

# *X-Events – The Collapse of Everything*, by John Casti

丸山宏

情報・システム研究機構 統計数理研究所

## 1. はじめに

複雑系の研究者である John Casti が、最近 *X-Events—The Collapse of Everything* という本を書きました[1]。X-Events というのは、“Extreme Events”のことで、アメリカの同時多発テロ、ハリケーン・カトリーナの災害、2008年の金融危機、それに昨年（2011年）の東日本大震災のように、いわゆる「想定外」の巨大事象のことです。その意味では、Nassim Taleb の「ブラック・スワン」[2]や Duncan Watts の「偶然の科学」[3]に近いものともいえましょう。

## 2. X-Event シナリオ

John Casti は、人間社会の複雑さが、このような X-Events の発生を招いているとして警鐘を鳴らしています。この本では、考えられる 11 の X-Events のシナリオを提示しています。それらをご紹介します。

### シナリオ 1：インターネットの崩壊

交通・金融・医療・エネルギーなど、今ではほとんどの社会インフラがインターネットに依存しています。しかし、インターネットは特定の DNS サーバー群に依存しているなど、脆弱です。もし、インターネットが一斉にダウンしたらどうなるのでしょうか？

### シナリオ 2：食糧危機

食料生産が非常に高度化されるにつれて、脆弱になっています。ミツバチの大量死が、農業生産に大打撃を与えたことはよく知られています。もし、主要なイネの品種に対して、今まで知られていない新たな病気が発生したらどうなるのでしょうか？

### シナリオ 3：動かなくなる電子機器

強力な電磁パルス(EMP)は電子機器を焼ききってしまいます。EMP は大気中における核爆発によって生成されることが知られていますが、必ずしも核兵器に限りません。テロリストが、通常爆弾あるいは核兵器によって巨大な EMP を生成することができれば、都市の電子機器のすべてを、瞬時に、また恒久的に無力化することができるそうです。

### シナリオ 4：グローバル化の終焉

ヨーロッパの危機を見るとわかるように、行き過ぎたグローバル化はどこかで崩壊する

可能性があります。もし、ヨーロッパの国々が次々と EU を離脱したらどうなるでしょうか。アメリカがまた孤立主義になり、グローバルな市場が崩壊したらどうなるでしょうか？ グローバル化に強く依存した現在の経済やサプライチェーンも崩壊するに違いありません。

#### シナリオ 5 : 新素粒子

自然界には、我々にはまだわからないことがたくさんあります。新たな素粒子が見つかって、それが地球そのものの存在を脅かすことはないでしょうか？ あるいは、巨大な加速器がマイクロブラックホールを作って、それが地球を飲み込んでしまうことはないでしょうか？

#### シナリオ 6 : 核戦争

冷戦時代と違って、今では地球上の多くの国が核兵器を持っています。それらの国々は、合理的な判断をするとは限りません。先日の尖閣諸島の問題でも、中国のある新聞は、「日本を核攻撃すべき」という意見を述べたそうです。一度核兵器が使われたら、それが限定的なもので終わる保証はありません。

#### シナリオ 7 : 石油不足

米国では、すでに石油生産はピークを過ぎています。世界全体でも、数字にもよりますが、近いうちに石油生産のピークが来ることは間違いありません。しかし、我々の社会は、エネルギーやプラスチック製品など、安価な石油に非常に強く依存してしまっています。わずかな原油価格の上昇が、経済の崩壊を招くことも考えられます。

#### シナリオ 8 : パンデミック

1918年から1919年にかけて世界的に流行したスペイン風邪では、2,000万人以上の死者が出ました。それから100年近くがたち、今日では世界の人口はおおよそ5倍、また毎日おおよそ650万人が航空機で移動しています。今スペイン風邪と同等あるいはそれ以上の感染力を持つインフルエンザが発生したら、どうなるのでしょうか。

#### シナリオ 9 : 電力・水の供給ストップ

2003年に北米で大規模な停電が起きました。老朽化した送電網が、次々と連鎖的に壊れてしまったのです。依存関係の高い、複雑なネットワーク構造がこのような連鎖的な破壊をもたらしました。同様に、水のネットワークも複雑で、依存関係の高いものです。電気はなくても生命に直接の影響はありませんが、人は水がなければ生きていけません。ですから、水供給がストップしたならば、大きなパニックが起きるのは避けられないでしょう。

### シナリオ10：人工知能の反乱

人のように自分で意思を持ち行動する機械知性（いわゆる「強い人工知能」）はまだ実現していません。ここ数年ではできないだろうが、数十年のうちには実現するだろうというのが多くの研究者の見方ようです。もし、このようなロボットたちが、我々の文明の安定的な発展には、生身の人間は有害である、と判断したらどうなるでしょうか。これは明らかに人類にとっての **X-Event** となるでしょう。

