

決済ネットワークの形成とリスク分析の基礎的考察

時永, 祥三
九州大学大学院経済学研究院 : 教授

<https://doi.org/10.15017/4362384>

出版情報 : 経済學研究. 66 (5/6), pp.1-23, 2000-03-31. 九州大学経済学会
バージョン :
権利関係 :

決済ネットワークの形成とリスク分析の基礎的考察

時 永 祥 三

1. まえがき

金融業界に対する規制緩和による異業種からの参入が話題となった時期もあったが、その後の不良債券問題などの発生により本格的な開始はみられないまま推移してきた。しかし、近年におけるインターネットの進展、あるいはこれらを受けた海外資本の大規模な情報化投資により、いわゆるネットビジネスへの期待がたかまり、銀行の大型合併における1つの契機ともなっている。また、製造業におけるインターネットを介した部品の調達も実施段階となっている。一方では、ネットワークを介した取引、決済に関するリスク発生に可能性がたかまっていると言える。

本論文では、このようなネットワーク型企業連係におけるリスク分析とその回避メカニズム設計の基本的概念について整理し、いくつかの応用例を示していく。一般的なリスク分析については、証券取引におけるオプション理論などが知られているが、最近、SCM やプロジェクトマネジメントに関連して、システムリスクを解析する方法論がふたたび議論されている。また、ネットワーク型の決済システムにおいては、リスクの2次元的な拡散についても議論する必要がある。本論文では、一般的なリスク分析ではなく、このように焦点を限定して課題を分析する。

本論文で検討するリスク分析の主な手法は、不均衡経済モデルを説明するカオス力学系の理論、CNN(Cellar Neural Network)による2次元的な拡散モデル、パターン生成の分析、更には製造プロセスにおける不確実性分析を基本としたオプション理論を用いた調達システム分析である。これらについては、方法論として確立されておらず、応用例についても分かりやすいものに限定している。

以下、2. では経営のグローバル化と企業統合について整理し、ネットワーク型の決済システム分析の位置づけを行う。3. ではインターネット関連ビジネスの現状について述べ、ネットワーク型決済システムにおけるインターネットの意味を分析する。4. では情報通信システムとネットワークの現状について述べ、リスク管理における技術や理論を述べる。5. では決済リスクのモデル分析の手法を提案し、いくつかの応用例をあげる。この結果、リスク分析と同時に、リスク回避の方法論を提供できる可能性について明らかとなる。

2. 経営のグローバル化と企業統合

2.1 企業再編の現状

企業の合併吸収などの再編、あるいは連携関係の形成など、企業再編は日常的な事象であり、いわば企業活動の前提とも言えるものである。従って、これまでもさまざまな角度からの研究がなされており、最近では、LBO などこれまでに無い形態が分析されている。

しかしながら、今日、企業再編は質的にも従来の形態とは異なる様相を呈していると言え、今後のあり方に大きな影響を与えるものと思われる。これは、結論的に言えば、経営のグローバル化と世界規模での再編であり、この背景をなす情報通信、情報技術の進展である。また、企業間の緩やかな連携関係を模索する方向も見いだされ、従来の垂直的な企業統合に代わって、SCM などに見られるコラボレーションの追求がある。

本論文では、これらの現状を踏まえた上で、ネットワーク型の決済システムの形成におけるリスク分析を行う基礎的なモデルを検討することを目的としている。従って、企業再編のメカニズムを詳細に分析することが目的ではないので、以下では後半の議論に必要な範囲で、現状について整理しておく。

企業再編の現代的特徴として、次のようなことがあげられるであろう[1]-[7]。

(1) 世界規模での再編

従来の概念では、多国籍企業により国境を越えた戦略が展開されており、そのグローバル性について、いわば特殊な事例とし分析がなされていた。しかし、現在では、1990年代に始まった情報通信事業の合併や提携など、多くの企業分野で世界規模での再編が進行している。

(2) 情報化投資の必要性

情報ネットワークの進展により企業活動が大きく変貌していることが、再編の大きな要因となっている。自動車、電機産業におけるコンピュータネットワークを活用した調達、設計の効率化、金融業における顧客サービスの向上などのインターネットが果たす役割が決定的となっている。そのための情報化投資、あるいは情報共有の必要性が大きな再編を生んでいる。

(3) レスポンスと効率性

すでに自社ですべてを調達する時代は過去のものとなっているが、これを代替していた系列、グループなどを越えた連携が進展している。系列内部の限定的な連携では得られない部品などの選択、調達を指向する方向に進んでいる。これは、電子的な情報交換の規格化、ソフトウェアの標準化、アウトソーシングなどの一般化が果たした役割が大きい。

(4) 中間段階の消滅

従来の多量生産では、商品の製造と販売が多くの場合分離されていたケースが多く、中間に流通などの段階が存在した。しかし、顧客指向の生産への移行にともない、メーカーから顧客までの距離を縮める戦略がとられ、メーカーとサプライヤ、メーカーと物流が情報を共有するタイトな統合関係が

生まれている。

(5) 金融再編の影響

金融業における規制緩和が先行する形で進行しており、企業の資金調達面から、他の産業における再編も加速されている。金融業における異業種からの参入、決済手段の多様化が、今後、どのように展開するかは明確ではないが、すでに証券市場、保険市場がネットワーク取引に傾斜するなど、情報化の影響を強く受けている。

2.2 金融業における再編

バブル経済期に起因する不良債権処理のための公的資金の投入にはじまる銀行の再編過程は、現在、1つの収束を見ようとしている。その再編の動機づけとして強調されていることは、いわゆる体力の強化である。欧米における銀行再編においても、大型合併が主たる傾向であり、日本でも同様な過程をたどっていると言えよう。同様に、生命保険、損害保険の分野においても、大型合併や従来の財閥を越えた再編が進行している。これらの概要を表1に示している。

大型合併の結果、世界的にも大規模な企業が形成されているため、今後とも競争力の強化の視点から、地方銀行などとの連携関係の形成など追求されていくと考えられる。

企業規模の拡大にともない、運用資金や投資規模の拡大が容易になることが目的とされ、体力強化として集約されている。しかし、一方では体力が意味するところは必ずしも明確ではなく、日本における大型合併の批判点ともなっている、企業の効率化、新しい金融商品の開発、あるいは、これらの大きな基礎をなすと思われる情報化投資、情報基盤の整備については、必ずしも成功してるとは言えない。

従って、企業再編のあとに、これらの課題について適応する政策が取られない限り、投資効果も生まれてこないであろう。のちほど議論することになるが、日本の金融情報システムの多くが顧客である金融機関の、いわば特注システムであり、コストパフォーマンスの極めて低いシステムとなっている。また、その設計思想にメインフレーム中心の集中型システムの構成方法が優先されていることも大きな問題である。

これまで見てきたように、企業をめぐる環境の大きな特徴として、大型合併や提携関係の形成によ

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年春をめぐりに共同持ち株会社
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

る大規模化があげられる。これは、ソビエトロシアの崩壊にともなう世界一元化などの政治的な要因も大きく作用しているが、経済的な側面から言えることは、金融ビックバン(金融精度の抜本改革)、情報通信、情報技術の進展により金融業界が大きくネットワーク指向に展開したことが大きく作用している。今日、証券市場においては、もはやインターネット取引を前提としないと企業として成り立たないことは自明となっている。同様に、銀行においても、従来の金融商品開発に加えて決済手段の多様化など、従来とは大きく異なる分野でのサービス強化が必要となっている。

