特集　デジタル変革に対応する能力

システム複雑系時代に求められる柔軟性

近藤伸彦

CONTENTS

要　約

1　メガクラウドにおける障害発生や「2025年の崖」など、発生すること自体を防ぐのが困難なITリスクは増加している。

2　一方で、情報システムの構成要素は、時代の流れの中で少しずつ形を変えながら地層のように積み重なった状況となっており、複雑性が増し続けている。

3　複雑で発生の予測が困難なITリスクが顕在化した状況においては、最悪の事態を回避する「吸収力」、機能を迅速に回復する「復元力」により柔軟に対応していくことが求められる。

4　情報システムの開発・運用それぞれの局面において、柔軟性を向上するためには、認知・対処・文化というヒトが持つ複雑性への対応力、組織としての対応力を高めることが求められる。

Ⅰ ITレジリエンシーが求められる背景

1 レジリエンシーとは

一般的にレジリエンシーとは、物体などが元に戻ろうとするしなやかな柔軟性を指す言葉である。

気候変動や災害など、発生すること自体を防ぐのが難しい事象は存在し、そういった複雑で予測困難なリスクが顕在化した状況においては、最悪の事態を回避すること、また、その状態から迅速に回復することが求められる。

そのためレジリエンシーを高めるためには、

- 最悪の事態を回避する能力である「吸収力」
- そこから迅速に回復する能力である「復元力」

の２つの要素が必要となる。

2 今日的なITリスク例

ITにおいても複雑で予測困難なリスクが顕在化し始めている。

たとえば2019年にAmazon Web Service（AWS）のEC2という基本的なサービスに障害が発生し、社会的な影響が発生した。また、コロナ対策のワクチン接種予約システムでは、とにかくすぐに予約できるようにしないといけないという状況であったが、初めの頃はシステム対応がうまくいかなかったということも記憶に新しい。

また、レガシーシステムを刷新できるエンジニアが不足することで、対応ができなくなっていくという、いわゆる「2025年の崖」の顕在化も差し迫った状況となっている。

3 日本企業におけるITリスクの認知状況

他方、日本の上場企業157社が有価証券報告書やIR関連資料に記載しているシステム関連のリスクを確認すると、件数ベースでは約７割が情報セキュリティ関連リスクの記載となっており、ITリスクに関する記載はあまり多くないのが現状である。

もちろん情報セキュリティというのは重要なリスクであるが、複雑で予測困難かつ今日的なITリスクに対しても目を向ける必要があるのではないかと考える。

4 ITを取り巻く環境の変化

情報システムそのものや、情報システムを運営する体制は、1980年代以降、さまざまな形で変わり続けている。

たとえば、ホストコンピュータも稼働している中で、事業部門が主体となりスタートアップ企業と一緒にアジャイル開発の手法でパブリッククラウドにシステムを構築するといったことも行われている。

そのように情報システムの運営は、アーキテクチャや開発手法などの非常に多くの構成要素が地層のように積み重なり、複雑に絡み合うことで複雑性が増し続けている状況である。

5 取り組むべき今日的なITリスク

情報システムの運営が大きく変化し複雑化している中で、取り組むべきリスクを、開発と運用の大きく２つの観点で整理する。

(1) 情報システム開発の観点

情報システム開発の観点で代表的なものとして、アジャイル開発がある。

アジャイル開発は、どちらかというとPoC（実証実験）や、情報システムをゼロからつくる比較的小さな開発で利用されることが多い手法であった。しかし、比較的大規模なシステム開発に対してもアジャイル開発を適用しなければならないことも増加している。

開発規模が大きくなり、複数のチームが連携しながら開発を行っていかなければならないという状況になると、サービス内容の大きな変更や矢継ぎ早な変更の積み重ねがプロジェクト全体に影響を及ぼし、品質の低下やスケジュールの遅延といった機能不全が発生するリスクが懸念される。

(2) 情報システム運用の観点

情報システムの運用の観点では、パブリッククラウドやAPI接続といったような構成要素が増えてくると、何か問題が発生した際の範囲が限定されず、自社内だけではなく社外も含めて影響が見通せなくなるといったリスクが懸念される。

6 ITに求められるレジリエンシーとは

ITに求められるレジリエンシーについてあらためて整理する。

(1) 最悪の事態を回避する能力である「吸収力」

情報システムの機能について、たとえばシステム障害が発生した際には情報システムの機能が低下していき、最悪の場合にはすべての機能が提供できなくなる。

また、開発をしている開発チームの機能について、たとえば突発的な要件変更が発生した際にはチームの開発機能が低下していき、最悪の場合には開発を断念せざるを得ない状況になる。