### シナリオ11：金融市場の崩壊

1929年に始まった世界恐慌では、多くの人が職を失い、世界の経済が停滞しました。今では、世界経済はより強く複雑に結びついていますし、株価や金融市場の一部はアルゴリズムによってミリ秒の単位で取引されています。もし、同じようなことが起きるとすれば、今度はもっと急激に、世界全体を同時に巻き込んだ形で起きるでしょう。

これらのシナリオの多くに共通するのは、人類社会の複雑さが原因の一端となっている、ということです。筆者は、互いに連動する2つのシステムの間での“**complexity gap**”、すなわち複雑さの差が大きくなりすぎたときに **X-Event** が発生する、としています。例えば、インターネットや電力網、金融市場などは複雑さが増してきていて、それらをコントロールする側（政府・電力会社など）の能力では、制御できなくなってきました。**X-Event** は、複雑さのギャップに耐え切れなくなったシステムが、急激にそのギャップを埋めようとする事象だと言うのです。

### 3. 我々は何をすべきか？

これらのシナリオが、そのままの形で起きるとは、筆者も主張していません。しかし、これらに類似した何かが、いずれかのタイミングで起きるのは避けられないでしょう。では、我々に何ができるのでしょうか？

この本の第3部では、我々科学者にできることが3つあると書かれています。

その1つは、**X-Event** の早期警報を出すことです。早期警報のテクニックには、2つあります。一つは、数学的な手法です。複雑なシステムが大きな雪崩現象を起こす前に、様々な特有の挙動を示すことが知られています。システムの挙動が不安定になったり、特定の方向に偏りがちになったりすることなどです。ただし、このような早期警報のテクニックは、システムが正確にいつ、どのような規模で崩壊するか、について教えてくれるわけではありません。あくまでも、大きな危険が近づいている、ということを教えてくれるだけです。早期警報のもう一つのテクニックは、シミュレーションを行うことです。特に、著

者はマルチエージェントシミュレーションによるシナリオ検討の重要性を説いています。

**X-Event** に対する2つめの可能な取り組みは、**X-Event** の発生を防止する、あるいは遅らせる、そして規模をできるだけ小さくコントロールすることです。一つのアイデアは、システムの複雑さを人工的に縮小することです。例えば、パンデミックの可能性が高まった時には、長距離の旅行を制限する、などの方法が考えられます。この本には出て来ませんが、似たような面白いアイデアは、ネットワークに遅れを入れることです。例えば金融市場のメルトダウンが起きそう、あるいは起き始めたときには、ネットワーク全体に一定のディレイを入れることによって、急激な変動を抑えることができるかもしれない、というものです。

我々にできる3つ目のことは、起きてしまった**X-Event** に対してどのように対処するか、あるいは、対処できるようにシステムを予め設計しておくか、という観点です。**John Casti** は、ここには3つの方略があるとしています。一つは **Adaptive** である、つまりシステムが柔軟に環境変化に追随できるようにする、というものです。2つめはこの本では **Resilient** と言っていますが、要するにシステムに多様性を持たせて、様々な外乱に対応しようというものです。そして3つめが **Redundancy**、冗長性で、**X-Event** が起きたとしても十分な備蓄があれば生き残れる、ということです。

#### 4. 終わりに

私たちの **Systems Resilience** プロジェクト[4]では、今のところ、システムが生き残るための主要な3つの方略は

1. **Adaptability** (適応性)
2. **Redundancy** (冗長性)
3. **Diversity** (多様性)

であると考えています。これに加えて、人々が絡むシステムにおいては、

4. **Altruism** (利他性)

が重要な役割を担うものだと仮説を立てています。我々はこの仮説を証明する計算モデルを作り、生物学・生態学・金融・社会システムなどの様々な分野におけるレジリエンスの性質を明らかにしていきたいと考えています。

#### 参考文献

1. John Casti, *X-Events: The Collapse of Everything*, ISBN-13: 978-0062088284, 2012.
2. Nassim Nicholas Taleb, *The Black Swan: Second Edition: The Impact of the Highly Improbable*, ISBN-13: 978-0812973815, 2010.
3. Duncan J. Watts, *Everything is Obvious: Once You Know the Answer*, ISBN-13:

978-0385531689, 2011.

4. 丸山宏, 井上克巳, 椿広計, 明石裕, 岡田仁志, 南和宏, システムズ・レジリエンス, 第11回情報科学技術フォーラム, 2012年9月.