そのため、情報化投資は現在の金融業の最大の課題となっている。大規模な情報化投資のための大型合併という傾向が前面に出される結果となっている。金融機関の再編は、同時に資金調達側面から製造業など他の産業における統合を促進させる要因ともなっている。

銀行の社内におけるコスト削減型の投資は1990年代に完結したと言われており、米国シティグループやチェースマンハッタン銀行では顧客管理システムなど新規システムへの数千億円規模での情報化投資を推進しており、日本だけが投資を行わない環境とはなっていない。また、インターネット関連のビジネスについても、その実績とは別の主導的な意味をもっており、現在の株式市場における期待を支えている。

このように、米国における情報化投資は十分な成果をあげており、大規模化により収益が改善されるケースがほとんどである。

しかし、一方では、このような情報化投資の意味が日本において十分に理解されているかは疑問である。情報化投資は、同時に、従来の企業運営、組織形態を変更することを求めている。例えば、米国では貸付審査にインターネットを導入したことにより、数日で審査が完了し融資を受けられるが、日本では権限の関係で、承認まで1ヶ月を要する。また、投資規模も相対的に小さく、各銀行に分散的に投資され、しかもシステム構築にはユーザオリエンテッドなシステムが指向され、汎用ソフトウェアの利用は極めて少ないのが現状である。

2.3 造業における再編

自動車産業の再編に象徴されるように、かつては国際競争の場でシェア争いをした企業どうしの世界的な再編、統合化が進行し、従来の企業概念を転換するような状況が生じている。自動車業界では、特に環境問題への対応を直接的な新技術の開発、設備投資の問題が企業再編の要因の1つとはなっているが、もう1つの大きな要因として、部品調達やマーケットの開発におけるオープン指向の拡大が

表2 自動車産業の再編状況

日本メーカー	欧米メーカー	内 容
日産	ルノー	ルノーからの出資
三菱	ダイムラー・クライスラー	独米からの資本提携提案
マツダ	フォード	フォードからの出資
富士重工、いすゞ、スズキ	GM	GMからの出資

出所：各社発表による

あげられる。

鉄鋼大手では、競合する製品種目における調整や相互融通のシステムが模索されており、その一部は実施されるにいたっている。これまで、米国におけるダンピング訴訟など、海外への輸出入リスクに常にさらされている鉄鋼業界では、これらの連携は1つの延長上の事象であるともいえる。しかし、すでに従来ではタブーとされてきた領域にまで踏み込む結果となっている。

これらの製造業における最近の企業再編と例とその特徴について、表2に自動車産業の場合を整理している。これらの製造業の再編の特徴と要因について、分析してみる。

日本の自動車業界では、系列企業をベースとした供給体制のもとで、カンバン方式に代表される効率的な組立産業としての基礎が確立されてきたが、同時に、米国などでは、電子データ交換の標準化、系列企業外部からの部品の調達などが積極的に進められてきた。この結果、インターネットを利用した部品の調達システム、販売におけるサービス機構の確立などが図られ、なおかつ、従来の競合企業との間でも部品調達ネットワークを共有するなどの大きな進展がみられる[5]-[6]。

2.4 情報・メディア産業の再編

米国における電気通信事業法の改正に象徴されるように、通信と放送の境界は無くなる傾向にある。すなわち、情報のデジタル化にともない、従来の電話やデータの通信だけではなく、これを蓄積加工する技術は進展したこと、CATVなどの放送のチャネルを用いた通信が可能となり商用サービスが開始されるなど、通信や放送の媒体、これらの対象となるデータ、コンテンツに大きな差異がなくなったことが要因となっている。

米国においてインターネットビジネスが注目されるようになって以降、さまざまな形態での企業再

表3 メディア関連企業の最近の動き

企 業	内 容
NY タイムズ	デジタル化戦略を統合するためタイムズデジタル(NYTD)を設立
トリビューン	タイムズ・ミラーを買収、インターネット上ホームページの内容強化へ
AOL	インターネット接続会社AOL(アメリカオンライン)がターナーを吸収合併 インターネット事業によるコンテンツ産業の囲い込みの事例として注目
アマゾン	米国のインターネットによる書籍販売大手のアマゾンが日本進出を検討 流通経路などを検討中
ソニー	ネット事業を強化、データ配信事業と電子マネー、ICカード開発などの事業を展開予定 現在の年4500億円のネット関連売上を1兆円にする計画 接続サービスであるソネットを通じる直販を展開(パソコンから映像まで)
住友商事 角川書店	1998年映画配給会社の統合、1999年台湾の情報誌、英国の映画館運営で共同 米国インターネット関連事業(検索、データベース)で共同出資
NEC 東映	インターネットを通じた参加型ゲームで東映作成のキャラクタを活用 テーマ音楽の試聴、音楽CDの販売なども
吉本興行	吉本興行とKDDはインターネットによる番組配信会社を設立
NHK	通信事業(第2種)子会社を申請、衛星通信で借りている回線の余剰を再販 インターネットを使った事業の拡大

出所：各社発表による

編が進行している。大きな動きとしては、米国では放送業界が新聞、コンテンツ制作企業などを積極的に買収しており、日本では、電機産業によるメディア企業の買収(主として米国企業を対象)が目立った動きとなってい。また、放送業界の大手である NHK が、公的な性格にも係わらず通信事業に進出する計画であることなど、その融合過程を示している。これらの情報・メディア産業における再編の主な動きを表3にまとめている。

2.5 水平的な企業統合

企業の合併は究極の企業統合であると言えるが、最近では独立した異業種が連携を求めて、大きな企業統合の形態を形成しているケースも少なくない。

自動車産業におけるインターネット利用の新しい局面として、製造におけるサイクルタイムの短縮があげられる。米国では自動車業界をはじめとして EDI の標準化がなされており、設計、部品調達、製造、販売にいたるまでの情報のフォーマットの統一化、情報の共有化が達成されている。従来は、設計段階における図面管理、設計変更などが電話、ファックスなどの手段で伝達されていたが、ネットワークにより短時間に、しかも情報を容易に共有することが可能となっている。1994年には、クライスラー、フォード、GM などの12の部品メーカーの間でこのようなシステムの導入がなされ、リードタイムの大幅削減、経費の節減がはかられている[4],[6]。

インターネットを活用した受注管理、製品管理の成功例とし、米国のデルコンピュータのパソコン販売が良く取り上げられる。デル社はテキサス州オースティンを拠点として、インターネットによる受注だけを実施して急成長した会社であるが、現在では、日本支社をはじめ世界に販売網と生産のネットワークを展開している[2],[7]。

デル社のインターネット利用によるビジネスモデルは、受注にとどまらず、製造工場とのデータ交換、サプライヤとの情報交換、あるいは物流会社(フェデラルエクスプレス、FEDEX)との情報交換にまで及んでいる。通常、図1に示すような4段階の製造から物流までの経路を通過するが、デル社では図1のように、流通段階を直接的に結合することにより、いっそうの効率化をはかっている。

