九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

インターネット決済の現状と課題 : 貿易金融EDIを事例として

矢加部, 正幸

https://doi.org/10.15017/3000250

出版情報：経済論究. 107, pp.123-137, 2000-07-31. 九州大学大学院経済学会
バージョン：
権利関係：

インターネット決済の現状と課題—貿易金融EDIを事例として

矢加部　正　幸

1　まえがき

企業活動のグローバル化の進展により，個別企業の枠を越えた企業間の連携，更には業界の統合再編が急速に進展している。例えば，自動車業界では国際的な再編・統合化が進展して，数個のグループへと集約されている。また，金融業においても，日本をはじめ国内の銀行の大型合併による統合，更には国際的な連携の強化がなされ，証券市場の統合化も具体的な計画として進行している。これは，大きな流れとしては冷戦終結後の市場のグローバル化，一元化が背景にあるが，情報化の進展も大きな要因となっている。特に，金融業界ではインターネット関連の情報化投資を効率的に進めることが合併の要因となっており，欧米の証券市場における証券ネットの存在が，従来の市場の再編を押し進める結果となっている。

従来よりVANなどにより企業間のネットワークが形成され，相互の決済を実施するこころみも存在するが，インターネットの環境のもとでは，そのオープン性とグローバル性において，比較にならない規模での展開となっている[(1)-(3)]。従って，今後，この種のプロジェクトは例外なくインターネットを基盤としたシステム構成として提案されることになり，その構成手順の共通化をはじめ，法制度的な枠組みについての形成も進展していくものと思われる。しかしながら，インターネットは従来の閉じたネットワークと異なり，いまだにセキュリティなどの面で大きな課題を残しており，また，実施事例が少ないことなど検討すべき事項は多い。制度面では，インターネットを通じた取引への課税問題をはじめ，国際的な基準を策定するまでには，かなりの時間を要するものと思われる。そのため，実験的なプロジェクトと並行してこのような問題解明がなされている段階である。

本論文では，このような情報化の重要な要素となっているインターネットを通じた決済システムの現状について分析すると同時に，解決されるべき課題について論じていく。特に，ネットワークの拡大，参加企業や規模の拡大にともなう決済リスクの巨大化とその管理の課題について，数理的なモデル分析の手法を提案する。また，具体的な事例として，現在，日本でパイロットシステムが提案されている貿易金融EDIをとりあげる。

以下2.ではインターネットを介した決済システムの現状について整理する。3.では現在プロジェクトとして進められている貿易金融について，その現状と課題について述べる。4.では決済ネットワークを解析する上での基本的なモデル化の手法と，その方向性について述べ，5.ではこれらの中でも，特に有用であると考えられるCellar Neural Networkによる解析について述べる。

2　インターネット決済の現状

2.1　業界再編の動向

以下では，インターネット決済の現状と課題を分析するための準備として，近年の業界再編の動向について整理しておく。具体的には，世界的な規模での企業合併や連携の拡大であり，少数のグループへの集約化である。その動機として主要なものは，生産から流通までのプロセスの短縮化，情報化投資の軽減，調達などの共通化による経費節減などがある。このような傾向は大きなトレンドとなっており，例えば，欧米の銀行は企業合併により収益性や競争力を強化している反面，日本の銀行合併では実態が先行しており，収益性の改善には直接的に結びつかないとの批判も存在する。

業界再編の詳細な展開をすることが目的ではないので，以下では主要な業界における再編の現状と，その到達点について整理する。

(1)　銀行業の大型合併

表1には，日本の銀行の合併ないしはその計画を示している。このように，大きく4つのグループが形成され，この動向は地方銀行における連携関係などへも波及するものと思われる。不良債権整理の中での淘汰の過程でもあるが，インターネット関連の情報化投資を効率化することが，合併の1つの要因であるとされる。

すでに述べたように，日本の銀行合併の実態は必ずしも投資効率化には結びついていないとの批判も存在するが，資金調達の重要な柱である銀行が再編されるということは，他の業界の再編を促すものであることには間違いない。すでに，関連する証券，保険業界では，同様に大型合併が計画され，また，金融システムにおいても従来の財閥，系列の枠にはとらわれない動きを加速するものとなっている。

表1　銀行の再編状況

グループ	対象銀行・企業	内　　容
あさひ	あさひ，東海	2001年春をめどに共同持ち株会社
みずほ	第一勧業，富士，日本興業	2000年10月共同持ち株会社
さくら	さくら，住友	2002年春までに合併
東京三菱	単独	単独
日本長期	リップルウッドホールディングス	買収
日本債券	ソフトバンク	買収
北海道拓殖		経営破綻

出所：各社発表による

(2)　自動車業界における共同調達

自動車業界においては，従来より世界市場が対象とされているため，現地調達や海外からの調達などの方法が採用されている。また，これに関連して技術提携や資本参加の進展，更には経営トップの交代などの再編が行われている。現在，注目されているのが，GMが中心となって構築した部品会社か

らの調達ネットワークであるtrade exchangeが，トヨタなどの大手メーカが共同参画することにより，一挙に世界的な共同の調達ネットワークへと完成されることである。

自動車業界における部品調達の非系列化については，日本でも進行していたが，米国では各業界のEDIの進展により，コードやプロトコルの標準化が進んでいる。インターネットによる調達体制への移行について，日本ではEDI標準化が進んでいないため，問題となる可能性がある。