そういった最悪の状態を回避し、許容できる限界に達する前に機能低下を食い止められる能力が吸収力ということである。

(2) 迅速に回復する能力である「復元力」

次に、機能が低下した状態から元の状態に回復するまでの時間を短くする能力が復元力ということである。

7 システム開発と運用における「吸収力」と「復元力」

(1) システム開発における「吸収力」

要件変更や重大な不具合など、プロジェクトを擾乱させるような事態が発生した際に、その影響を局所化することで、システム開発全体を中止するといった最悪の状況を回避できる能力がシステム開発における吸収力である。

(2) システム開発における「復元力」

度重なる要件変更などによる技術的負債が徐々に蓄積し、開発チームの機能に歪みが発生している場合において、そこから開発チームの機能を元に戻していく能力がシステム開発における復元力である。

(3) システム運用における「吸収力」

稼働しているITサービスの機能がシステム障害によって低下するということに対し、

障害発生時の影響範囲を拡大させない能力がシステム運用における吸収力である。

(4) システム運用における「復元力」

同様にシステム障害によって低下したITサービスの機能を、通常の状態へ迅速に回復する能力がシステム開発における復元力である。

Ⅱ 今日的なITリスクに対処した事例

ここまで、ITを取り巻く環境変化や今日的なITリスク、システム開発・運用の局面におけるレジリエンシーの意味について整理してきた。ここからはケーススタディを基に、システム開発・運用それぞれの局面におけるITリスクおよびレジリエンシーの観点を考察する。

1 大規模アジャイル開発成功への道のり：アースブレイン

(1) 企業概要

アースブレインは2021年に設立された企業で、デジタルを活用した土木現場の施工プロセス全体の最適化に取り組んでいる。

(2) 取り組みの背景

スピーディに複数のプロダクトを同時に提供したい思いがある一方で、誰も取り組んだことのない領域ということもあり、システムの開発要件は複雑かつ曖昧なものにならざるを得ない状況であった。

加えて、土木現場で使われるものであるため品質を確保することも極めて重要であり、複数チームで分散開発を行いながら、品質とスピードを両立させることが求められていた。

(3) 開発着手前に全体設計とタイル化を行い「吸収力」を高める

そこで考えられたのが、要件変更などの状況変化により、影響が及ぶ範囲を局所化できるよう、適正な単位で機能を分割し開発を行うというものであった。

具体的には、開発に着手する前に半年をかけて全体設計を行い、開発チームの共通理解を深めた。

一般的に、システムの開発単位が小さくなればなるほど、開発チームにはその目的が把握できにくくなり、変化に対して柔軟に対応していくことが難しくなる。

そのため、開発に着手する前に全体として実現したいことおよびその優先度を可視化するとともに、システムの実現方式を可視化することでその機能がユーザーにどのように使われるのか、自分以外のチームでどのような開発が行われるのかについて、共通理解を深めた。

その上で、30以上の「タイル」といわれるお互いが「疎」な機能群に整理・分割し、状況変化が発生した場合でも影響をタイル内に局所化しつつ、100人を超える開発メンバーがいる中でもチームが自律的に活動できるようになった。

(4) 開発着手後はプロダクトマネジャーが「復元力」を高める

上記のような準備をしていたとしても、開発を進めていく中では突発的なサービス内容

の変更や度重なる仕様変更により、歪みが発生してしまうということはあり得る。

具体的には、複数のチームで同じような機能をつくってしまい、全体の開発速度が低下するといったことが発生した場合は、重複や不整合を排除するリファクタリングの実施や、作業の待ちを解消するためのタスクの再配分といった活動が必要となる。

そういった、影響が大きくチーム内では吸収できない問題が発生した際には、全体を俯瞰的に把握しているプロダクトマネジャーがチーム間の不整合を防ぎ、歪みを解消している。

2 デジタルアーキテクチャへの移行による大規模障害：とある旅行業者の事例

(1) 企業概要

クラウドシフトやAPI化を進めていた中で発生した大規模障害への対応事例を紹介する。なお、システム障害には機微な情報もあるため、複数の企業において起こった事象を合成した、とある架空の旅行業者X社の事例として紹介する。

