

Knowing natural and technological disasters

自然災害と技術的災害を知る

The natural phenomenon itself, which is the cause of disasters, does not change, but as the human society becomes more complex and supported by many technologies, disasters evolve and cause unprecedented damage.

災害因である自然現象そのものは変化しないが、多くの技術によって支えられる複雑な人間社会となるにともなって災害も進化し、これまでにない被害が発生するようになる。

If you know your enemy and know yourself, in a hundred battles you will never be defeated.

(The Art of War)

彼(敵)を知り己を知れば、百戦あやうからず(兵法)

This saying teaches the importance of:

この諺は次のことの大切さを教えている

Knowing the enemy means scientifically understanding the causes of disasters and the factors (mechanisms) that spread the damage.

災害をもたらす原因および被害を拡大する要因やメカニズムについて科学的に理解する(敵を知る)

Knowing themselves means recognizing the tendency of human behavior in the face of a disaster and the preparedness (vulnerability) of our society to a disaster.

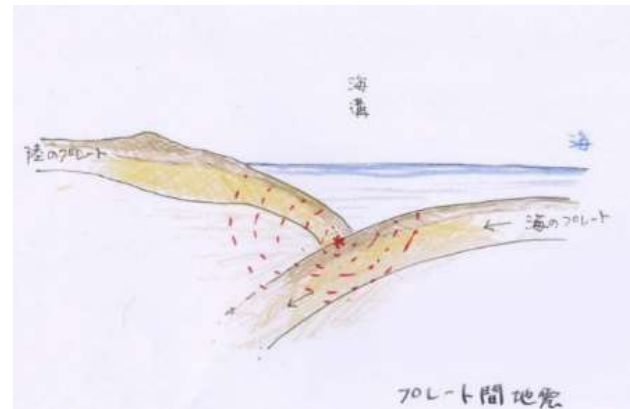
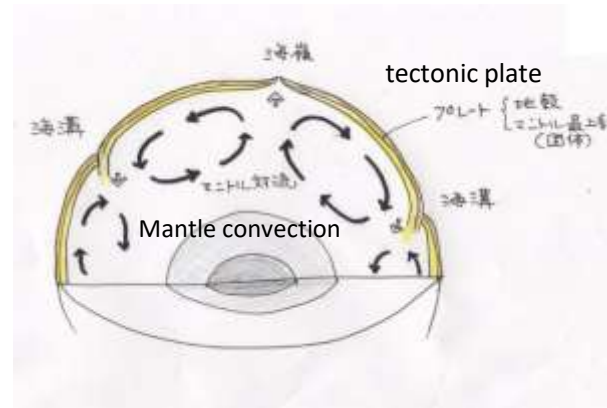
われわれの属する社会の災害に対する準備状況や、自分たちが災害に直面した場合の心理・行動の傾向について知る(己を知る)

Scientific understanding the causes of disasters

災害の原因についての科学的理解

Plate tectonics (mechanism of crustal movement)

プレートテクトニクス(地殻運動のメカニズム)



Interplate earthquake

プレート間地震



Intraplate earthquake

プレート内地震

Types and characteristics of disasters

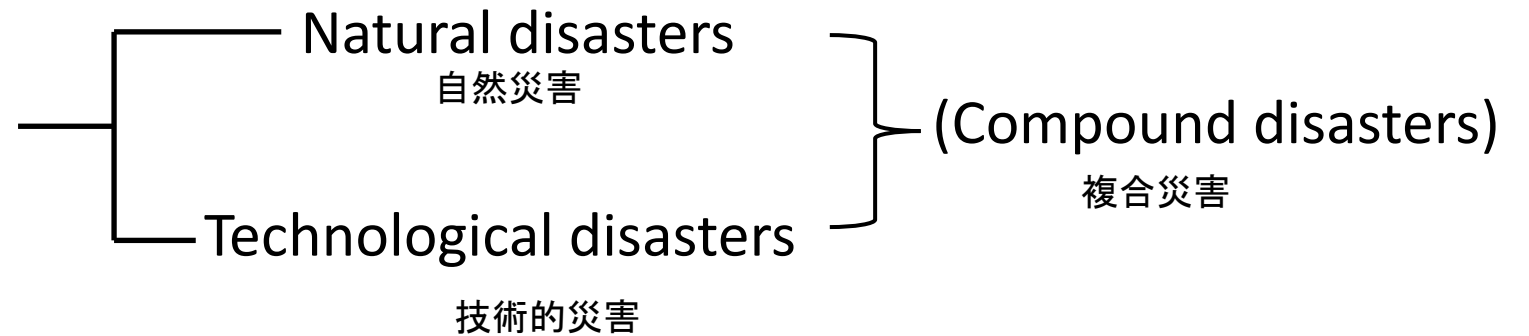
災害の種類と特性

■ Everyday disasters

日常災害

■ Unusual disasters

非日常災害



■ Everyday disasters

日常災害

Accidents that occur in normal life, such as accidents that fall off the stairs and accidents that slip on the floor and fall, are collectively called "everyday disasters."