特に、インターネットによる企業統合として分析されている背景には、製品の製造販売に関する情報を、連携する企業と共有することがある。デル社へのパソコンの発注はインターネットでなされ、ホームページ画面への記入および転送を実施することにより、受注情報は確認され、同時に、製造工場から製品完成後の配送を想定した物流会社への情報伝送、およびパソコン製造に必要なモニタなどの調達の情報が送信される。

半導体などのサプライヤに対しては、定期的に材料の需要情報は送られ、これをもとにした生産計画への反映が実行される。インターネットによる企業統合は、今後、ますます進展すると考えられるが、その要因としては次のようなことが考えられる[7]。

(1) 顧客満足の追求

多量生産の時代と異なり、パソコンなど受注生産に近い形態が日常化しており、顧客の購買や後

のサービスに的確に応える必要がある。

(2) 情報共有

流通、販売と生産が分離していた時期には、製造過程に市場の情報を反映することは難しいが、メーカーが製造、物流、販売とタイトに情報を共有することにより多くの問題が解決できる。

(3) レスポンス

製品の見積もり、受注などをインターネットを通じて直接顧客と行うことによりレスポンスが早まる、また、製造過程での変更も容易となる。

(4) 経費節減

在庫費用の削減、広告費用の削減、中間流通部門の削減など、製造販売にかかわる経費の節減のほかに、部品の調達などで最適な交渉相手を選択できるので、抑制効果は大きい。

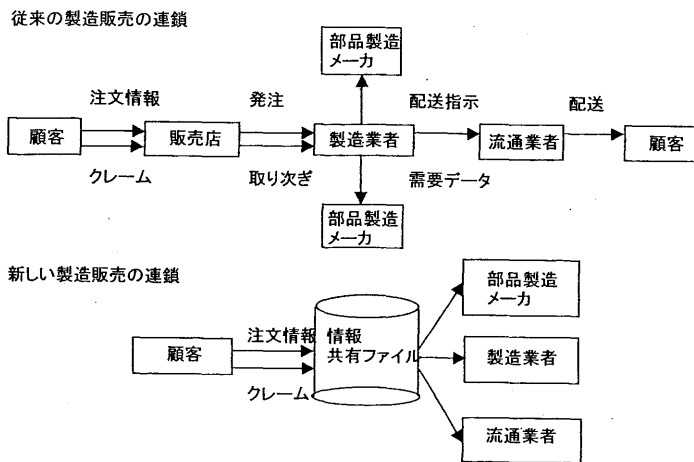


図1 製造販売の連鎖の変化

3. インターネット関連ビジネスの現状

3.1 インターネット市場

インターネット市場の現状に関しては、数多くの資料やデータが公表されているので、ここでは、主要なもののみを整理しておく。従来より指摘されているように、米国などインターネット市場の先進地域と比較して日本の規模は極めて小さく、その成長の速度も相対的に低いものとなっている。現状について、表4に概要を示している。

最近の特徴に1つとして、NTT ドコモにより提供されているiモードによるインターネットサービスの好調さがあげられる。パソコンによるインターネットアクセスに替わって、表4に示すように携帯電話からのアクセスが急増する傾向にあり、新しい局面が生じている。今後の、いわゆる情報家電の進展を象徴する数値である。携帯から簡単にホームページにアクセスして情報を得るといった方

式は、従来のパソコンを介した面倒でスペースを要する方法と比較してユーザへの負担は小さい。携帯電話の普及が進んでいる北欧諸国では、iモードに似た情報サービスを教育分野にも取り入れるなど、積極的である。米国では、携帯電話の料金の設定の問題などで、しばらくはパソコンによりインターネットアクセスが主流となると考えられるが、iモード形式により情報提供は、日本で今後とも大きく普及する可能性がある。

日本においてインターネット市場が急速には拡大しない原因についても、しばしば指摘されているが、通信回線の費用、モールの未整備などの物理的なものと同時に、決済におけるリスクがある。通常、インターネット取引ではクレジットカードで決済されるが、これに伴うカード情報の不正利用の危険性、商品取引における不正、詐欺などの発生である。特に、日本では米国などに比べてクレジットカードなどの間接的な決済の手段の利用が少ないため、これらの保険機構が遅れていることにも原因がある。

表4 インターネット取引の最近の動き

国	内 容
米国	電子商取引の市場規模が4兆2700億円になる ネット犯罪による被害推定は280億円になる IT関連株による株価の上昇
日本	市場規模が3360億円に拡大(自動車、不動産で半分) iモードのユーザがniftyサーブを越える インターネット加入者数予測は1900万人 電機業界 電機業界はインターネット戦略を次々に発表し、この結果株価が上昇 東芝はコンテンツ、三菱は暗号化、日立は情報通信事業、 NECはネット事業などを強調 IT関連株による株価の上昇
EU	インターネット市場を拡大する計画、2兆円の取引を見込む 電子商取引における課税回避による損害をEU域内で10兆円と推定

出所：各社発表による

3.2 コンビニにおける情報端末配置

コンビニエンスストア(コンビニ)は従来の流通業の構図を転換させたことは周知のことであるが、最近、インターネットの情報端末を配置したり、銀行のATM端末を店舗の置くなどの新しい展開が見られる。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おり、人の集中するところに端末を配置するといった、言わば自然な流れとも言える。しかし、これは日本特有の現象であるとも言え、すでに述べたように、米国ではインターネット販売や通信販売など、居住地からのアクセスであるのに対して、日本では店舗といった、いわば共通的な場所での展開である。これらの現状を表5に整理している。

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、商社や電機メーカーから、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。

従来、インターネット取引では、ネットを通じた注文と、宅配による配送といった形態が考えられていたが、コンビニに情報端末を置く経営方針がイトウヨーカ堂などのような事業主体から提案され、従来とは別のとらえかたがなされている。すなわち、決済システムを情報端末を用いて完結させるころみである。これに対して、共同で ATM 端末を配置する方式に合意していた銀行の大きな反発が生じている。また、住友商事などは、このようなコンビニ方式に疑問を抱いているとされている。

電機メーカー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。

コンビニにおける取引は、いわばネットワークを介した決済のリスクを回避するための日本的な方法であるとも言える。すでに述べたが、日本ではクレジットカードの利用とともに、その保険機構が未成熟であるため、通信販売に対する需要が少ない。これに替わるものとして、直接的な商品の受領と、個人による振込は普及する可能性は十分にある。

表 5 コンビニ決済をめぐる最近の動き

企 業	内 容
セブンイレブン	NEC、ソニー、JTB、三井物産と共同で店頭におけるインターネットによる電子商取引を開始、約8000の店舗で24時間営業、1割シェアを目標 決済に関してはイトウヨーカ堂により計画中の決済専門銀行で実施
ファミリーマート	同様なインターネットによる電子商取引への参入を計画
ローソン	三菱商事とローソンはコンビニ店舗でのネットビジネス展開を提携
富士銀行	ATMに電子商取引機能を併設、マンションに配置
イーネット	ファミリーマートなどによりコンビニにATMを設置・運営する会社として設立 現在、東京、神奈川、静岡の約500店舗で展開、2001年には5000へ拡大予定
九州の地銀	宮崎銀行、鹿児島銀行などコンビニにATMを設置・運営する会社へ出資 これにともない、コンビニでの預金払出しサービスを開始 福岡シティ銀行もコンビニ am/pm と連携して店舗にATMを設置
三和銀行	三和銀行、デジキューブ、NTT は共同でコンビニでの金融サービスとゲーム販売などを兼ね 多機能端末を開発する会社を設立 今後は多様な商品販売と金融サービスを店舗で実施