(3) 電機業界におけるEDI

日本の電気業界では，部品や資材をインターネットにより調達するシステムを数年で完成する計画が実施されている。完成年次には，これら資材，部品の90%をインターネットにより調達することになる。電機業界は，コンピュータとデータの電子化により調達や製品管理を自動化する使命を帯びている最大の業界であると言えるが，これまでのEDIデータの標準化は進展していない。しかし，その必要性は強調されており，すでに金融EDIまでを含んだパイロットシステムの実験が行われている。今後は，電機業界の構築したシステムが，他の業界における標準システムとして拡大する可能性がある。

表2　主要電機メーカのインターネットでの資材調達

企　業	内　　容
NEC	電子部品を350社から調達，2001年にはすべての品目で。
富士通	部品と原材料の90%を調達，事務用品や広告に拡大。
ソニー	250社から調達，2001年度には500社に拡大。
日立製作所	部品や原材料を6000社から，その8割をネットで。
東芝	部品，原材料の8割をネット調達の予定。
松下電器	2001年をめどに3000社とネット調達の予定。

出所：各社発表による

(4) 情報通信，メディア業界

情報通信の業界では，企業内通信ネットワークへのワンストップサービスの提供，EU域内の情報通信事業に象徴されるような国営企業から民営への移管，規制緩和，異業種からの参入など新しい動きがある。従って，業界の再編が数年前から進行しており，世界的には4つ程度のグループへと再編が完了している。国際通信や国内における外国資本の参加についても，欧州やアジアを中心とし進んでいる。日本は市場が大きいためNTTによる独占的な事業に近い形態となっている特殊な事情がある。

米国の電気通信事業法の改正に見られるように，今日では情報通信と放送，メディア産業との法律的な垣根は解消している。これにともなって，情報通信業界によるメディア産業の買収，あるいはメディア産業によりCATV事業の吸収など，盛んな再編が現在でも進行している。

2.2 証券ネット

直接的な決済ネットワークではないが，資本市場における新しい動きとして，ここでは証券ネットについて現状を整理しておく。

米国におけるインターネットを用いた証券取引は，拡大の様相を見せており，いまやEトレードとして定着している。現在，3社で開始されたサービスは10社にまで拡大している。NASDACにおける

取取引の35%にまで拡大している。拡大した要因には手数料の安さがあり，ウエッブサイトから申込み，千ドルで口座を開設することにより取引に参加する。口座開設者は約790万人（1998年）とされている。手数料はニューヨーク証券取引所を通じた場合の10分の１程度，小口の取引では，すでに30%をネット取引が占めるまでになっている。

米国では，すでに現物の証券市場よりインターネット上の証券市場（証券ネット）の市場のほうが大きくなっている。また，サンフランシスコの取引所など，事実上廃止される計画である。

このような証券ネットの浸透と，旧来の証券市場の非効率性から，証券市場の淘汰と合同化が加速する要因ともなっている。米国ではNASDACがハイテク関連の市場であることを理由ともなっているが，ニューヨーク証券取引所（NYSE）との合併が計画されている。

欧州においても，EU発足にともなってドイツのフランクフルト証券取引所の役割が拡大し，これにともなってロンドン証券取引所の凋落が目立ってきている。今後，２つの取引所を合併し，ハイテク関連はフランクフルトへ，小口の従来方式はロンドンへと移行する計画である。このようなネット証券の拡大にともない，従来にはなかった問題点も指摘されている。これらをまとめると，個人が簡単に投資に参加できるための個人破産の増加，詐欺的な行為を働く不正な勧誘，ネット証券には市場の情報が反映されない可能性があり，経済のファンダメンタルスとは無関係な取引を生む問題などである。

2.3　ネット銀行

インターネット取引が増加するにともなって，銀行がインターネット利用者のサービス向上をめざして設立しているものがこのネット銀行である。銀行をはじめソニーなどの異業種からの参入もあり，決済や預金の引受などの業務を行う。これに先立ち，すでに，イトーヨーカ堂からの免許申請がなされている。

従来より，ファームバンキング，ホームバンキングなどのメニューとして，顧客へのネットワークを通じたサービスが展開されていたが，インターネット普及などにより，直接的なサービスをネット上で行うものがネット銀行である。ネット銀行では，小切手の引き落とし，残高照会，口座間の資金移動，クレジット申込みから個人貸付までの機能を含んでいる。米国では約450万世帯がネット銀行を利用し（1997年），米国の上位100行のほとんどがウェッブサイトをもち，その24行がネット銀行を実施している。関連業界として自動車保険，生命保険，住宅保険にも確実に広がっており，2001年には11億ドルになると推定され，保険業ではネット取引では流通費用が従来に比べてこれを大幅に削減できる（３割）と言われている。ネット銀行の成長要因は，費用の節減，新規参入の容易さにあり，請求書など紙を媒体とする決済に比べて，費用が10分の１程度で済む。

ソニーでは，さくら銀行，JPモルガンと共同でネット銀行を設立し（資本金375億円），インターネット接続会社であるソネットの会員へのサービスや，インターネットでソニー製品を購入するユーザを対象に，取引を行う。一方，さくら銀行は，富士通と日本生命保険などをグループとしてジャパネット銀行を設立する計画である（資本金200億円）。また，第一勧業銀行などのグループもネット銀行の設立を計画中である。この形態では，店舗などの人員を必要としないことから，手数料を少なく抑え