階段を踏み外して転落する事故や、床ですべって転倒する事故など、通常の生活の中で発生する事故を総称して「日常災害」という。

Principle of prevention 防止の原則

■ Fail safe

フェイルセーフ

Avoid major damage in the event of failure or malfunction (Example: Floor that does not give a big impact even if one falls down)

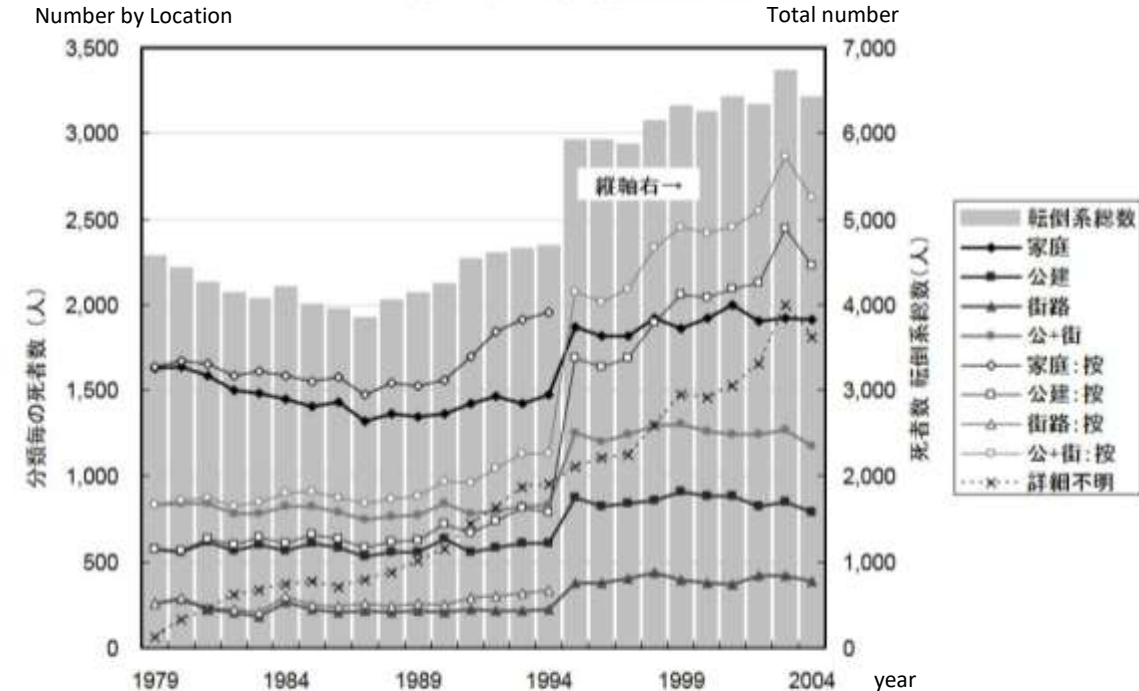
失敗や故障が起きても大事に至らないようにする
(例: 転倒しても大きな衝撃を与えない床)

■ Foolproof

フールプルーフ

Protect humans even if their ability to act and judge deteriorates (Example: Switch that is easy to operate)

行動や判断の能力が低下しても人間が守られるようにする
(例: 操作の分かりやすいスイッチなど)



Number of fatalities due to falls and tumbles

図 2.1.3 転倒・転落事故死者数の経年変化 (1979-2004)

From the website of National Institute for Land and Infrastructure Management

国土技術政策総合研究所 (国総研) ホームページから

Technological disasters

技術的災害

The consequences of a disaster are growing ever more serious as human society becomes increasingly complex, interconnected, and dependent on new technologies that carry a certain inherent level of risk and uncertainty.

人間社会がますます複雑になり、相互に関連し、特定の固有のレベルのリスクと不確実性を伴う新しいテクノロジーに依存するようになるにつれて、災害の結果はますます深刻になっている。



Fukushima Daiichi Nuclear Plant (Photo from Cryptome)

Technological disasters

- Pollution by chemical substances (1891 Ashio Copper Mine Poisoning Incident, Four Major Pollutions in Japan)
- Radiation leak accident (March 11, 2011, accident at Fukushima Daiichi Power Station)
- Traffic disaster (April 1912 luxury liner Titanic : 1513 people died)
- City fire
- Global warming (global warming)
- Pandemic (25 million plague victims in the middle of the 14th century) + Covid-19

技術的災害

- 化学物質による汚染（1891年足尾銅山鉍毒事件、四大公害）
- 放射線漏れ事故（2011年3月11日 福島第一発電所の事故）
- 交通災害（1912年4月豪華客船タイタニック号（1513人死亡））
- 都市火災
- 地球規模の大気異変（地球温暖化）
- 大疫病（14世紀の半ば、ペスト（黒死病）犠牲者2500万人）
新型コロナウイルス感染症



JR Takarazuka Line train accident 2005
JR宝塚線列車事故 2005年



Japan Airlines Jumbo Crash 1985
日航ジャンボ機の墜落事故 1985年



Great Fire of London 1666
ロンドン大火 1666年



Great Meireki Fire of Edo 1657
江戸の明暦大火 1657年

Factors that influence the magnitude of a disaster

災害の大きさを左右する要因

If the resistance of the buildings and cities we have created is sufficiently superior to the external forces of nature such as earthquakes, the structures will not be damaged, so we will not be aware of a disaster.

地震などの自然の外力に対して、私たちのつくってきた建築や都市の抵抗力が十分勝っていれば、構造物が壊れたりしないので災害とは意識されない

But even today, in developing countries, the fragility of buildings and cities often leads to major disasters even with modest external forces.

しかし今日でも、発展途上国では建築や都市の脆弱さのために、さほど大きくない外力でも大きな災害を招くことがしばしばある。



2006 Central Java Earthquake, Indonesia



2006年 ジャワ中部地震、インドネシア

Limitations of hardware measures for disaster prevention

ハードウェア対策による防災の限界

In the 2011 Great East Japan Earthquake, the tsunami damage could not be stopped even with a double tide embankment 10 m above sea level. The damage could not be stopped only by the hardware preparation by the seawall.

2011年の東日本大震災では海面から10mの高さの2重の防潮堤でも津波被害を止められなかった。防潮堤によるハード面での備えだけでは被害を止められなかった。

Importance of software measures for disaster prevention

ソフト面の防災力の重要性

When a building undergoes physical deformation such as collapse, whether or not it becomes a major disaster depends on the soft disaster prevention capabilities such as the social system of the area and the behavior of people.