3.3 証券ネット

米国におけるインターネットを用いた証券取引は、いまやEトレードとして定着する様相を見せている[9]。拡大した要因の1つとして分析されていることに手数料の安さがある。ホームページを通じて申込み、千ドルで口座を開設すれば、取引に参加する資格ができる。1998年には、口座開設者は約790万人とされている。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程度である。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。日本との提携についても、ソフトバンクや三菱グループと共同で進められている。

インターネットを通じた証券取引は、いまや世界的な傾向となっている。米国では、すでに現実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。日本では、証券市場における個人投資家の比率が極端に低いこともあって、証券ネットは話題とはなっているが

実勢としては小さなシェアにとどまっている。しかし、いわゆる、デイトレーダーといわれる個人投資家の間でのオンライントレードへの人気や、低金利時代での投資信託への関心のたかまりなど、新しい要素が加わっている。現在、証券取引を実施するための条件は大幅に緩和されており、主婦などの新しい層への拡大が見込まれている。

同時に、海外の証券市場への関心もたかまており、日本のベンチャービジネスなど、ニューヨーク市場への直接的な上場も実現している。このように、海外を含めた証券投資が可能となった背景には、インターネットによるネット証券の登場が大きな役割を果たしている。表6には、各国におけるネット証券の現状を示している。

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次のようになる。

(1) 個人破産の増加

個人が簡単に投資に参加できるため、巨額の損失を被るケースが発生しており、殺人事件にまで発展している。

(2) 不正な勧誘

現実的ではない利殖話を持ちかけて詐欺的な行為を働くケースが発生している。証券会社や店頭による取引では起こりえないケースである。

(3) 情報の偏在

ネット証券上の取引は、実際の証券市場とは別のものとして運用されている。従って、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、例えば経済のファンダメンタルスとは無関係な取引を生む可能性がある。

表6 ネット証券をめぐる最近の動き

企 業	内 容
ナスダックジャパン(日本)	インターネット取引に対応する新システム導入 電子的な売買、決済を簡素化する、ソフトウェアを米社が開発
電子証券取引ネットワーク(米国)	3社から10社にまで拡大、NYSE、ナスダック株取引 米国でのナスダックでの取引高の35%を占有 10社を結ぶ連結ネットワークを予定、SEC に対し取引所として申請
パシフィック証券取引所(米国)	採算の悪化していたサンフランシスコ、ロサンジェルス の証券取引所と ECN が連携し新証券市場を発足(事実上の取引所の廃止)
ユーレックス(ドイツ)	先物取引の電子化、英国国債先物市場に対して DB はドイツ国債先物 取引の主導権を奪回する。 全般に英国の証券市場から分散する傾向
EU 証券市場	パリ、ブリュッセル、アムステルダムの証券取引所を統合 将来は電子取引をめざす
NYSE	NYSE(米証券業界協会)はネット証券の拡大にともない NYSE、ナス ダックの合併を計画、現在、約2割に達しているインターネットによる 売買の拡大を予測

出所：各社発表による

3.4 ネット銀行

インターネット取引が増加するにともなう、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。表7に最近の動向を整理している。

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1997年において約450万世帯がネット銀行を利用したとされている[10],[12]。現在、米国の上位100行のほとんどがウェブサイトをもっているが、その24行だけがネット銀行を実施しており、普及は2000年以降とされている。この傾向は自動車保険、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ている。保険業では流通費用が3割と言われており、ネット取引ではこれを大幅に削減できる。

ネット銀行の多くは大規模な銀行ではなく、信用組合などにより事業もある。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る。従来からも、スーパーマーケットなどへのATMの設置、パソコンバンキングなど、新方式の導入があったが、これを更に促進するものとして期待されている。また、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程度で済むとの試算もある。また、請求書を郵送し管理するケースでは、費用と時間を要するが、ネット決済ではどちらも大幅に削減できる。

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。

このようなネット銀行は、すでに欧米では実施例があり、良く知られているものもある。米国におけるウェルズファーゴ銀行は、その代表事例ともなっている。このようなネット上での銀行は、インターネットユーザにとっては便利なものであるが、いわゆる情報弱者にとっては意味の無いものとなり、今後は、銀行のサービスのあり方も関連することになるであろう。

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

表7 ネット銀行をめぐる最近の動き

企 業	内 容
ソニー	ネット銀行での個人資産運用を計画、収益力を強化、ATMを利用して現金を配達する計画
九州の地銀	九州、沖縄、山口の24地銀では経費節減のため31店舗を閉鎖 ネットによるサービスを強化する方針

出所：各社発表による

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、次のような新たな局面が生まれると考えられる。これらは、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。

(1) 本業の収益低下

現在でも ATM の休日利用などサービス拡張がはかられ、特に日本では多大な保守費用が投入されているが、これを解消しない限り経費節減にはならない。

(2) 異業種の親会社

異業種からの参入が認められれば、従来の銀行への資金供与とは異なる、金融業界以外へのパターン(機関銀行化)となるので、審査など基準の見直しが必要となる。同時に、経営の安定化など、金融業とは異なる側面が発生する。

(3) プライバシー保護

インターネットアクセスに限らず、ネットへのアクセスにおける履歴や、不正な個人情報の入手の危険性は増加する。

(4) 銀行の信用力

ネット銀行の資本は大きくないため、不良貸付により倒産などの危険性は回避できない。日本では大手銀行が主体であるが、今後、地方銀行へと拡大した場合には問題となる。

3.5 インターネット EDI

自動車産業における部品調達、パソコンの OEM 生産など、今日では系列、関連企業に限らず水平的な企業連係が進行しており、その規模も世界的となっている。特に、組み立て産業として分類される自動車、電気機器などの産業では、その調達を効率化することに多くの努力が払われている。この経過については省略するが、最近、電気機器業界においては、調達をインターネットで実施することが行われたり、計画されたりしている。これにより、1社あたり年間で10億円の経費節減がなされている。この概要について表8に整理している。

これまで、インターネットによる、いわゆるビジネス-ビジネス間の取引に関しては米国では進展がみられているが、日本では、個人取引のみが目目されてきた経過がある。しかし、従来より指摘されているように、インターネット商取引における金額ベースの比較では、個人-個人、あるいは個人-ビジネスの間よりは、ビジネス-ビジネス間の取引が大きな金額となっている。従って、今後のインターネットを介した取引の成否はこのような調達システムの実現にかかっている。

また、自動車産業においても、従来より EDI プロトコルの標準化の必要性が重視されており、米国における現状との比較分析などが行われている。しかし、系列が解消されつつあるとはいえ、データ交換に関しては自社標準が多くの場合採用されており、電子データ交換の採用についても、これら自社標準とは別に標準データを準備することや、マニュアル処理であった場合には、これに加えて電子データ化が進むなど、計画実施における多くの問題点が指摘されている。特に、部品を供給する立場の中小企業においては、系列の解消という実質的な競争激化に加えて、複数の企業が採用するプロ