ることが可能とされている。

ネット銀行のサービス品目としては，インターネットによる電子商取引の決済，預金の受入れ，小口のローンなどが計画され，現金の引き出しには，参加する銀行のATMを利用する。ネット銀行の収益に関しては，預金の運用により利益，個人向け貸出をあてるとされている。ネット銀行に移行することにより，銀行を介した決済を伴うものもあるが，場合によっては銀行の存在そのものを脅かすものでもある。すなわち，本業の収益低下（現在でもATMの多大な保守費用が投入されている），異業種からの参入が認められた場合のノウハウの欠如，審査など基準の見直しが必要となる。

このようなネット銀行と並行して進行しているのがコンビニにおける情報端末配置である。コンビニは，現在では，顧客の最も立ち寄るポイントともなっているが，これは日本特有の現象であるとも言える。コンビニは電子商取引における商品の受渡しと決済の拠点として注目されており，商社や電機メーカから，資本参加などの形でのアクセスが盛んとなっている。また，トヨタ自動車もコンビニとの提携を模索している。電機メーカからの資本参加の背景としては，ATM端末など販売拡張に直結するとのメリットのほかに，コンビニにおける音楽，映像などのソフトウェアを販売するルートの開発があげられている。

2.4 物の流れと金の流れ

これまで見てきたように，インターネットを介した資材，部品の調達，証券取引，保険業務の実行など，ネット取引はあらゆる業界に拡大する勢いにある。特に重視したいのは，個人の取引ではなく，企業間（ビジネス—ビジネス，business to business）の領域であり，今後のインターネット取引市場の大きな部分を占めることになると予想される。個人の取引の場合には，プライバシー保護など固有の問題があるが，金額ベースでは相対的に小額であり，事故が発生した場合の対応としても，従来のクレジットカードシステムにおける処理方式が採用されることになろう。

現実，米国において主として開発されているインターネット個人取引をクレジットカードで決済するプロトコル（SETプロコトル）はクレジット会社大手の合意により標準化されている。企業間のインターネット取引とその決済に関しては，このような個人レベルとは異なる問題点を含んでいる。これらは，大まかにいえば，物の流れと金の流れを調和させることであり，これに伴うリスク管理に関する課題である。次のようにまとめられるであろう[(4)-(10)]。

(1) EDIデータの流通経路

物の流れにともない，膨大な製品情報がネットワークを流れる。具体的には，EDIデータとして標準化されたデータが，製品製造の企業から販売，流通，更には小売店舗までを流通する。途中で，部品情報など生産で吸収されるものもあるが，一般には膨大なデータとなる。このようなEDIデータを要約的に送信するのか，すべての詳細情報を送信するかは，具体的な検討課題である。

(2) 金融機関の介在

物の流れはEDIデータの送信受信により完結したとしても，その後段で決済を行う必要がある。現在では，金融業に関する規制緩和が進んで異業種からの参入も可能であるため，例えば製造業が直接，その決済を実施することも原理的には可能である。しかし，一般にはそのような余力やノウハウが不

足しており，銀行を仲介した決済が行われることになる。その場合，取引の合計を決済するケースと，個別の取引ごとの決済が必要なケースとでは大きく事情が異なっている。

特に，後者の場合には，製造販売に関するあらゆるデータが金融機関のコンピュータへと集中することになる。現在，金融機関のコンピュータは主として，預金，貸出，ATM管理などの勘定系を中心に構成されており，このような処理を本格的に実施するには基本的なシステム変更を必要とする。

(3)　マッチング

同様の課題であるが，物の流れと金の流れを整合させて，最終的な金額の移動を行う必要がある(一般的な用語では収納)。この整合（マッチング）の過程においても，どのレベルのデータにおいて実施するか，どの段階でだれが実行するかが問題となる。現在でもこのような収納は，いわば半自動的ないしはマニュアルで行われているが，情報の流れが可視的ではないこと，情報の移動が格段に早いことなど，固有の問題が発生する。

3　貿易金融EDIプロジェクト

3.1　プロジェクトの目的

以下では，インターネットEDIの具体的な事例として，貿易金融EDIプロジェクト（TEDI : Trade Electronic Data Interchange）をとり上げ，具体的な課題を分析する[(11)(12)]。このプロジェクトの特徴としては，物と金の流れが国際的に連関しており，手順やシステムの標準化を前提としていること，従って，日本国内のEDIが今後直面する課題を鮮明にできることがあげられる。このプロジェクトの概要を表3，4に整理している。また，システム構成の概要を図1に示す。