このX社は、顧客からの依頼を受けて電車やホテルといった旅行商材を手配することを主な業務内容としている。

(2) 基幹システムの構成

X社は予約発券を行うための基幹システムを、パブリッククラウド上にクラウドシフトしている。加えて、提携先企業との間の接続はAPI化し、多様な接続サービスを提供している。

システム障害への対策として、通常利用する東京リージョンにおいてサーバ構成などの冗長化を行い、一部のシステムは大阪リージョンにバックアップシステムをつくるという対策を実施していた。

(3) 発生した障害

とある日の朝9時過ぎ、顧客や取引先から予約ができないというクレームがヘルプデスクに殺到した。

それを受け、障害の切り分けに着手するが、クラウド上のシステムやAPIの接続先がどこなのか分からず、また、実は予約発券システム以外にも、別のサービスでも障害が発生しており、障害の切り分けに手間取ってしまった。

そのような中、利用しているパブリッククラウドのサービスに障害が発生しているということが判明し、バックアップシステムへの切り替えをするか否かの意思決定が必要になった。

バックアップシステムへの切り替え後は、一部の業務を手作業で実施しなければならないため、業務部門に確認を行ったところ、実はここ数年で取り扱いチケット量が激増しており、切り替え後の業務が立ち行かなくなるのではないかという懸念があり、なかなか意思決定ができなかった。

その後、バックアップシステムに切り替える意思決定がなされ、実際に切り替えを実施することになったが、その切り替え作業に手間取ってしまった。

そうこうしているうちに、パブリッククラウドのサービスが復旧し、最終的にはシステムの切り替えは行わず、システムは復旧した。

そこまで対応が進んだ後、障害情報の発信をしたところ、対応の遅さについてSNSなどが炎上することとなり、企業としての信頼が損なわれた。

(4) 顕在化したリスク

この障害において顕在化したリスクは大きく3点に整理できる。

- 影響範囲の特定に時間を要したこと
- バックアップシステムに切り替える意思決定が遅れたこと
- 事前に準備していた手順ではバックアップシステムへの切り替え作業ができなかったこと

それらにより、対応が後手に回り、大きな障害になってしまったということである。

影響が拡大してしまった原因にはさまざまあるが、大きく3点に整理できる。

1つ目は、システム全体の稼働状況が把握できておらず、何がどうなっているのかということが特定できなかったこと。

2つ目は、有事の際のBCP計画はもちろんあったのだが、それは3年前につくられたものでその後更新されておらず、取り扱いチケット量が増えていることに対応できていなかったこと。

そして最後は、それまでもBCP計画に従い対応訓練は実施されていたが、BCP計画の前提が自然災害を想定していたものであったため、今回のようなパブリッククラウドの障害に対しては復旧シナリオ自体が役に立たなかったこと、である。

(5) その後実施した対策

まず、パブリッククラウド障害の再発防止の観点で、現在利用しているものとは異なるクラウドサービスにバックアップシステムを構築することを検討したが、コスト面での負担があまりにも大きく、この時点では見送りすることとなった。

一方で、想定外の事象への対応力を高める観点で、大きく3つの取り組みが実施された。

- **システム全体の可観測性の向上**

可観測性は最近注目されている言葉ではあるが、たとえば、動的に変動するパブリッククラウドの中まで監視する、APIの依存関係やボトルネックをトレースするといったように、システムの構成要素単体だけではなく、システム全体が正常に利用できているか把握することである。

X社もそのような仕組みを導入し、システム全体の可観測性を向上させた。

- **有事即応体制の確立**

今回のように、事前に策定した復旧マニュアルやシナリオだけでは対応できない事象も実際には発生してしまう。

そういった事態にも対応できるよう、システムを横断的に理解し、有事に即応的に対応できるITオペレーションコントローラを、データセンターに3交代で24時間365日常駐させるようにした。

また、ITオペレーションコントローラと業務部門との間にホットラインを構築し、有事の際に迅速に対処できる体制を確立した。

- **障害対応訓練のあり方の見直し**

BCP計画に基づく業務復旧の訓練はもともと実施されていたが、訓練範囲ややり方を見

直した。

1つ目は、システム部門はもちろんだが、業務部門や広報部門にも訓練に参加するようにしたことに加え、一部の業務については提携先企業にも協力してもらって訓練するようにした。