トコルに対応する必要があるなど、弊害が指摘されている。

しかし、このような自社内部の問題解決と並行して海外との提携の動きも活発である。トヨタ自動車は米国の GM との提携関係を結ぶにあたって、GM の擁する米国における販売ネットワークを相互利用する協定を結んでいる。また、日本国内においても、別会社としてネットワーク関連のビジネスの会社を立ち上げている。

表 8 (a) 主要電機メーカー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

表 8 (b) インターネットEDIなどをめぐる最近の動き

企 業	内 容
トヨタ自動車	インターネット事業を強化(事業部へ昇格), 将来は分社して異業種参入の計画 GM との部品調達の共同ネットを計画, 当面は GM のネット (e-GM) を利用 GM との部品調達の共同ネットを計画, ネットによる販売事業 (Gazoo) を分社化
日産	フォードとオラクルの計画するインターネット電子商取引への参加を検討
GM, フォード	インターネットによる共通の部品調達ネットを計画
VW	日本の部品メーカーからの調達を表明, 系列の解消に影響

出所: 各社発表による

4. 情報通信と決済システムの現状

4.1 情報通信事業の現状

情報通信事業における規制緩和とこれに伴う再編, あるいは海外への進出はすでに1980年代に開始され, 現在では多くの地域で新しい体制の構築が完了したと言えるであろう。特に, 欧州では EU における市場統合を契機として, 各国の規制緩和, 外資の参入が合意事項として実行されている。表 9 には日本における情報通信事業の再編を示している。

このような規制緩和は料金の値下げと, 接続条件などのさまざまな規制を撤廃することになっており, インターネットサービスの拡大に大きく貢献している(あるいは日本のように不完全な場合には海外からの開放要求となる)ことは良く知られている。

これにともない, 情報ネットワーク, 情報インフラの整備の方向性についても, 従来の音声中心のサービスから, データパケット交換に重点をおいた, いわゆる IP ネットワークの構成へと比重が移っている。従って, 今後は ATM などの従来の音声をベースにしたサービス(デジタル交換も含む)か

ら、パケット中心のルーティングサービスに比重は移っていくものと思われる。現在、インターネット電話については、サービス状況を見ている状態であるが、今後は、音声のパケットとして IP ネットワークで交換されることになるであろう。

一方、移動体通信の関しては指数関数的な増加がこしばらく見られ、NTT などの大手においてもいわゆる固定電話とよばれる従来型のサービスの売上を上回るようになってきている。公衆電話など、かつてはユニバーサルサービスの象徴とも言えたものが、現在では、撤廃されるケースも増加している。固定電話で従来よりなされていたサービスも、現在ではほとんど移動体通信にも拡大され、ノートパソコンを用いて携帯電話でデータ通信を行うことも日常的になっている。

このようなサービスの今後の動向も興味あるが、ここでは本論文での議論に関連して、次のようなことについて整理しておく。

(1) キャリアの統合

世界的な通信事業者(キャリア)の統合が進み、現在では3つ程度の大きなグループを形成している。そのため、市場におけるサービスについても、いわゆるワンストップサービスを実現する環境がととのっている。

(2) IP ネットワーク

固定電話サービスの伸び悩みから、現在では NTT などでは新規採用の中止などへと焦点が移っているが、今後、設備投資を従来型の ATM 交換機などから IP ルーターなどネットワーク対応に切り換えることが予想される。

(3) インフラ投資とユニバーサルサービス

NTT が法的に守られ市場を独占できた背景には、どのような不便な地域でもサービスを実施する義務(ユニバーサルサービス)があるが、現在、新電電には課せられていないため、NTT から負担公平化の要求がある。

(4) CATV などとの競合

米国や英国では CATV による情報通信サービスが本格的に開始されようとしている。これには、世帯の80%近くが CATV へ加入している現状がある。日本では、今後、CATV 通信サービスの事業化が議論となるであろうが、加入率の低さが障害となる。

表9 通信事業の再編

グループ	参加企業	内容
NTT	NTT(西, 東), NTT コミュニケーションズ NTT ドコモ	1999年 NTT 持ち株会社
DDI	DDI, IDO, KDD, テレウェイ	2000年秋合併
日本テレコム	日本テレコム, ITJ	1997年合併
	英国 BT, 米国 AT&T	1999年資本参加
国際デジタル通信	C&W	1999年買収
TTnet	東京アステル	1999年吸収合併

出所: 各社発表による

(5) モバイルの進展

固定電話の伸び悩みとは対照的に、移動体通信(モバイル)は事業規模、収益性の上でも大きな産業分野を形成している。今後、インターネットサービスを中核としてモバイルサービスの市場は拡大することが見込まれる。また、インターネットサービスも、従来のパソコンと携帯電話といった組合せから、広くゲーム機器などの情報家電へと移行すると見られる。

4.2 暗号化技術

インターネットにおける商取引における大きな構成要素として、セキュリティの確保がある。このため、ファイアーウォールなどの企業内 LAN の構成においてシステムを構築することも行われているが、モールなどの取引などには対応できないケースが多い。従って、手軽に使えるセキュリティ手段として、暗号化技術が用いられる[13],[15]。

極端な言い方をすると、暗号化技術の進展がインターネットを中心としたネットワーク上における決済を支えている。現在、暗号化技術の開発は、事実上米国において展開されているが、これらの暗号化技術を組み込んだソフトウェア製品の輸出に関して米国政府から輸出規制が行われている。輸出規制の主たる理由は米国の国防上システムにおける暗号の解読につながり、国家的な危機をまねくとの政策によるが、米国の産業界からの強い要望で一部のソフトウェア製品の解禁が行われている。更に、今後、ほとんどのソフトウェア製品が輸出可能となることが期待されている。

現在、日本で試験的に実施されているモールなどでも、暗号化技術が本格的に導入され、支障無く運用されている。暗号処理の速度に関しても、現在のパソコンの性能向上により、端末での暗号処理も高速化され、例えば CA(Certificate Authentication)とよばれる本人確認の操作で暗号化したメッセージを店舗からセンターの間を交換する時間は、操作開始から3秒程度で完了している。

従って、ネットワークビジネス全般に関して、暗号化技術と CA を中核とする、いわゆるインフラが確立する段階にあるといえ、システム構築の経験が増えるに従って、安定化に向かうことが期待できる。

4.3 コンピュータウイルス

コンピュータによる不正なアクセスやコンピュータウイルスの拡散などの問題については、防止技術の進展にもかかわらず消滅するまでにはいたっていない。最近の日本の官庁のホームページの不正書換えの事件では、初歩的なファイアウォールの設定する実施されていないことが問題となっている。しかし、日本におけるこれまでの不正アクセスや個人情報の不正流出の事例では、内部の関係者が深く関わり、しかも原始的な手段で実行しているケースが少なからず存在する。従って、日本の場合には、不正アクセスに対する刑事罰の設定や、プライバシー保護の基本法の欠如など、インターネット以前の課題が数多く存在すると言える。

このような法体系の整備方法として、いくつかのアプローチが存在するが、日本の場合、基本法により包括的な規制ではなく、個別セクションごとの規制となっていることに大きな問題点がある。現