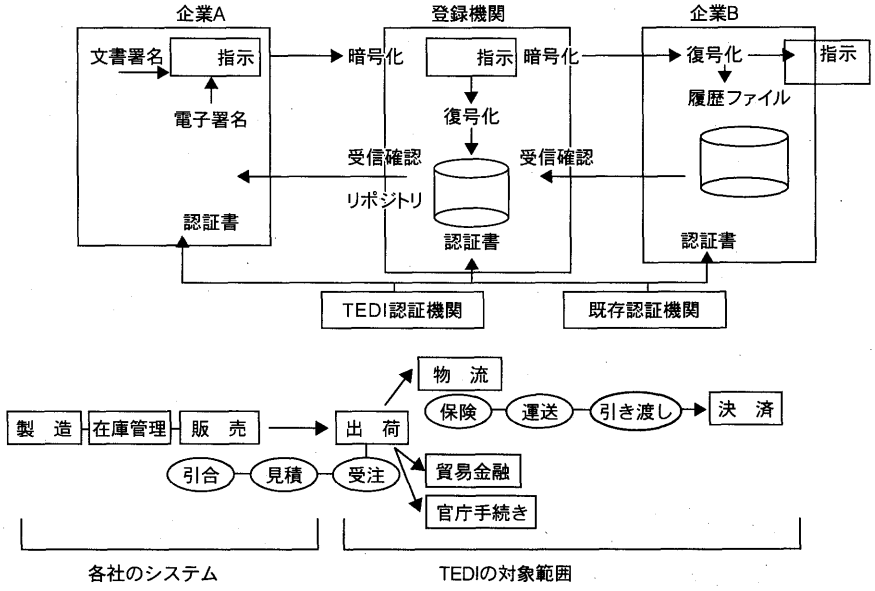

図1　TEDIプロジェクトのシステム構成概要

表3　TEDIプロジェクトの概要

参加区分	業　種	企　業　名
参加メンバー	商社	三菱商事，三井物産，伊藤忠商事，住友商事，丸紅
	メーカ	NTTコミュニケーションズ，日本IBM，日立製作所，富士通
ユーザ部会	荷主	伊藤忠，兼松，住友商事，トーメン，ニチメン，日商岩井 丸紅，三井物産，三菱商事，
	銀行	さくら，三和，住友，第一勧銀，東海，東京三菱，富士
	保険	住友海上，東京海上，三井海上，安田火災海上
	運輸	川崎汽船，商船三井，スミトランス，日本航空，日本通運 日本郵船
	その他	全国中小貿易業連盟，日本商工会議所

表4　TEDIに連携する既存システム

略　称	業　務	監督省庁	内容の概要
JETRAS	輸出入申請，国内貿易手続	通産省	外為法関連のEDI
NACCS	輸出入通関，国内貿易手続	税関	通関情報処理センターにおける関税処理
Belero	海外貿易EDI	EU	EUにおける先行プロジェクト

1995年のAPECの調査によれば，これまで，貿易にかかわる企業や組織の間で，1つの取引当たりに40個程度の文書が作成され，約200項目が記載され，これに平均して24の企業がかかわっている。また，文書を基本としたやりとりにより，時間的，経費的な増大を招いているのが現状である。その中の文書の60%ないし70%が再入力である。

これを電子的に処理するとともに，インターネットを通じてデータ交換することにより，効率化すること，更に，これを国際的な取引において標準化をすることを目的としている。プロジェクトへは，商社，銀行，保険，運輸の業界から26社が参加しており，文字通り，商品の貿易管理，流通から決済までを1つのシステムとして完結しており，全国中小貿易業連盟，日本商工会議所等の支援を得ている。

これまで，このような貿易金融EDIについては，韓国，香港，マレーシアが取り組んでおり，今後，国際的な取引へのEDIの導入，標準化が進展することが予測される。また，日本では，SWIFTに対応するシステムとしてボレロが1999年9月より運用されている。

(1)　オープン性

システム構成は特定の企業の主導権を排除することを主眼に，利便性を向上させている。輸出入申請や通関申告などの国内での行政手続について，加入者は場所や企業規模にかかわらず，どこからでもインターネットのウエッブを介して参加することができる。国内では通産省の輸出入システム（JETRAS）および大蔵省の通関申告システム（NACCS）を利用することができる。更に，他の国内のEDIサービス，ならびに先行している海外のシステム（香港，韓国，シンガポール，マレーシア，および欧州のボレロ）との連携が可能となっている。

(2)　シームレス性

国内関税などの行政手続の電子化と連動していること，企業内部，あるいは，企業間の電子的な書類の流れや転記操作を円滑に自動化することができる。貿易書類の34の文書について作成を現在の文

書標準であるXMLに統一し，その伝送に関しても国際標準（EDI手順であるEDIFACT，および国際金融決済プロトコルであるSWIFT）を採用し，異なる業界，業種の間の文書データの標準化をはかっている。

(3)　フレキシブル性

インターネットによる通信において，ウエッブ画面を自社に応じて配置を変更することができることがある。また，重要な機能である認証に関しても，すでに先行して利用されている民間の認証機関などの認証を組み入れることができるようになっており，日本国内の特定の認証機関に限定する必要はない。このシステムに関して，2000年4月の運用をめざして，現在，自動車，化学製品，生活雑貨などの8パターンについて実地検証を行っている。

3.2　検討課題について

TEDIの構成に関して課題とされるであろうことを以下に整理する。

(1)　関連法規の体系

TEDIにより参加企業が貿易を成立させるためには，相互に合意する規約が必要であり，そのガイドラインが現在策定されている。国内的には，電子署名の法的な有効性の確認，電子データ伝送による契約や権利の確立を法的に保証するルール，ならびに，既存の約款などを電子的な取引についても援用することなどが基本となる。これらは，国内法の範囲では順次整備されており，例えば，会計の分野では監査トレースのデータを電子化することが法的に認められている。しかし，これらの国内法を，更に，アジア，米国など貿易相手国の法制度と整合させることが必要となり，一般には時間と労力を要することとなる。また，貿易の電子化に関する国際ルールにつては，国連の定めたルール（UN/ECE WP4（CEFACT）や国際商業会議所（ICC）で検討している国際ルール（URETS）などと整合するように考えられている。現在，企業活動のグローバル化にともない，国際ルールを整備する必要性は従来にも増してたかまっている。