建物が倒壊するなどの物理的な変形を受けた場合、それが大きな災害になるか否かは、その地域の社会システムや人々の行動といったソフト面の防災力にかかっている。



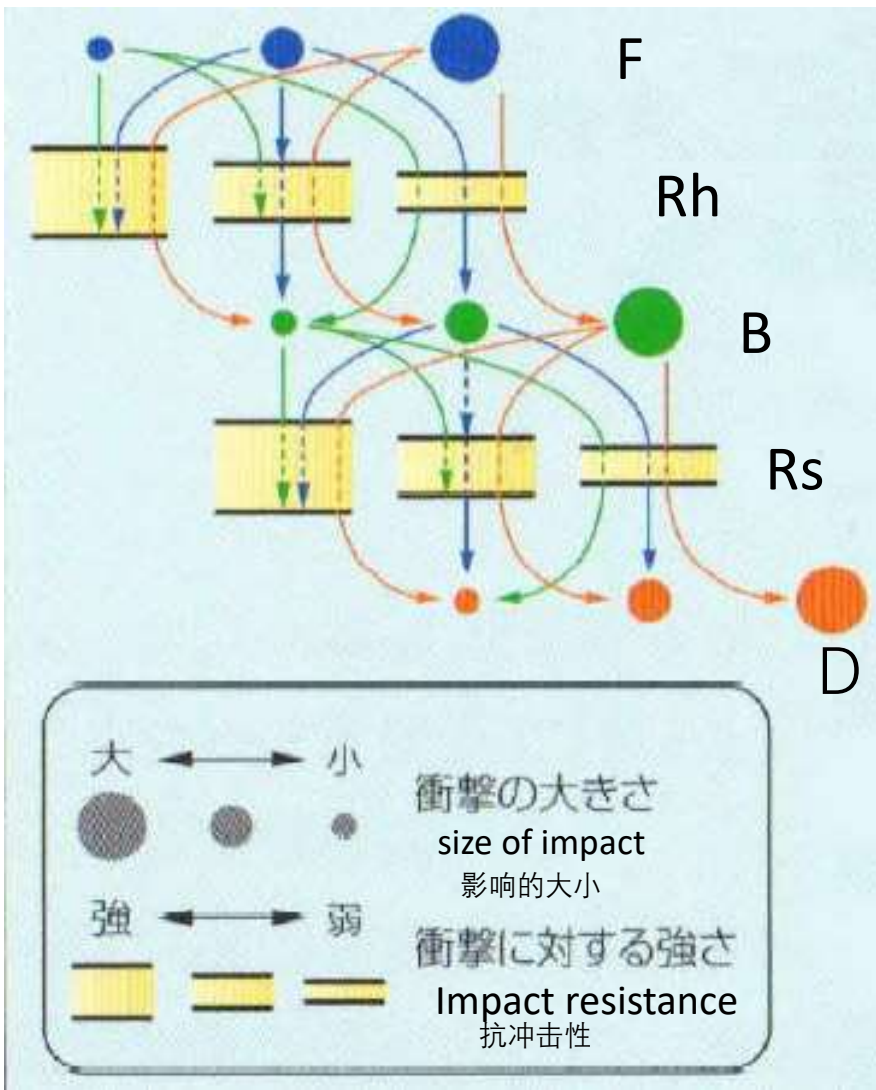
Miyakoshi,
Taro community
宮古市田老区

Determinants of Disaster Severity

災害の大きさの決定要因

The relationship described above is shown schematically in the figure below.

以上に述べた関係を模式的に示すと下図のようになる。



The degree of deformation of the built environment is expressed by
構築環境の変形の程度

$$B = f_1 (F, Rh)$$

Where F : The magnitude of the impact of the natural external force

Rh : the physical resistance

ただし F : 自然の外力 (災害因の衝撃の強さ)

Rh : 物理的な抵抗力

D: The severity of a disaster is expressed by

D : 災害の大きさ

$$D = f_2 (B, Rs)$$

Where B: above defined degree of deformation of the built environment

Rs : the disaster prevention power of soft aspects
(such as social systems and human behavior)