在、いわゆる監督官庁によりガイドライン設定や、部分的に法律の制定が行われているが、犯罪の定義やその量刑において、十分な検討がなされているとは言えない。例えば、電話番号を不正に入手した場合においても、個人情報の保護の重要性による罰則としてではなく、フロピイなど媒体の窃盗により軽い刑しか課せられないのが現状である。また、自治体における住民情報の流出についても、勤務する公務員の倫理規定や住民基本台帳法に基づく罰則は存在するが、この個人情報がどのような位置づけであり、その流失について、量刑が適切であるかどうかの判断は、個別法の枠内では理解しがたい。

4.4 インターネットにおけるリスク管理

インターネットによる商取引が開始された時点から、次のような問題について懸念が表明されている。

(1) 法的な環境が予測できない

消費者保護の視点、企業の受けた損害に対する保護制度の欠如。

(2) インターネットにかけられる過大な税金

消費税や事業税が国を越えて課税できるか、あるいは国によって大きな格差がある問題。

(3) インターネットの性能、セキュリティの不確実性

ハッカーや不正使用などの問題、特に、クレジットカードで支払いをする場合の個人情報流出防止の方法。

これらの中で、(2)の税の問題の解決については、無税とする案があるが、解決までには時間を要するものと考えられる。(1)については、ガイドラインや法律の制定により改善が期待されている。また、順次、クレジットカードのような保険制度が確立される可能性がある。第3番目の問題は技術的な側面と、制度的な側面をもっている。不正アクセスなどを防止する方法として、暗号化やファイヤウォール技術が発展してきており、実用レベルに耐えるシステムが利用されるであろう。問題は、制度面でのリスクであり、例えば、ネット銀行の1つが破産するような事態になった場合、ネットワークを通じて信用リスクが拡散するおそれもある。

インターネットによる取引の拡大と同時に、今後の企業活動で注目しなければならないのが、相殺処理に進展である。現在、ほとんどの取引の決済は銀行振込によって完結している。しかし、法改正により、このような銀行での決済ではない形態が認められるようになってきている。この代表例が相殺処理である。日本では、このような相殺処理に関連した資金移動が、年間、10兆円であると言われており、これを自動化することにより効果は大きい。

この結果、金融業以外の分野からの実質的な金融取引への参入が行われることになる。ネット決済専門銀行についてソニーグループ、イトーヨーカ堂グループから金融監督庁に大して免許申請がなされている。これに対して資金面では運用上問題ないとされても、金融業に関するノウハウが不足しているのではないかと懸念がある。製造業の場合、インターネット上でのEDI、取引が拡大しており、物の流れについては業界のネットワークで完結していると言える。これに対して、決済の側面だけが

銀行を経由することになる。

しかし、金融 EDI のパイロットシステムでも課題とされたように、物の情報と金額情報とが分離されている状況は好ましくない。これを銀行のネットワークやコンピュータファシリティを用いて実施する場合には、その能力が問題となる。従って、製造業の大手における資金力を背景にして、いずれは決済機能を背景にした調達システムへと移行していくもと考えられる。

5. 決済リスクのモデル分析

5.1 決済リスクの分類

最近の SCM、プロジェクトマネジメントなど、統合的なビジネスモデルにおいては、含まれるリスクを分析することが行われる。これらのモデルでは、更にリスクを回避する方法論、あるいはプロジェクトの遅延にともなう代替案の作成などの義務づけなどがなされる。SCM、プロジェクトマネジメントについては、すでにシステム支援ソフトウェアが開発されたり、管理技術者の資格制度などが確立している。

従来のリスク分析のテーマとして、このような企業活動、プロジェクトに係わるものとしては、価格や為替の変動にともなう利益変動、調達の不完全さによる生産の遅れあるいは失敗、あるいは国家規模ではカントリーリスクとよばれる政権交代による資産消失などまでの広い範囲を含んでいる。また、インターネットにおける不正取引など、故意に行われる妨害行為などによる損害なども含んでいる。これらのリスクを分析に回避する手段としては、各種の保険をはじめ、証券取引などにおけるオプションの設定などがその代表例となるであろう。

しかし、本論文で議論するようなネットワーク型の決済システムの構成にともなうリスク分析については、まだ開始されたばかりであり、モデル分析の研究も少ない。しかし、リスク分析の一般論にまで範囲を拡大すると、従来より極めて多様な研究が実施されているとも言える。今後の研究では、現実のリスク分析に対応するデータ解析を目的としてので、一般的な議論は避ける方向で検討が必要である。そのような視点から、以下では、リスク分析の対象と、その解析の意味について述べる。

(1) ゲーム論的なリスク分析

ネットワーク犯罪に限らず新しいセキュリティシステムへの侵入(攻撃とよばれる)が実行される場合には、その攻撃に要した労力、費用と得られるメリットのバランスが議論される。ネットワークの場合には、暗号の解読、個人の買収などの費用と、詐欺により得られる金額となる。更に、刑事罰をうけるデメリットが加わる。これを分析するには、従来のゲーム理論が有効であろう。

(2) 破産のリスク

銀行の倒産や個人の破産など、限度をこえるリスクに曝されることによりリスクが存在する。最近、金融業におけるリスク分析の方法として、VaR(Value at Risk)による指標化、資産や企業経営の評価が行われている。これは、主として、通常の運用形態からの乖離、資産運用の危険性を統計的な尺度(片側確率など)を用いて推定する方法である。時系列的に観測されるデータにおいては、

分散の測定などの手法と結合される。

(3) 不正拡散のリスク

企業再編による大規模化、ネットワークによる企業統合、企業連携の進展により、1つの場所で発生した不正や事故は、従来より格段に広い範囲に拡散する。また、必ずしも重要な拠点に対する不正アクセスだけではなく、侵入に適した場所を起点にして、更にアクセス範囲を拡大することが最近の手法となっている。従って、このような不正防止と同時に、その影響分析、拡散を防止するメカニズムが必要となる。

(4) 調達、生産のリスク

企業統合や連携において、資材や部品が正確の調達できるかどうかは、製品流通までの段階で基本的な事項である。従って、調達先の企業が、どの程度信頼できるかは、その供給価格を抑えることと同時に、大きな課題となる。また、製品製造においても、海外生産を実施する場合には、為替の変動によりリスクを監視する必要がある。日本企業のアジアでの生産の調整にみられるように、為替変動により生産量、あるいは生産基地を変更する必要性がある。

5.2 時系列データからのリスク分析

これまで述べた範囲におけるリスクを数理モデルを用いて分析する枠組みについて述べる。最初のゲーム論的なアプローチは自明であるので、これ以外の方法について述べる。最初は、破産などのリスクを時系列データから分析する方法について述べる。その方法論として、最近、不均衡モデル分析として注目されている複雑系の理論を用いる。従って、具体的な応用に関しては次の節で簡単な例題を取りあつかうにとどめ、今後の研究課題としたい。

(1) カオス力学系と時系列解析

最近、金融機関におけるリスク測定の方法として VaR の概念が用いられている。これは、金融機関の保有する資産の中で、各種の変動を考慮した場合に、こうむる損失額の推定をするとともに、安全な資産構成を達成するための指針を与えるものである。金融機関に限らず、多くの企業で資産(売掛などの流動資産を含む)におけるリスクを軽減するための政策が必要となっている。これを統一的に説明するものは VaR である。

VaR の定義としては、これまで、時系列のサンプリングによるデータ収集と、統計的な手法による危険率の計算に主眼が置かれているが、ここでは、主とし、その発生メカニズムに注目する[17]-[21]。