(2)　認証局の設定

現在では，少なくとも3つのシステムが共存する状況であるので，それぞれが設定している認証局を相互に認めあうことにより，融通性をもたせている。しかし，相互接続においては階層的な認証局の構成が必要となること，これにより二重譲渡などの問題を防止することが緊急の課題となっている。このような，複数のブランドの混在するネットワークやモールにおいては，すでにいくつか認証局の提案がなされているが，米国での議論となっているように，政府がこのような認証局の最上位を占めること，更には，通信に必要な暗号を掌握することに対して大きな批判が存在する。このような課題を，順次ではあるが，解決していく必要がある。

(3)　ネットワークの情報

TEDIの特徴である情報の転記や転送については，その情報の多さと，反復転送による正確性の確保が大きな課題となる。すなわち，従来のマニュアル処理での特徴として，もともと，1つの取引に関連して40もの文書が作成されること，その60%ないし70%が単なる転記であることなど，効率化するメリットは存在する。しかし，このことは，1つのデータの誤りがネットワーク全体に容易に波及す

ることも意味している。

これまで，このような多量の情報をEDIにより伝送するシステムはあまり存在していない。自動車業界の部品や製品情報をネットワークで伝送する事例はすでに米国などで数多く存在するが，今回のプロジェクトでは，異なる業種が参加し，そのデータも多様である。従って，今回のプロジェクトの経験は，今後の大きな指針になる可能性がある。特に，異業種の企業をEDIデータが流れること，そのデータの多くが転記であるとは言え，ある場合には輸送の契約であり，ある場合には運賃や製品の決済情報であるなど，意味や取扱が異なる可能性がある。

(4) ネットワークの規模

すでに述べたように，自動車業界では世界的な規模でインターネットによる共同の調達ネットワークを構成する計画が進行している。従って，極めて多数の企業が，極めて広範囲に，このシステムに係わることになる。しかし，これらはVANなどを通じて，個別企業的には連携がはかられていると考えられ，新しい情報化投資は必要であろが，運用経験は蓄積されていると考えられる。もちろん，いわゆる親企業からの一方的なEDI導入の計画で，子会社や下請け企業は，従来のマニュアル処理に加えて情報化投資が必要となり負担は増加する。

このような単一の業種におけるEDI,調達の共同化とは異なり，商社，銀行，運送会社などが連携するシステムでは，地域的な広がり以上のネットワークの実質的な拡大が課題となる。特に，情報化投資については，その金額，分野，進行度合いなど，まちまちである可能性がある。従って，EDIデータの多目的利用など将来の可能性はあるが，現状では，限定的な運用により経験を蓄積することが大きな目標となろう。

4 リスク分析の基礎

4.1 インターネットにおけるリスク防止策

このように，ネットワークを介して商取引を行うことを，電子商取引あるいは英語でエレクトロニクス・コマース（Electronics Commerce）とよんでいる。現在では，インターネット上に仮想的な商店街（サイバーモールなどとよぶ）を開設し，インターネット上で商品の選択，購入，決済を行うシステムも稼働している。取引の決済の方法も，クレジットカードによる支払いとならんで，電子マネー（Electronic Money）といった通貨に相当するもので行うケースも存在する。

電子商取引をインターネットによる取引に限定するかどうかは場合によるが，VANを通じた業界内部での取引なども含めて集計すると，例えば，米国では現在の電子商取引の4割程度が企業と企業との間の取引に関連するもとであると言われており，近い将来，この比率は5割程度までなることが予測されている。このように，企業間の取引は電子商取引の大きな部分を占めており，しかも，個人の決済金額がせいぜい1万円以下であるのに対して，企業間での取引は金額ベースでも大きな部分を占めている。従って，ネットワークを通じた取引および決済のシステムは，今後拡大する見込みであるが，最大の問題はシステムのセキュリティと決済の安定性である。第1番目のセキュリティの問題は，個人のクレジットカードの番号が他人に漏洩して悪用されるケースや，企業の情報システムへハッ

カーが侵入して企業の秘密情報を盗む，あるいはシステムの情報を破壊するなどの行為が起こる危険性である。現在，これについては，大きく分けて3つの方法で対応が行われている。

(1) 暗号化

セキュリティ確保のために情報を暗号化して送信する方法であり，現在まで，いくつかの優れた暗号が提案されている。暗号は，ユーザだけが知っている特定のデータ(これを鍵，キーという)をもとにして，送信すべきデータに代数的な操作をして送信するものであり，受信したサイドでは，鍵を手掛かりとして，もとにデータを復元する。暗号には，送り手と受け手でもつ情報により，共通鍵方式と公開鍵方式とがある。このような送信方法をとることにより，送信の途中でデータを盗み見られたとしても，容易に（つまり数時間，数日の単位）では解読できない仕組みを実現している。キーの長さは20ビット程度のものから120ビットのものまで存在する。キーの長さが長いほど暗号が解読される危険性は減少するが，送信する費用は増大する。キー長は通常は64ビット程度でかなりの範囲をカバーできるとされている。暗号の代表的なものとして，アメリカ標準である56ビット長のDES（Data Encryption Standard)がある。しかし，すでにDESを解読する方法が存在することが示され，現在では64ビットのものや，更に複雑なものを採用する段階となっている。また，クレジットカード業界の2つの大手であるVISAとMastercardは，共通の暗号システムを含む通信プロトコルとしてSET（Secure Electronic Transaction）を採用しており，今後の暗号システムの規格化に大きな影響を与えている。