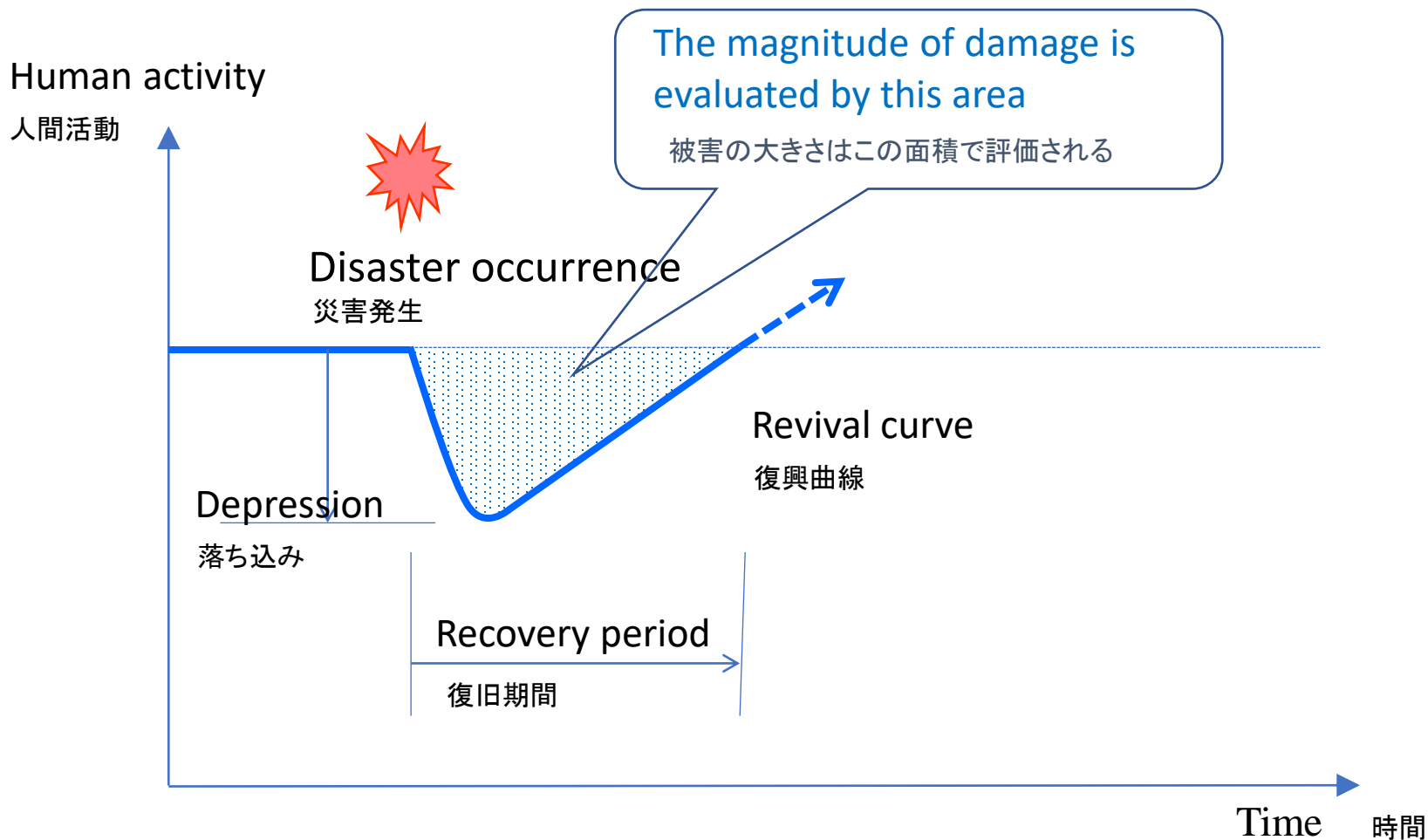
ただし B : 上式で示した構築環境の変形の程度

Rs : ソフト面の防災力 (社会システムや人間行動)

$$D = f (F, Rh, Rs)$$

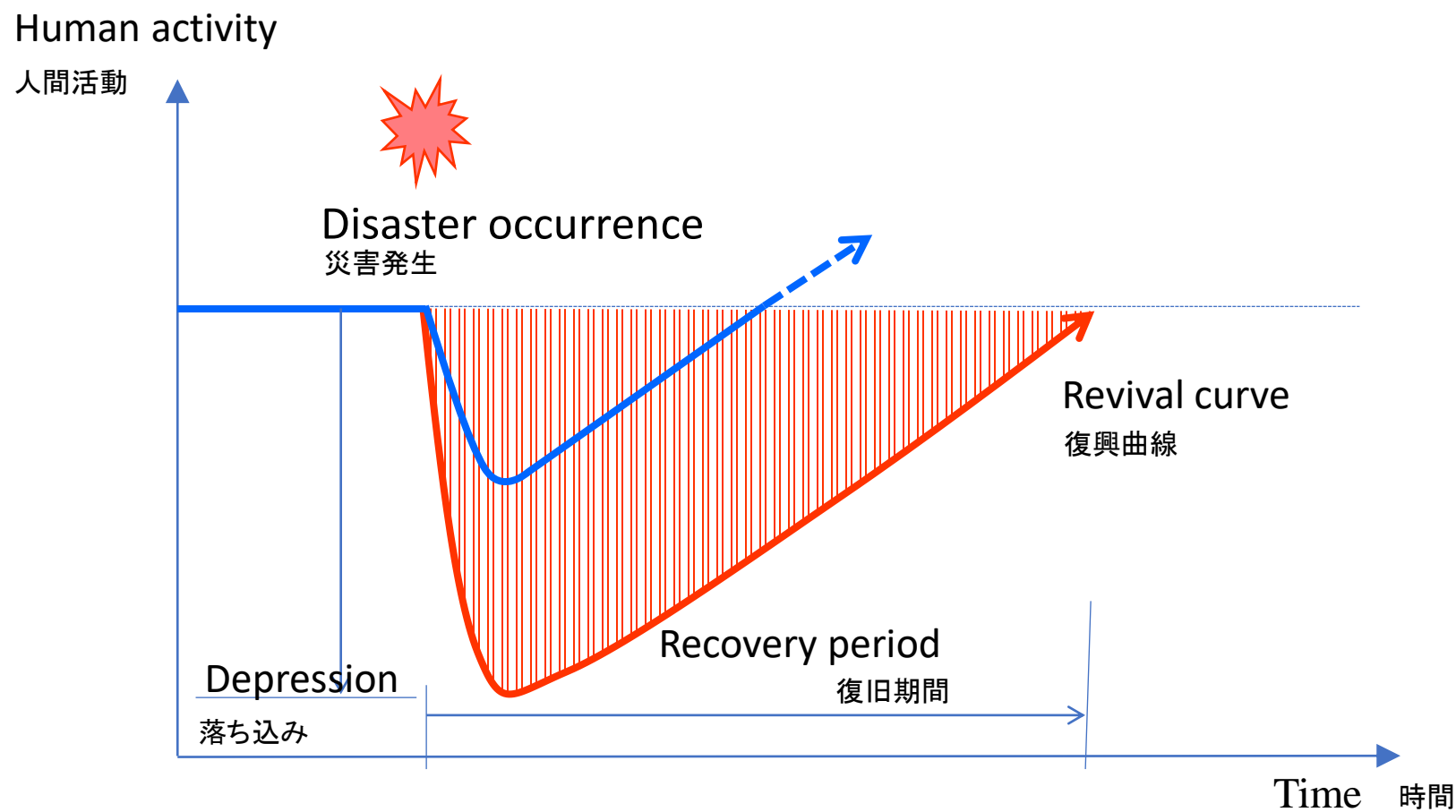
Furthermore, in addition to the resistance in the event of such a disaster, it is also important to have the ability to recover from an abnormal condition after the disaster, that is, to have a program for prompt recovery and reconstruction to normal life.