経済時系列の多くが不規則な変動を繰り返しているが、これを決定論的な方程式で記述するのがカオス理論である。現在まで、株価、為替レート、GDP などについての分析結果が公表されている。従来の確率過程による記述では、分散などの統計量を推定する方法は種々開発されているが、限界がある。

決定論による記述のもとになっている発想は、経済における均衡モデルからの乖離を説明するパラメータなどを設定して、その大きさにより不規則変動を説明するものである。これによって、通

常は周期的あるいは一定レベルを維持している時系列が、何らかの原因でこれから乖離する現象として説明することができる。

リスク分析の分野においても、このカオス理論を用いることができる。リスクの発生をカオス的な振動とみなすことにより、その大きさなどについて、確率過程とは別の視点からの分析が可能となる。

(2) カオス制御

次の節でもカオス制御について述べるが、カオス的な振動を微小な制御入力を用いることにより止めることができる。この代表的な方法が OGY 法である[19][21]。OGY 法では、通常はゼロである入力を、時系列が不動点に近づいたときに一時的に加えることにより、不動点へと移行させる方法である。このほかに、システム方程式のパラメータを微小変化させることにより、不動点に移行させる方法も存在する。

著者らは、これまで、遺伝的プログラミング(GP: Genetic Programming)の方法を用いて、観測されたカオス時系列をもとにしてこれを生成する力学系を推定する方法を開発している[21]。この方法は、現在まで観測された1次元の時系列にのみ適用されているが、これを高次元システム(複数の同時的に発生する時系列)にも適用することが可能である。

5.3 CNN によるリスク拡散

ネットワーク型決済をモデルとして表現する場合、その相互の結合に注目し拡散のメカニズムだけを解析することができる。リスク分析の場合、損害に関する金額やその影響を分析することも重要である。しかし、最近のインターネットにおけるハッカーの実態などを見ると、重要でないサイトを経由する侵入が少なくない。この場合、侵入のきっかけとなったサイトの直接の損害は限定的であり小額であろう。しかし、最終的に侵入されたサイト、企業の損害は甚大であろう。このようなケースを想定し、以下では CNN による拡散メカニズムの解析を考察する[22]-[24]。

CNN には、本質的にカオス的な挙動のシミュレーションが含まれている。従って、CNN によるリスク分析では、次の2つのことを解析の課題とする。

(1) リスク拡散のパターン分類

CNN の結合の重み、初期値の組み合わせによる平面的なパターンの広がりをネットワークにおけるリスク拡散と見た場合、どのような初期値の場合に拡散するパターンが発生するのかを分類する。パターンによっては、収束に向かうものも存在するので、その場合にはリスク拡散が防止できる手段が存在することを示唆する。また、CNN におけるパターンの発生の場合には、通常、いわゆる外力が加わらない自律的な振動が議論されるが、ここでは、微小な入力に加わるケースも考察する。

(2) OGY 法によるカオス制御

CNN における重みの設定により、パターンにはカオス的な振動が発生する場合がある。カオス的な振動はリスクの拡散に相当するので、ネットワークのパラメータの設定によっては振動が発生

すケースが存在することが分析できる。更に、重要なのは、このようなカオス振動のケースにおいても、適当な外力を加えることにより振動を抑制することができる。これを理論的に示すものが OGY 法である[21]。

CNN は、もともとニューロンの挙動を微分方程式で記述したものであり、次の方程式となる。
ある座標 $c=ij$ のセルについて

$$\begin{aligned} dx_{ij}/dt &= -x_{ij} + a_{ij}f(x_{ij}) + b_{ij}u_{ij} + z_{ij} \\ y_{ij} &= f(x_{ij}) \\ f(x) &= 0.2(|x+1| - |x-1|) \end{aligned}$$

ここで、 x_{ij} , u_{ij} , y_{ij} はニューロンにおける状態、入力、出力である。 z_{ij} はしきい値、 $f(x)$ は変換関数、 a_{ij} , b_{ij} は重み係数である。

この方程式を用いた応用例としては、画像信号を入力として与えた場合の、その輪郭(エッジ)部分を自動的に抽出するなどの処理がある。この場合、入力信号に対する処理システムとして CNN は作用する。

一方、入力をゼロとした場合の自律的な挙動についても応用が示される。ここで、パラメータの設定によりニューロンの出力はカオス的な挙動を示すことがある。いま、基本的な動作を確認する意味で、入力をゼロとして、ニューロンの状態について適当な初期値を与えると、時間の結果とともに、パターンが消滅することなく、拡散している。もともとは、微分方程式は時間空間の拡散関係に対応しているので、このような2次元平面におけるパターン変化を記述することに適している。

微分方程式で記述できる CNN は、アナログ計算機によりシミュレーションを実行することにより実時間で結果が得られるメリットがあるが、デジタルコンピュータによる処理では離散化する必要がある。従って、これを最初から離散的な方程式で記述することが行われている。これを次に示す。

ある座標 $c=ij$ のセルについて

$$x^c(t) = x^c(t-1) + \sum A_{d-c} y^d(t) + \sum B_{d-c} u^d + i$$

ここで、 d は近隣のセルである ($d \in N_r(c)$)。また、出力を計算する関数は次のように定める。

$$y^c(t) = \begin{cases} 1, & \text{for } x^c(t-1) > 0; \\ -1, & \text{for } x^c(t-1) < 0 \end{cases}$$

ここで、テンプレート A , B は連続系の場合と基本的には同じ作用をするが、複数のテンプレートを逐次的に適用するケースも想定されている。

具体的な応用事例として、アナログのシステムと同様なものが考えられる。

次に、カオス制御の応用について考察する。カオス力学系においては、その動学をプロットした図形(アトラクタ)を調べることにより、周期的な変動が含まれているかどうかを検査することができる。特に、力学系の1つの座標の値を時系列として見た場合に、固定的な点(一定のレベル)である不動点、

あるいは2つのレベルである2周期点などを検出することができる。もし、カオス力学系のアトラクタにこのような周期点が含まれている場合には、適当な入力を加えることにより、カオス的な振動を制御できることが分かる。これを具体的に述べたものが OGY 法である[19]。

OGY 法を用いたカオス制御の詳細は省略するが、経済現象で言えば、労働と資本のミスマッチから生じる不均衡的な振動(失業の発生)を、資本と微小な投下を瞬間的に加えることにより、変動を抑制することのできる基礎を与えている。

CNN における自律的振動は、このカオス的な変動であり、これが拡散することを防止することがカオス制御により可能となる。この CNN への OGY 法の適用に関しては、2次元的なデータを系列で表現するなどの変換が必要であるため、現在では基礎的な検討にとどまっている。

5.4 オプション理論の応用

オプション理論はリスク回避の代表的手段であることは良く知られており、証券取引、あるいは商品取引で適用される。最近、SCM における調達リスク、製造リスクを分析し具体的なリスク回避手段を見出す方法としてオプション理論を援用することが提案されている[25],[26]。その主要な論点は、為替変動など不確定要素を含んだ製造計画をたてる場合、生産の基地を国内と海外の2つの選択肢を設定し、このどちらを選択するかを決定するモデルを証券取引におけるオプション理論を用いて定式化している。その応用例として、為替変動に応じて生産を選択することにより、リスクを回避できることを示している。