現在，TEDIではネットワーク上の文書に対するセキュリティは，SSL等の標準的に利用されているシステムにより保護可能であるが，サーバ上に保管された状態の文書にたいする保護方式は検討課題となっている。

(2) CA

CA（Certificate Authentification：認証局）とは，ネットワークを通じて決済を行う個人や団体に対して，本人であることを確認する機関のことである。CAに対して，あらかじめ必要な情報を登録をしておけば，購買にともなう決済が生じるたびに，CAから確認情報を取引相手に送信させることができる。CAは公開鍵方式により伝送を行う場合に必要となる。CAは1つの機関であり，第3者機関である場合もあるし，デパートなど商品販売をする主体が同時にCAとなるケースもある。

(3) ファイアウオール

ファイアウオール(FW：Fire Wall)はセキュリティをハードウェア的に実現するシステムであり，LANのゲートウェイ部分に監視用のワークステーションを設けて，外部からの不正なアクセスを防止するものである。ファイアウオール技術では，アクセスを検査して不正であるかどうかを検査する仕組みが実現できればよいが，内部から外部のシステムをアクセスする場合の利便性を保証する必要がある。ファイアウオールにより，外部からの危険なデータの侵入やアクセスが防げる可能性が高まる。現在では，このほとんどの企業で，ファイアウオールのシステムか，あるいはこれに準じるシステムによりセキュリティを確保している。しかし，ファイアウオールを構築していたとしても，外部からのリモートログインによる侵入や，逆に，外部のシステムを利用する際の不便さなどが解決されるべき問題とされている。

現在，TEDIにおいてはFireWallに関して，インターネット→社内，社内→インターネットのアクセスについて，必要なプロトコル以外は全て禁止をするような設定を行っている。

4.2 ネットワークフローとしての解析

最初に，TEDIなどの大規模システムの構成，リスク管理を考える場合には，その情報通信ネットワークとしての性能を検討する必要がある。具体的には，ネットワークへの参加企業の送りだすトラヒックを処理できるだけの回線の容量が確保されているのか，あるいはサーバの能力が満足できるレベルにあるかどうかなどを検証し，その結果，容量などの不足が推測される場合には強化する対策が必要である。ユーザの要求する性能は発揮できない，あるいはインターネットのトラヒックに耐えられないサーバなどは，リスクに直結する要因である。

現実にTEDIの実験プロジェクトで，実際にシステムで流れる文書量に対するシステム処理能力の適切性の検討が難しいことがある。現在の施行は，この意味で貴重なデータを提供してくれる。また通信容量を十分に確保することはコストと関連する一方でセキュリティの課題とも密接に連携している。具体的には，ファイアウオールによる通信制限を強化することでのセキュリティレベルの向上と，システム変更・運用に対するシステムとしての柔軟性をどうバランスをとっていくかが課題となってくる。

この課題については，主としてネットワークフロー，あるいはトラヒック解析の側面からのアプローチが可能である。しかし，我々はすでの部分的にこの問題をプロトタイプによる解析，理論的な解析解により見通しのよい構成を求める方法を論じているので，本論文では，この課題については深く立ち入らない[(13)–(16)]。

4.3 ゲーム理論による解析

ネットワークにおいては，常に不正をはたらくユーザが存在することを前提としなければならない。現在では，クレジットカードやその他の類似するシステムでは，不正を検知し防止するシステムが導入されている。しかし，その防止システムの構築にはコストは伴うため，膨大な費用を投じてリスク管理だけを先行させることはできない。従って，どのレベルの費用であれば，システムのリスクを回避するに妥当であるかを検討する必要がある。

一般的には，不正をはたらくことにより利益が，その不正を実行するために要したコストを上回るときに限って不正は実行されるであろう。従って，防止する側と，不正を行う側とのゲームとしてとらえることができる。このような問題は，一般的な，不均衡経済モデルにおいても発生する。いま，オープンな市場における価格は均衡モデルでは１つに定まるとされ，これを前提にしたマクロ政策が議論される。しかし，現実には製品の市場における流通過程での偏在，あるいは時間的なずれによる価格のバラツキが存在する。しかも，このような価格の変化や変動は，市場におけるビジネスチャンスともなっている。

このような不均衡経済の理論を，インターネット決済における問題解決に利用できる。すなわち，製品の価格，流通量，あるいはこれに対する税制は，国により異なることは一般的に発生すると考え

られる。その前提で，いわゆる不均衡な経済ダイナミックス，あるいは複数均衡を見出すことができる[17]。

現実には，ゲームの均衡点は，不正を実行する国や業界，その対象とする製品(現金や預金を含む)により異なっているため，ゲームの均衡点は一般に複数となる可能性がある(いわゆる複数均衡)。特に，TEDIのような多数の品種を，多数の国にわたって取引し，その決済の場所，通貨が異なる場合には，極めて複雑な様相を呈し，その均衡点も複数となることが予想される。このことは，1つの不正防止，リスク回避の政策では有効ではなく，一般には複数あるいは多重な防止策が要求されることになる。