さらに、このような災害発生時における抵抗力に加えて、被災後の異常な状態からの復元力、すなわち平常の生活への速やかな復旧と復興へのプログラムをもつことも防災力として重要である。



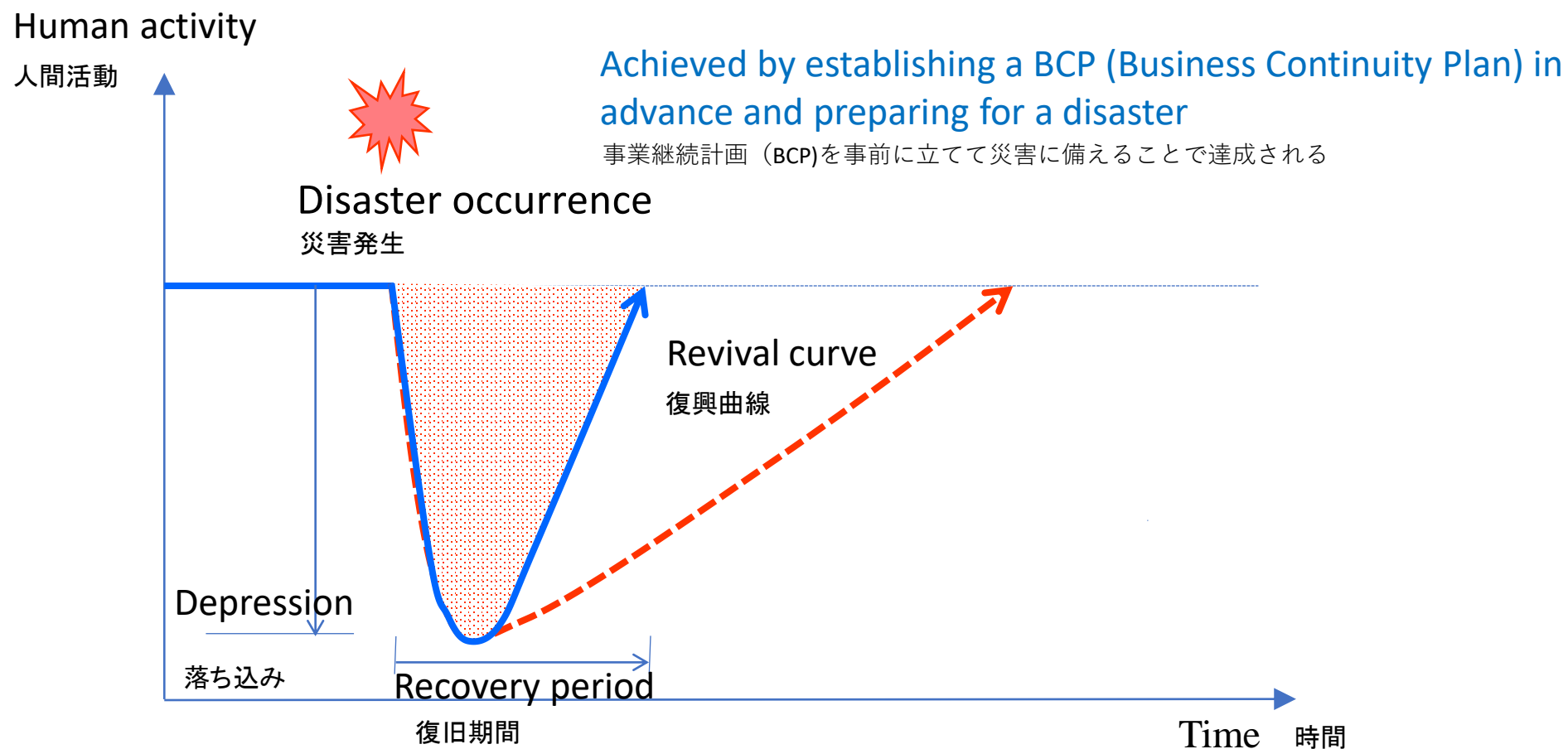
When the built environment is vulnerable

構築環境が脆弱な場合



When the resilience of the built environment is large

復元力(レジリエンス)が大きい場合



Characteristics of human behavior in the event of a disaster

災害時の人間行動の特性

If appropriate actions are taken in the event of a disaster, damage can be minimized.
For that purpose, it is important to understand the behavioral characteristics of human beings in the event of a disaster.

災害の発生時に適切な行動がとれれば、被害を最小限に止めることができる。
そのためには、災害時の人間の行動特性を理解することが重要である。

■ Why does knowledge not involve action?

(Similar to environmentally friendly behavior)

知識に行動が伴わないのはなぜか？（環境配慮行動と似ている）

■ Why is it difficult to evacuate even after hearing the warning?

警報を聞いてもなかなか避難しないのはなぜか？

■ Is it true that people panic when a disaster strikes?

災害時にパニックに陥るというのは本当か？

■ Why does knowledge not involve action?

知識に行動が伴わないのはなぜか？

■ Why is it difficult to evacuate even after hearing the warning?

警報を聞いてもなかなか避難しないのはなぜか？

After receiving a warning about the imminent danger, people make the following decisions before evacuating.

- 1) Confirmation of the authenticity of information,
- 2) Expected seriousness of damage,
- 3) Evaluation of feasibility and effectiveness of evacuation,

Evacuation is executed only when all the above three steps are positively judged.