以下の議論では、このようなオプション理論をネットワーク型決済のリスク分析およびこれを用いたリスク回避に応用する基礎について述べる。SCM におけるリスク分析に関しては、Kogut-Kulatilaka および Huchzermeyer-Cohen の研究が良く知られている。最初に、これらの研究で提案されている価格変動にともなうリスクの定式化と、オプション理論を用いたリスク回避の方法について述べておく。

生産の国内、海外への切替え問題を、ここではオプション評価問題とよんでいる。すなわち、国内、海外の工場のどちらを稼働させることが有利かを、証券取引におけるオプション理論を用いて定式化する。この問題は、確率的な動的計画問題(stochastic dynamic programming)である。目的関数は、企業の税引き後の割引された期待利益である。

細かな議論を省略すると、 t 期における利益(価値ともよばれる) V_t は、次のようになる(T は最終の期)。

$$V_t(e_{sM}, O_{t-1}^*) = \max P_t(e_{skt}, O_{t-1}^*, O_t) + \alpha EV_{t+1}(e_{t+1}, O_t)$$

$$V_T(e_{k,T-1}, O_{T-1}^*) = \max P_T(e_{kY-1}, O_{T-1}^*, O_T)$$

ここで、次のような記号を用いている。 α は割引率、 O_{t-1} は $t-1$ 期のオプション、 e_{sM} は為替レート変動の、あるシナリオにおける値である。シナリオとしてはブラウン運動、2項分布などがある。ここで、最も影響を与えるのが為替変動の分散(volatility)である。

このため、1期における利益関数を、取り替え費用 δ のもとで解いて、全体の問題へと埋め込む操作が行われる。

$$P_t(e_{kt}, O_{t-1}^*, O_t) = [\delta(O_{t-1}^*, O_t) + SP_t(e_{skt}, O_t)]$$

Huchzermeyer-Cohen の研究では、この定式化を SCM にまで拡大して、生産を国内海外の切替えを行い柔軟な生産 (operational flexibility) における利益を推定している。

数値シミュレーションの結果について、文献においてまとめられている。この結果によると、為替変動に応じて生産を国内と海外に切り換える (どちらかにおいて生産する) 場合には、このような切り換えを実施しないケースと比較して、約15%の利益向上がはかられている。

以上のような、為替リスクなどの回避モデルを、決済ネットワークのリスク分析およびリスク管理の議論に応用することができる。次のような拡張が有効である。

(1) ネットワークへの参加者の特徴づけ

調達ネットワーク、販売ネットワークなど、やや細かいネットワークの分類をすることにより、その参加者の信頼度などを特徴づけることができる。

(2) 変動要因

ブラウン運動により為替変動などを記述することにより、リスクの評価や回避 (オプションの設定) などが従来行われているが、時系列を観測系列にかえてシミュレーションなどによる評価も可能であろう。

(3) 遺伝的アルゴリズムの適用

システムが複雑になった場合、もはやシステムを解析的に記述することができなくなる。また、得られる解が解析的であっても意味が明快でないことも予想される。この場合には、遺伝的アルゴリズム (GA : Genetic Algorithm) を適用して分析することも1つの方法である。

6. むすび

本論文では、ネットワーク型企業連携におけるリスク分析の基礎的な考察について述べた。最初に、現在の企業のグローバル化の現状について整理し、企業規模の拡大の問題点を考察した。また、インターネット関連ビジネスの現状について、証券や銀行などにおける新しい動きも含めて述べた。また、あまり注目されていないビジネス - ビジネス間の EDI の現状とインターネットの関連について述べた。ネットワーク形成における技術進歩はめざましいが、その一方で社会的なインフラ整備が遅れている問題について指摘した。最後に、このようなネットワーク型決済システムのモデル分析の手法を提案し、カオス力学系の応用、CNN によりリスク拡散分析、SCM におけるリスク分析の代表的手法であるオプション理論を援用する方法について検討した。

今後、リスク分析の手法を確立するとともに、具体的な応用事例について検討していく予定である。

参 考 文 献

- [1] U. S. Department of Commerce: "The emerging digital economy", Secretariate for Electronic Commerce, 1997.
- [2] J. Monua and W. Clinton: "Special delivery: Think FedEx is only about delivering packages?", Information Weeks, 1997.
- [3] R. Scott: "Internet enable indirect procurment: A low risk/high return projects?", The report on Supply Chain managemnet, Advanced Manufacturing Research Inc., 1997.
- [4] GE Information Services: "Extending business relationships", TPN Post Case Study, Hartford Computer Group, 1998.
- [5] E. Blane., et.al: "Sizing intercompany commerce", Forrester Research, 1997.
- [6] P. Lee: "Electronic commerce in manufacturing: A vision of thefuture", EDI Forum, The EDI Group, vol.10, no.1, 1998.
- [7] M. Marry and P Sharon: "Morgan Stanley U. S. investment research: Internet retail", Morgan Stanley, 1997.
- [8] Consumers Electronics Manufactures Association (CEMA): "U. S. consumer electronics industry today", 1997.
- [9] Survey of Insurance executives: "Global insurance to 21 st century", Economist Intellignece Unit Ltd. IBM 1996.
- [10] "Online banking:User profiles", Online Banking Report, 1997.
- [11] "The internet banking", Online Banking Report, 1998.
- [12] Internet banking: A survey of current and future development, Booz-Allen & Hamilton, Inc., 1996
- [13] ISO/IEC 9797: "information technology-security technology-data integrity mechanism using cryptographic check function employing a block cipher algorithm", 1997.
- [14] National Bureau of Standards: "Data encryption Standard", Federal Information Processing Standards, 46, 1977.
- [15] M. Matsui: "The first experimental cryptanalysis of the data encryptionstabdard", Proc. of Crypto'94, Springer verlag, 1994.
- [16] G. Hearther: "A little net privacy", Business Week, March 16, 1998.
- [17] 合原幸一編：応用カオス，サイセンス社，1994
- [18] R. M. Goodwin: Essay in Economic Dynamics, London Macmillan, 1982 (邦訳：有賀裕二訳，非線形経済動学，日本経済評論社)
- [19] E. Otto, C. Gregorio and J. A. Yorke: "Controlling chaos", Physical Review Letters, vol.66, no.11, 1990.
- [20] 時永祥三：“経済時系列解析とカオス—時系列予測への応用”，経済学研究，vol.66，no.1，1999.
- [21] 時永祥三：“経済動学とカオス制御”，経済学研究，vol.66，no.2，1999.
- [22] L. O. Chua: CNN: A Paradigm for Complexity, Scientific Publishers, 1998.
- [23] L. O. Chua and T. Roska: "The CNN paradigm", IEEE Trans., Circuit Syst. I, vol 40, 1993.
- [24] L. O. Chua and T. Roska: "Cellar Neural Network-foundations and primer, Lecture Notes/EE129, University of California Berkley, 1997.
- [25] M. Cohen and A. Huchzermeister: "Valuing operational flexibility under exchange rate risk", Operations Research, vol.44, no.1, 1996.
- [26] B. Kogut and N. Kulatilaka: "Operating flexibility, glovalmanufacturing and option value of the multinationalnetwork", Managemnet Science, vol.40, no.1, 1994.

[九州大学大学院経済学研究院教授]