4.4 インターネットにおけるリスクの拡散予測

リスクが地域的時間的に拡大していく様子を数理モデルとして記述する方法として，ここでは，セルラーオートマトンによる方法を用いる。更に，セルラーオートマトンの中でも，最近注目されているセルラーニューラルネットワーク（CNN：Cellar Neural Network）による方法を用いる。ネットワーク上の信号の伝搬を，数理モデルで記述する方法としては，時間的空間的な変化を考慮に入れた，次のような微分方程式で記述することが考えられる。

$$-\partial f(x,\ t)/\partial t-b\partial f(x,\ t)/\partial x+a\partial^2 f(x,\ t)/\partial x^2=0 \tag{1}$$

しかし，このモデルでは，ある程度の時間依存性や地域依存性を取り入れることができるが，一般には時間的空間的な平均を求めることになる。一方，現実的な問題を考慮すると，リスクが拡散する経済社会的な形モデルは同じであっても，リスクは近辺の構成要素の影響を大きく受けるので，ローカルな結合関係で記述することが望ましい。また，時間的空間的に特殊な条件をもっていることを，モデルの特徴として取り入れることができることが望ましい。

以上のようなことから，ここではCNNのモデルを導入する。CNNはニューラルネットワークにおけるしきい値を含むユニットが，2次元的に相互に結合されたものであり，それぞれのユニットは周辺のユニットの状態を入力として，次の状態を決定する。

5　CNNの原理と基本構成

5.1 CNNの概要

CNNはカオス力学系を含む微分方程式で記述できる[18]-[22]。CNNにはセルラーオートマトンには見られない特徴があり，その中でも，カオス力学系に関連した興味ある現象が観測される。その概要を整理すると，以下のようになる。

(1)　カオスの出現

平面上のパターンは定常状態にいたって収束し，消滅するケースも存在するが，持続的に振動を繰り返す状態にいたるケースがある。これは，主として，システムのパラメータユニットの結合係数などを変化させることにより発生する。

(2) 状態の初期値依存性

カオス現象のもう1つの特徴であるが，最初の各ユニットの状態に応じて，その後の挙動が異なるいわゆる初期値依存性を持っている。従って，状態の初期値を選択する方法によりカオス状態にいたって，最終的には全くことなる様相を呈することもありうる。

(3) ソリトンの発生

CNNの中を信号や情報が移動する場合に，減衰をしないでそのままの振幅で持続する可能性がある。これを，ソリトン現象と呼んでいる。ソリトンは津波の発生メカニズムとして用いられているほか，最近では光通信への応用も考えられている。

このようなCNNによるモデル化は，現実を良く表現してると考えられる。詳しいことは応用例で説明するが，リスクに相当する不正が発生する場所によって，その後のパターンが異なっていることや，消滅しないでそのまま社会全体にリスクが拡大する状況を作り出すことができるなどの対応関係を導入することができる。しかも，既に述べたように，特定の場所に特徴を導入することにより，リスク拡散の状況を再現できる可能性がある。

5.2 CNNによるネットワークリスク分析

CNNのダイナミックスを記述する微分方程式は次のようになる。

$$dx_{ij}/dt = x_{ij} + \sum A_{pq} y_{i+p,j+q} + \sum B_{pq} u_{i+p,j+q} + I_{ij} \tag{2}$$

ここで，

$$|p| < r,\ |q| < r \tag{3}$$

なお，ネットワークを構成する素子はセルとよばれ，2次元平面に等間隔に分布しており，大きさは $N \times M$ 素子としておく。この前提は一般のネットワークには適合しないが，最初の段階としてこのような仮定をおく。A，B は時間的，空間的に変化しない係数であり，テンプレート（template）とよばれる。

x_{ij}，u_{ij} は座標 i，j におけるセルの状態とセルへの入力を表す。また，y_{ij} は座標 i，j におけるセルの出力である。セルは近隣の r 個のセルから影響をうける。従って，式では累計をとる範囲は r 以内となっている。I_{ij}は座標 i，j のセルにおけるバイアスである。式(2)，(3)により，時刻 t における状態に関する微分方程式により，セルの状態の挙動が記述される。セルの出力はセルの内部の関数により計算されるが，通常のニューラルネットワークのような非線型性（シグモイド関数に似た）をもっており，良く用いられる形式として次のような区分線型性を仮定するものがある。

$$y_{ij} = 0.5(|x_{ij}+1| - |x_{ij}-1|) \tag{4}$$

なお，以下では入力 u_{ij} を一定であると仮定しておく。また，出力は2進数であると仮定しておく（$u_{ij}=1$ or -1，$y_{ij}=1$ or -1）。これを一般の数値に拡張することは難しくないが，例えば，リスクが拡散していく場合，その大小をとりあえず仮定しないでおく。このようなCNNを用いて，既に述べたカオス力学系が実現できるが，この場合には，テンプテートをどのように決めるかが大きな問題となる。すなわち，テンプレートはいわば係数であり単純なパラメータであるが，CNN全体で大きなカオス力学系を実現しているので，次のような各種のアトラクタを出現させる必要がある。