2つ目は、カオスエンジニアリングという、本番環境に近いシステムを実際に停止させるといった手法も取り入れた。それは自分たちでは制御できないパブリッククラウドの実際の動作を把握することで、ブラックボックスになりがちなパブリッククラウドの障害への対応力を向上させるというものである。

こういった訓練での学びをシナリオに反映し、想定外の事象を減らしていくようにした。

(6) ITレジリエンシー向上の観点

今回実施された対策をITレジリエンシーの向上という観点であらためて整理する。

- **システム的な仕組みで「吸収力」を高める**

本ケースにおいては、システム全体の可観測性を向上させるという仕組みを構築することで正確な意思決定を支援し、最悪の事態を回避している。

- **人を中心とした対応で「復元力」を高める**

本ケースにおいては、有事即応体制、訓練のあり方という人を中心とした対応を行うことで想定外への対応を柔軟に行い、復旧までの時間を短縮している。

Ⅲ ITレジリエンシーを高めるための土壌づくり

ここまで、事例を基にシステム開発・運用のそれぞれの局面におけるITリスクとレジリエンシー向上の話をしてきた。

いずれの側面においても共通していたのは、予測困難で複雑性が高いような状況に柔軟に対応していくためには、仕組みによる対応も必要だが、人による対応がより重要であるということではないかと考える。

そこで以降は、高いレジリエンシーを保つにはどのような組織をつくっていかなければならないのかという観点で整理する。

1 必要となる土壌

予測困難で複雑性が高い状況においては、その状況を正しく理解し対峙することが必要になる。

そのためには、まず、複雑化している情報システムや多様なステークホルダーなどに潜んでいるリスクを、極力客観的に認知できるようにすることが重要なポイントである。

次に、認知したものに対して実際に対処することになるが、前述のとおり、事前に想定できるものはマニュアル化などの仕組み化を行い、準備しておけばよい。しかし、それでは対応できない発現の予測が困難な問題も発生し得る。そういった場合、状況に応じて迅速に対応できるような、多様な経験を持つ人材をどれだけそろえられるのかが重要である。

最後に、それらを支えるものとして、複雑な状況に対処しやすいような文化を醸成することが重要である。

2 リスク認知と認知ギャップ

(1) 認知ギャップの把握

まずリスク認知について考察する。

先ほどリスクを極力客観的に認知すると記述したが、それは、同じリスクに対しても立場や考え方が異なると認知が異なるというギャップが、大きなリスクになるということである。

前述の事例でいうと、たとえばパブリッククラウドの障害について、システム部門は、パブリッククラウドはSLAベースのため、問題が発生してもSLA以上の対応はしてもらえないと認知されているかもしれない。

一方で業務部門は、オンプレミスのように手厚く対応してもらえると認知しているかもしれないし、そもそもパブリッククラウドが停止する可能性自体が認知されていないかもしれない。

実際、稼働率が99.99％、いわゆるフォーナインのサービスは、年間に換算すると実はサービスが1時間弱停止していてもSLAは遵守されているということになる。そのような状況で、システムを利用している顧客は、サービスはいつでも使えて当たり前と考えているかもしれない。

こういった認知ギャップがあるというところに、障害が想定以上に拡大するというリスクが潜んでいる。

したがって、業務部門やほかの経営陣や社外のステークホルダーと、システム部門のリスクに対する認知のギャップを正しく把握しておくことが非常に重要であり、認知ギャップを放置しておくこと自体が大きなリスクになる。

(2) 認知バイアス

認知ギャップが生まれる理由と、その対策について整理する。

まず、顧客などの社外のステークホルダーとの関係性でいえば、これはITに限らない話ではあるが、日本特有の無謬性信仰といったこともあり、企業の失敗や不祥事に対してはその責任を追及しがちな風潮があるのではないかと考える。

それに対しては、有事平時を問わず迅速かつオープンに情報を開示していくことが必要であり、たとえばIR資料に今日的なリスクへの対処を記載する、有事の際には経営陣から迅速かつ詳細に状況を説明するといったことも対策になると考える。

次に、業務部門との関係性でいえば、ITのことはよく分からないという前提で考えると、自分が知っているほかのことに置き換えて考えてしまう、もしくは、よく分からないからそれは専門家に任せればよいと考えてしまい、リスクを過少または過大に認識してしまうというバージンバイアスが考えられる。