人が迫り来る危険について警告を受け取ってから避難実行に至るまで以下の判断をする。

- 1) 情報の信ぴょう性の確認,
- 2) 被害の重大性の予想,
- 3) 避難の実行可能性や有効性の評価,

以上の3つのステップがすべて肯定的に判断されてはじめて避難が実行される。

When people experience fire alarm malfunctions and tsunami warning misses many times, they doubt the authenticity of the information and take time to check it with another source.

火災警報の誤動作や津波警報の空振りを何度も経験すると、情報の信ぴょう性を疑い、別の情報源で確認するために時間をとられてしまう。

Next, people make decisions as to whether they are really involved in the damage reported by the alarm. If there is no experience of disaster in the past, or if the damage is small even if it is experienced, the damage tends to be underestimated by the **normalcy bias** described later.

次に、警報で伝えられるような被害に自分が本当に巻き込まれるのかどうか、といった判断を行う。過去に被災した経験がない場合や、経験していても被害が小さかった場合には、後で述べる正常性バイアスによって被害を過小に評価する傾向がある。

Finally, we will evaluate the difficulty and effectiveness of evacuation. If you have an elderly person or a sick family, you often hesitate to do so because of concerns about danger during evacuation and concerns about staying in a shelter.

そして最後に、避難にともなう困難さや有効性について評価を行う。高齢者や病気の家族をもつ場合、避難途中での危険性への心配や避難所での滞在に対する懸念が実行をためらってしまう場合も多い。



Malfunction of fire alarm device (Tokyo Institute of Technology campus)

火災警報装置の誤動作(東京工業大学キャンパス)

Normalcy bias

正常性バイアス

Can we immediately judge that a sudden change in our environment is abnormal and act promptly to avoid danger? Looking at past disaster cases, it can be seen that many people at the disaster site were aware of some sort of incident but could not determine that it was an abnormal emergency. This is a characteristic of human behavior that is widely seen during disasters called "normality bias".

私たちは、身の回りの環境に起きた急激な変化に対して、それを即座に異常だと判断し、危険を回避すべく速やかに行動できるのだろうか。過去の災害事例をみると、災害現場の人たちの多くが、何らかの異変に気づいていながら「異常な緊急事態である」と判断できなかった場合が多いことがわかる。これは、「正常性バイアス」という災害時に広く見られる人間行動の特徴である。

This video shows the fire in a subway station in Daegu, Korea on 18th February, 2003. No one is rushing to evacuate, even if they notice a fire and smoke. This fire killed nearly 200 passengers.

2003年2月18日、韓国・大邱(テグ)の地下駅で発生した火災の映像。火や煙に気づいても、慌てて避難する人はいなかった。この火災で200人近い乗客が死亡した。



The fire in a subway station in Daegu, Korea
韓国・大邱(テグ)の地下駅で発生した火災

■ Is it true that people panic when a disaster strikes?

災害時にパニックに陥るというのは本当か？

Panic has traditionally been cited as a collective behavior * that spreads damage in the event of a disaster, as a chaotic antisocial behavior in which each person in crisis ignores the safety of others for their own safety.

パニック(panic)は、危機に直面した各個人が、自分自身の安全のために他者の安全を無視する無秩序な反社会的行動として、従来から災害時に被害を拡大する集合行動としてあげられてきた。

However, such collective regression to extreme egocentrism actually occurs very rarely. Recent research studies on human behavior during disasters have repeatedly shown that it is more common for people to evacuate in an orderly manner without panicking. Rather, it can be said that the problem is to be afraid of panic unnecessarily and hesitate to convey appropriate information.

しかし、このような極端な自己中心化への集合的退行は、実際には非常に稀にしか起きない。近年の災害時の人間行動に関する調査研究によって、人々はパニックに陥ることなく、整然と退避行動を行うことのほうが一般的な傾向であることが繰り返し示されている。むしろ、いたずらにパニックを恐れ、適切な情報の伝達を躊躇することこそ問題である。

* Collective behavior: Behavior that occurs when a large number of unorganized groups stimulate each other and uplift, including epidemics and social movements in normal times.

集合行動：多人数の組織化されていない集団が相互に刺激し合い高揚することによって生じる行動で、平常時の流行や社会運動なども含む。



US Airways aircraft crash landed on the Hudson River on January 15, 2009

2009年1月15日ハドソン川に不時着したUSエアウェイズ機
After landing, the passengers could panic on the plane, which was gradually flooded, but in reality they evacuated in an orderly manner.

着水後、徐々に浸水する機内でパニックに陥ってもおかしくない状況であったが、実際には整然と避難した。

Collective behavior in the event of a disaster

災害時の集合行動

Rumors occur every time a disaster occurs because sufficient information is not given to the information needs, and speculation caused by psychological anxiety and confirmation work for it are chained. In recent years, the speed and scope of the spread of false information by SNS has become a major issue.

災害のたびに流言が発生するのは、情報ニーズに対して十分な情報が与えられないため、心理的な不安に起因する憶測や、それに対する確認作業が連鎖することによって発生すると考えられる。近年では、SNS(Social Networking Service)による誤情報の拡大の速度と範囲が大きな問題になっている。

The phenomenon seen after the Great East Japan Earthquake, in which certain products such as water, milk, rice, bread and other foodstuffs, and flashlights and other disaster prevention goods are bought more than necessary and run out of stock, is an excessive defense reaction. This is a typical collective action during a disaster.

Both collective actions can be prevented by promptly disseminating accurate information by a reliable institution.

東日本大震災後に見られた、水や牛乳、米、パンなどの食料品、懐中電灯などの防災グッズといった特定の商品が必要以上に買われて品薄になったり、ガソリンスタンドに車の長蛇の列ができたりした現象は過剰な防衛反応で、一種の集合行動といえる。いずれの集合行動も、信頼できる機関が的確な情報を速やかに流すことで防止できる。



Convenience store shelves in Tokyo that have become scarce due to excessive hoarding
過剰な買占めによって品薄となった東京都内のコンビニの棚

Disaster culture 災害文化

In areas often struck by the violence of a particular natural force, people have accumulated for many years the wisdom to reduce the destructive power of a disaster by handing down the experience of the disaster. This system of wisdom is called "disaster culture."