・平衡点
・リミットサイクル
・非周期的アトラクタ
・カオスアトラクタ

このような設計問題について，現在でも研究がなされており，主要な方法として次の3つがある。

・シミュレーションに基づく発見的方法
・GAなどによる学習的方法
・直接法（最初から与える）

最初の2つは数値計算によるものであるため，近似的にしかアトラクタを再現できない問題があるとされている。3番目の方法は，セルの部分的な挙動規則（ルール）から方程式の形を推定するものであり，例えば，ある時刻に値が1であるセルは，次の時刻に値が0になるように設計をする方法である。しかし，この方法についても，部分的な条件しか満足しないおそれがあること，また，2次元平面における等方性が満足されない場合が生じるなどの課題がある。しかしながら，構造を明らかにできる利点がある。第3番目の方法の応用例とし，画像の変換システムを構成するなどの設計問題を，定常的な状態を仮定して，入力 u_{ij} に対して望ましい A, B, I_{ij} を求める問題がある。この場合，CNNのカオス的な挙動が原因となって，入力がわずかに異なる場合には，入出力関係が一意には定まらない問題はある。しかし，この場合でも複数の解から望ましいものを選択して，設計することができる。しかし，本論文で対象としているリスクの拡散などの動的な挙動を解明する目的には適していない。

以上のようなことから，以下では，今後はGAによる設計問題を考察していく。その前に，CNNの時間的な変化を分かりやすい例をもとにして示しておく。

(1)　初期値に依存する場合

いま，テンプレートを次のように仮定し，入力をゼロとしておく。初期値をわずかに変えただけで，最終的な状態が異なっている。

(2)　カオス的な挙動を繰り返す場合

このようなテンプレートを与えると，時間経過ごとに異なるパターンが不規則に出現するカオス状態になる。

6　むすび

本論文では，インターネットを通じた決済システムの現状について分析すると同時に，参加企業や規模の拡大にともなう決済リスクの巨大化とその管理の課題について，数理的なモデル分析の手法を提案した。この場合，具体的な事例として，現在，日本でパイロットシステムが提案されているTEDIをとりあげた。論文ではインターネットを介した決済システムの現状について整理しでは現在プロジェクトとして進められているTEDIについて，その現状と課題について述べた。また，決済ネットワークを解析する上での基本的なモデル化の手法と，その方向性について述べ，CNNによる解析を提案した。

今後，数値例を含めた検証により，応用分野を拡大する予定である。

参 考 文 献

(1) 日経コミュニケーション："特集：押し寄せるインターネット製品群"，日経コミュニケーション，1月1日号，pp.118-140 (1996)。

(2) 日経コミュニケーション："特集：エレクトロニックコマース"，日経コミュニケーション，5月15日号，pp.74-90 (1996)。

(3) 時永祥三："経営管理と情報システム構成の現状と課題—分散化とネットワーキングを中心として"，『経済学研究』，九州大学経済学会，Vol.62，No.1-6 (1996)。

(4) 浅野恭右（編著）："流通EDIで進む企業間情報ネットワークの基礎知識"，日本実業出版社 (1992)。

(5) 産業情報化推進センター："国内外EDIの実態調査報告書" (1997)。

(6) 産業情報化推進センター："情報ネットワークサービス事業実態調査報告書"，(1997)。

(7) 産業情報化推進センター："EDIで実現するネットワークビジネス社会" (1997)。

(8) 産業情報化推進センター："EDIフォーラム—EDI導入の先進業界の現状と今後の展望"，産業情報化推進センター (1994)。

(9) 産業情報化推進センター："急速に進展する物流EDIとフィナンシャルEDI"，産業情報化推進センター (1994)。

(10) 沖 雅直："ECにおける決済処理と銀行の役割"，オフィスオートメーション，vol.18，no.4，pp.7-13，(1997)。

(11) www.hitsubishi.co.jp/ndesk/newsr/991101-2.html

(12) www.fijitsu.co.jp/hyper/news/1999/Nov/1-4.html

(13) 大串葉子，時永祥三："データ2次利用と企業間連係から見たEDIの現状と課題—アンケート調査による分析"，経営情報学会論文誌，vol.8，no.1，pp.29-45 (1999)。

(14) 高木 昇："ワークフロー管理システムとBPR"，オフィスオートメーション，vol.20，no.3，pp.88-94 (2000)。

(15) S.Tokinaga and M.Yababe: "Prediction and Optimization in Supply Chain Management based upon the Complex System", 3rd Internationa Conference on Office Automation, (in Soeul) to appear, 2000.

(16) S.Tokinaga and W.Takebayashi: "Prediction of Self-similar Traffic by using the Time Scale Expansion of Fractal Time Series and its Application to Dynamic Routing", Proc.of IFORS'99 (in Bejin).

(17) 伊藤隆敏：『不均衡の経済分析』，東洋経済，1985。

(18) L.O.Chua and L.Young: "Cellar neural networks: Theory", IEEE Trans., Circuit Syst., vol.35, pp.1257-1272, 1988.

(19) L.O.Chua and L.Young: "Cellar neural networks: Applications", IEEE Trans., Circuit Syst., vol.35, pp.1273-1290, 1988.

(20) L.O.Chua and P.Thiran: "An analytic method for designing simple cellar neural networks", IEEE Trans., Circuit Syst., vol.38, pp.1332-1341, 1991.

(21) H.Harrer and J.A.Nossek: "Multiple layer cellar neural networks using time-variant templates", IEEE Trans., Circuits Syst., vol.40, pp.191-199, 1993.

(22) M.K.t.Brugge, J.A.G.Nijhuis and L.Spaanenburg: "Transformational DT-CNN design from morphological specifications", IEEE Trans., Circuit Syst., vol.45, pp.879-888, 1998.