それに対しては、ITリスクに関するリテラシーを高めることが必要であり、ITのどこにどんなリスクがあるのかというのを認知してもらうための活動をシステム部門が行うということが、あらためて重要になるのではないかと考える。たとえば、先ほどの事例にもあった障害訓練に他部門にも参加してもらい、実体験してもらうといったことも効果的なのではないかと考える。

最後に、これはシステム部門自身のことなので正確にいうと認知ギャップということではないが、過去の経験があるが故に、実はその当時と環境や技術に変化があるのを見過ご

し、リスクを過小評価するというベテランバイアスが働いていないかということを、システム部門自身があらためて疑ってみるのも必要であると考える。

3　対処

(1)　多様な経験を持つ人材の重要性

続いては、実際に顕在化したリスクに対しての対処について考察する。

事例の中でも、システム開発の局面においては、各アジャイルチーム間およびビジネス部門とシステム部門の架け橋になる「プロダクトマネジャー」という人材の話があった。また、システム運用の局面においては、さまざまなシステムを横断的に理解し、業務側も含めて複合的障害に対して対応できる「ITオペレーションコントローラ」といった人材の話を紹介した。

それはいずれの局面においても、有事の際には、全体感を持ち事前に決められたマニュアルや役割分担を超えて、致命的な状況を迅速に回避し、前に進めていけるような人材がこれまで以上に重要になっているということだと考える。

とはいえ、昨今の人材難の状況を鑑みると、そのような人材はなかなか一般的にはいないのが実情ではないかと考えられるため、短期的な人材確保や中長期的な人材育成というものを考える必要がある。

(2)　短期的な人材確保

短期的な人材確保について、自社だけでは、量的・質的に不足する場合もあり、不足する機能や役割を社外の人に補完してもらうことも必要になる。

その場合、従来のアウトソーシングのように、コスト削減を目的にするといったことではなく、不足する役割を補完してもらうこと自体を目的にすべきである。その際には、自社の戦略を理解し、自社の立場に立ってくれる、中期的な関係を構築できるパートナーをしっかり探していくことが重要なのではないか。

(3)　中長期的な人材育成

中長期的な人材育成については、横断的に物事を見られるようにするためには、役割のローテーションによるスキルや経験の補強があらためて必要になると考える。そのためには、保有しているスキルや経験を可視化し、計画的にローテーションしていく必要がある。

4　文化

ここまで、予測困難で複雑性が高い状況におけるリスク認知とその対処について考察してきたが、最後に、それらを支える文化の醸成について考察する。

繰り返しとなるが、今回取り上げているのは、さまざまな予測困難で複雑な状況に対して、たとえばマニュアルやチェックリストがあればよいといった建前的なルールや、障害が発生した際に原因を構造的に分解してそれに対処していくといった要素還元的な分析だけでは、もはや対応できないような時代になってきているということである。

そういった状況においては、個人が自律的にリスクを認知し、対処できるようになる必要があり、そのためには個人を束ねる価値観、すなわち文化が大切になると考える。

そこで必要になるのは、「勇気」「正義」「信頼」「学習」といったような文化である。これは『高信頼性組織の条件』という書籍から引用したものであるが、高信頼性組織というのは、たとえば原発であったり、救急医療の現場であったり、クリティカルかつ短時間に難しい意思決定をしなければならない状況にもかかわらず、高い成果を収めているような組織に共通する文化を抽出したものである。

具体的には次の４つの文化であると解釈している。

勇気とは、本質を考えてルールを解釈し、失敗も正直にいう文化のことである。

正義とは、困難な状況においてもプロフェッショナリズムに基づき、正しく行動する文化のことである。

信頼とは、困難な状況にともに立ち向かう人々を相互に尊重する文化のことである。

学習とは、変化に対応し学び続ける文化のことである。

予測困難で複雑な時代においては、こういった文化を醸成することが、現場に誇りを与え、組織のレジリエンシーを向上させるカギになると考えている。そのため、こういった文化を醸成していくことが、今後、より一層重要になってくるのではないか。

参考文献

1　小松製作所「コマツレポート 2021」
https://www.komatsu.jp/ja/-/media/home/ir/library/annual/ja/2021/kmt_kr21j_print.pdf
2　アースブレイン報道発表資料（2022/10/01）
3　中西晶『高信頼性組織の条件』生産性出版、2007年

著者

近藤伸彦（こんどうのぶひこ）
野村総合研究所（NRI）ITアーキテクチャーコンサルティング部グループマネージャー
専門はシステム化構想・計画の策定支援やPMO支援、IT組織運営支援など