ある特定の自然の猛威にしばしばさらされる地域では、人々は災害の経験を伝承することによって、災害による破壊力を低減するための知恵を長年にわたって集積してきた。この知恵の体系を「災害文化」という。

The function of disaster culture can be considered from the hardware and software aspects. On the hardware side, there are technologies for house structures and town development considering disaster prevention, and facilities for predicting and observing disasters.

災害文化のはたらきは、ハード面とソフト面から考えることができる。

ハード面としては、防災的な家屋構造やまちづくりのための技術、災害発生の予知・観測のための技術や防災施設の整備などがある。

On the soft side, there are individual levels such as the sensitivity to read precursors, wisdom for accurate situational judgment, and prompt response actions based on it. At the community level, social solidarity is maintained by sharing disaster prevention awareness. It also includes establishment of the transmission of alarms and the emergency / recovery systems.。

一方のソフト面としては、前兆を読む感性、的確な状況判断のための知恵、そしてそれに基づく迅速な対応行動などといった個人レベルと、コミュニティレベルの防災意識の共有による社会的連帯、警報伝達、応急・復旧体制の整備などがあげられる。

Disaster culture in heavy snowfall areas

豪雪地帯の災害文化

In this area, due to the need to live in the snow in winter, an eaves passage called "Gangi" was set up so that people could come and go through the streets even during the snowy season, creating a unique cityscape. Gangi is generally private land, not public roads, and the landowner provides the site free of charge as a shared property of the area and uses it for the convenience of passers-by.

この地域では、冬の雪に埋もれる生活上の必要から、積雪期においても通りを往来できるように「雁木」と呼ばれる軒先通路が設けられ、独特の街並みがつくられるようになった。雁木は一般的に公道ではなく私有地であり、その地権者は地域の共有財産として無償で敷地を提供して、第三者の利便のため利用させている。



Gangi in Joetsu City, Niigata Prefecture

新潟県上越市(高田)の雁木

Fire wall to protect from city fire

市街地火災から守る防火壁

Based on the experience of repeated urban fires, this town of Izuhara protected the town from large fires by installing and partitioning fire walls as urban infrastructure. It is common to set up a fire protection section in a building to prevent the spread of fire, but it is rarely applied to towns. A part of this great effort has been left as a valuable historical building to this day and is one of the tourism resources.

この厳原町は、度重なる市街地火災の経験から、都市のインフラとして防火壁を設置して区画することでまちを大火から守っていた。建築物で防火区画を設けて延焼を防ぐ手法は一般的だが、まちに適用されるのは珍しい。この多大な努力の結晶の一部は、貴重な歴史的建造物として今日まで残され、観光資源の一つとなっている。



Fire wall in Izuhara Town, Tsushima, Nagasaki Prefecture

長崎県対馬の厳原町の防火壁

Typhoon-resistant houses in Okinawa

沖縄の台風に強い家屋

The Okinawa region is a typhoon-prone area. The traditional dwellings found in this region are surrounded by stone walls and windbreaks of Fuku trees, and the low roof tiles of the hipped roof are plastered.

The south side of the house is an open space with a deep eaves called AMAHAJI, and there is a pillar at the tip of the eaves that suppresses the blow-up by strong winds.

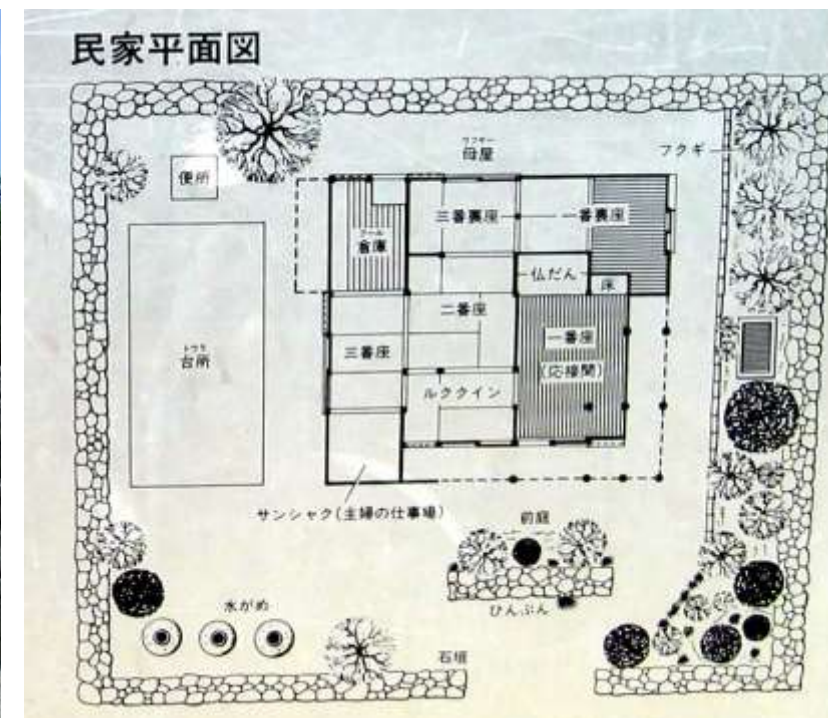
Inside the gate, a self-supporting wall called HINPUN protects privacy and at the same time catches strong winds.

