突合せ集合全体が等しいので、イベント順序に係わらずアセスメント結果は不変である。そのため、ある順序で一度だけアセスメントを実施すればよい。

仕入先：伝票受信のみ
 調達：伝票送信のみ
 倉庫：伝票送信のみ
 経理：伝票受信のみ

実際に、e4、e5、e6 イベントの6通りのイベント順序それぞれについて、伝票突合せ集合を抽出すると、以下のとおり（図 13）伝票突合せ集合全体は不変であることがわかる。

イベント順序	伝票突合せ集合
1) e4→e5→e6	V4=Φ, V5={d1,d2,d5}, V6={d4,d6}
2) e4→e6→e5	V4=Φ, V6={d4,d6}, V5={d1,d2,d5}
3) e5→e4→e6	V5={d1,d2,d5}, V4=Φ, V6={d4,d6}
4) e5→e6→e4	V5={d1,d2,d5}, V6=Φ, V4={d4,d6}
5) e6→e4→e5	V6=Φ, V4={d4,d6}, V5={d1,d2,d5}
6) e6→e5→e4	V6=Φ, V5={d1,d2,d5}, V4={d4,d6}

図 13 並列イベント区間のイベント順序と伝票突合せ集合
 Figure 13 Events order and Vouchered documents set

この並列イベントを含む仕入業務プロセスの伝票突合せアセスメント結果は、並列イベント区間のイベント順序に係わらず不変なので、並列イベント区間のイベント順序 e4→e5→e6 について、アセスメントを実施して、推移的閉包を算出した伝票突合せ行列の成分がすべて1になるので、伝票不整合リスクの低い（信頼性の高い）と判定される。（図 14）

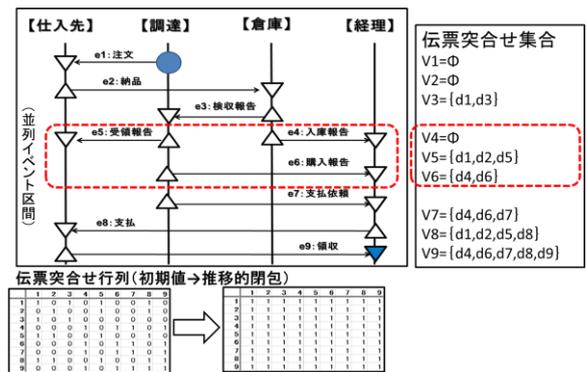


図 14 並列イベントを含む業務プロセスの伝票突合せアセスメント

Figure 14 Results of the assessment

6. おわりに

これまで、業務プロセスのイベントは責務分離の原則から直列順序で決定的に実行されることを前提としてきたが、

イベントが並列的に実行される業務プロセスにも拡張した並列イベントを含む業務プロセスの伝票突合せアセスメント手法を提案した。

並列イベントを含む伝票突合せアセスメントでは、並列イベントが n のとき、 $n!$ 通りのアセスメントが必要で業務プロセスの設計に負担となる。そこで、アセスメント結果がイベント順序によらずに不変な並列イベントを明確にて、異なるイベント順序すべてでアセスメントを実行する必要性を軽減した

これによって、業務プロセスの伝票突合せアセスメント手法が、並列イベントを含む場合にも拡張され、どちらが先でも問題のないイベントや、どちらが先か確定できなくてもイベントの順序を決定しなかなければならなかった業務プロセス設計者の制約や負担を軽減し、伝票突合せアセスメント手法を実務でより使い易くすることができた。

謝辞 本論文の作成に、温かいご支援をいただきました、蛭川元晴さん、鳥光淳子さんに感謝いたします。また、昨年の CSS2020 にて有用なコメントをいただきました、座長、聴講者の方々に感謝いたします。

参考文献

- [1] 清水恵子, 中村元彦: IT 専門家のための目からウロコの内
部統制, 税務経理協会(2007)
- [2] 丸山満彦, 亀井将博, 三木孝則: 統制環境読本, 翔泳社
(2008)
- [3] 佐々野未知: 内部統制の入門と実践, 中央経済社(2006)
- [4] 金児昭: ビジネスゼミナール会社経理入門, 第3版, 日本
経済新聞社(2001)
- [5] 山浦久司: 会計監査論, 第2版, 中央経済社(2002)
- [6] T. コルメン, C. ラザソン, R. リベスト, C. シュタイン: ア
ルゴリズムイントロダクション [第2巻], 第3版, 近代科学社
(2012)
- [7] 河本高文, 二木厚吉, 吉岡信和: 業務プロセスの品質の判
定法, 情報処理学会論文誌 56(9) 1794-1800 (2015)
- [8] Takafumi Komoto, Kokichi Futatsugi, Nobukazu Yoshioka :
Assessing Business Processes by Checking Transaction Documents for
Inconsistency Risks, Proceedings of the sixth International Symposium
on Business Modeling and Software Design, Science and Technology
Publications, pp.39-45, ISBN:978-989-758-190-8
- [9] 企業会計審議会: 財務報告に係る内部統制の評価及び監査
に関する実施基準 (2011)
- [10] 経済産業省: システム管理基準 追補版(財務報告に係
る IT 統制ガイダンス) (2007)
- [11] 経済産業省: システム管理基準 追補版(財務報告に係
る IT 統制ガイダンス) 追加付録 (2007)
- [12] 河本高文, 二木厚吉, 吉岡信和: 部門ごとの伝票突合せを
反映した業務プロセスの信頼性のアセスメント手法, 情報処理学

会論文誌 59(9) 1699-1708 (2018)

- [13] 河本高文, 二木厚吉, 吉岡信和: 業務プロセスの伝票不整
合リスクの改善手法, 情報処理学会論文誌 60(9) (2019)
- [14] 河本高文, 二木厚吉, 吉岡信和: 業務プロセスの信頼性の
アセスメントツール, Computer Security Symposium2017 23-25
October2017 (1280-1287)
- [15] 河本高文, 二木厚吉, 吉岡信和: イベント割込みによる
業務プロセスの伝票不整合リスク改善手法, 情報処理学会論文誌
61(9) (2020)
- [16] 河本高文, 二木厚吉, 吉岡信和: 業務プロセスの伝票突
合せアセスメント手法の適用事例研究, 情報処理学会論文誌
62(9) (2021) 掲載予定