沖縄地方は台風の常襲地帯である。この地方に見られる伝統的な住居は、屋敷の周りを石垣とフク木の屋敷林で守り、低く抑えられた寄棟屋根の赤瓦は漆喰で固められている。家屋の南側は雨端と呼ばれる深い土庇のある開放的空間で、庇の先端には雨端の柱があり、強風による吹き上げを押さえている。門の内側にはヒンプンと呼ばれる自立壁がプライバシーを守ると同時に、強風を受け止める働きもしている。



Okinawa's traditional dwelling

沖縄の伝統的住居



Software aspect of disaster culture: Sensitivity to predict the approach of a typhoon of Okinawan fishermen

災害文化のソフト面：沖縄の漁師（海人：ウミンチュー）の台風接近時の感性

In Okinawa, the soft aspects of disaster culture, such as the sensitive sense of weather and sea conditions and the wisdom of ancestors, have been inherited.

沖縄では、天候や海の状況の敏感さ、先祖の知恵など、災害文化のソフト面が受け継がれてきた。

They used to predict the approach of a typhoon from the abnormal movement of clouds, predict the course of the typhoon according to the direction of the sky quake, and take measures such as reinforcing the side of the house that is expected to be affected by the strong wind. Today, however, they are relying on weather forecasts and their sensibilities are being lost.

雲の異常な動きから台風の接近を予測し、海鳴りの方向から台風の進路を予測し、強風の影響が予想される側の家を補強するなどの対策を講じていた。しかし、今日では天気予報に頼り、彼らの感性は失われている。

However, upon receiving the forecast of the approaching typhoon, there is a strong sense of solidarity as a community that cooperates and promptly prepares, such as connecting fishing boats in the port to each other with ropes. A social system that cooperates with the entire community against disasters continues to live as a disaster culture.

しかし、台風接近の予報を受けると、港の漁船どうしをロープで互いに結ぶなど、協力して速やかに準備を行う共同体としての連帯意識が強い。災害に対するコミュニティ全体として協力し合う社会システムが、災害文化として生き続けている。



Itoman Fishing Port, Okinawa 沖縄県糸満漁港

Cultural landscape and new disaster culture

文化景観と新たな災害文化

As we have seen, many years of handing down disaster culture techniques have created cultural landscapes with rich expressions that are unique to each region. It is now a valuable asset to the city.

In response to disasters that continue to "evolve" in response to today's changes in the environment and society, it is necessary not only to inherit the wisdom of our predecessors, but also to create and nurture a new disaster culture.

ここまで見てきたように、長年にわたる災害文化の技術伝承によって、それぞれの地域に特色のある豊かな表情をもつ文化景観が形づくられてきた。それが今ではそのまちの貴重な財産になっている。

今日の環境と社会の変化に対応して「進化」し続けている災害に対して、単に先人の知恵を受け継ぐだけではなく、災害文化を新たに創り出し、育成する必要がある。



Cultural landscape of Taketomi Island village, Okinawa

沖縄県竹富島集落の文化景観

Temporary housing project considering social interaction

対人交流を考えた仮設住宅の提案



Conventional temporary housing 従来型の仮設住宅



Proposed temporary housing 提案された仮設住宅

- The parallel rows with north-facing entrances in conventional temporary housing make people less likely to encounter.
従来の仮設住宅では北入りの平行配列で、人と遭遇する可能性が低い。
- After the 1995 Hanshin-Awaji earthquake, more than 260 elderly people were found dead alone in temporary housing.
1995年の阪神・淡路大震災では、仮設住宅で260人以上の高齢者の孤独死がみられた。
- These solitary deaths were attributed to the typical temporary-housing design, and could have been prevented through improvements in temporary-housing.
これらの孤独死は、典型的な仮設住宅の設計に起因しており、仮設住宅を改善することで防ぐことができたと考えられる。
- Architectural research group of University of Tokyo proposed face-to-face entrance to be able to feel a sense of community. As the result, the wood deck was used as common space to activate community building by inhabitants*.

東京大学の建築研究グループは、共同意識が感じられるような対面式の玄関を提案し、その結果、ウッドデッキが共有スペースとして活用され、住民のコミュニティ形成が活性化された*。

*Dr. Kazuhiko Nishide, & Mr. Ryosuke Tomiyasu: The effects of community-care housing design on inhabitants' community building: Examination of temporary-housing project in Iwate prefecture after the 2011 East Japan earthquake, EDRA44, 2013

Misfit of reconstruction housing with foreign aid to the traditional lifestyle

海外援助による復興住宅と伝統的な生活様式の不一致

Disaster reconstruction housing built with overseas assistance after the 2006 Central Java Earthquake in Indonesia.

2006年インドネシア・ジャワ島中部地震後、海外からの支援で建設された災害復興住宅

The curved concrete outer walls are extremely difficult to expand or modify to suit their lifestyle.

湾曲したコンクリートの外壁は、自分たちのライフスタイルに合わせて拡張・変更することが極めて困難。



Traditional Javanese dwelling with porch , which provided a place for daily interaction with neighboring residents

近隣住民との日常的な付き合いの場を提供していた深い底のポーチのある伝統的な住居



Reconstruction housing with traditional spatial characteristics by a local architect

地元の建築家による伝統的な空間特性をもつ復興住宅

Disaster reconstruction housing designed by a local architect has become established as a house that suits the lives of residents and the surrounding environment in just a few years.

地元の建築家が設計した震災復興住宅は、わずか数年で住む人の生活や周辺環境に合った住宅として定着している。

2006年(平成18年)12月12日 火曜日 享月



被災地の建設現場で、作業員たちに声をかけるエコ・ブラウトさん(右)。復興住宅の鋭く上がった屋根は、ジャワの伝統的な形だ＝パントゥル県で、武田剛撮影



2006

Changes in reconstruction housing over time
復興住宅の経年変化



2009

Summary

まとめ

Types and characteristics of disasters

Determinants of disaster severity

Human behavior in the event of a disaster

Disaster culture

Design of temporary/reconstruction housing

災害の種類と特性

災害の大きさの決定要因

災害時の人間行動の特性

災害文化

仮設住宅・復興住宅のデザイン