自然にひそむ相似形

きっかけは国境の長さ

1 国境の長さで主張が食い違う

2 細かく計測すればするほど長くなる

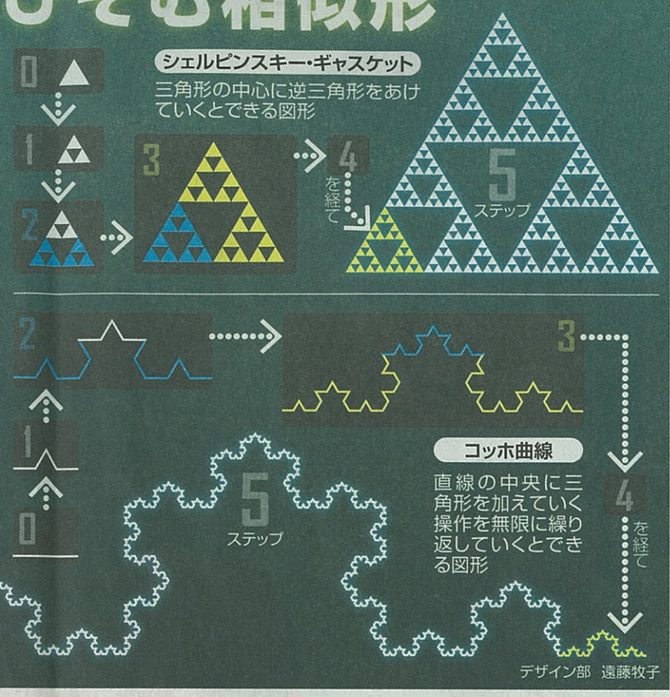
3 1960年代にマンデルブロ博士が着目
- 一部を拡大しても元と同じような複雑な形が現れる
- 物差しの大きさと測った長さとの間に規則性がある

複雑な形の規則性を数学でとらえた「フラクタル理論」に発展

ブノワ・マンデルブロ博士
ポーランド出身の数学者。理論をまとめ、1975年に「フラクタル」という言葉を提唱

フラクタルとは

どの部分を拡大しても、全体と同じような複雑な形をしている特徴(自己相似性)を持つ図形



デザイン部 遠藤牧子

活躍の場広がる

木陰を模した日よけ
フラクタル(シェルピンスキー・ギャスケット)の特徴を持つ図形に似た穴があけられた日よけ。風通しがよく屋根が熱くならないため、体感温度が2～3℃低くなる(酒井敏・京大教授提供)

コンピューターグラフィックスに
フラクタル理論に基づいて描かれたコンピューターグラフィックスの雲(西田友是・東大名誉教授提供)

€¥$

他にも経済理論などに使われている

サイエンス View

木を見れば森が分かる

図形の一部を拡大すると、元の図と同じような形になっているものを「フラクタル」と呼ぶ。海岸線や雲など、自然にはこの特徴を持つものが多い。こうした複雑な数学の考え方でとらえる「フラクタル理論」が、コンピューターグラフィックス(CG)や経済理論などの分野で活用されている。

（大山

■国境の長さ 測り方で差

カリフラワーから切り取った小さい房は、元の房によく似た形をしている。更に小さく分けてもやはり似ている。一部を切り出しても、元とよく似た形が現れる「自己相似性」は、フラクタルの考え方の基本だ。

線の中央に小さな三角形を無限に付け加えて作るコッホ曲線や、三角形の中に逆三角形の穴を開けて、分かれてできた三角形にも同じ操作を繰り返して作るシェルピンスキー・ギャスケットなどが代表例。海岸線や自然の地形を基にした国境線なども不規則に見えるが、フラクタルだ。拡大しても、同じように複雑で元と似た形がどこかに現れる。

数学者、ブノワ・マンデルブロ博士は1960年代、そうした複雑な形を数学の考え方でとらえる理論をまとめた。そのきっかけは海岸線や国境線の長さを巡る議論だった。

複雑な国境線などの長さは、測る物差しの長さによって異なる。小さな物差しを使えば、より細かい凸凹まで測れるようになるからだ。当時、ポルトガルとスペインが考えていた国境の長さに差があったのもそのためだ。つまり、物差しが小さくなるほど距離が長くなる。マンデルブロ博士は、物差しと距離との間の数学的な規則性に着目した理論は、後に理論と名付けられて活用が進んでいる。

特にCG分野は頃から盛んに応用された。山や川、木自己相似性を備えたフラクタル理論は、自然な形が描けるとされている。

例えば、雲を複数の大きな球を作り、周りにフラクタル理論配置していくと、できあがる。CG分野の西田友是(ともゆき)名誉教授(68)は「分けの作れる」と話す。

■熊本地震の損失推定

身近な生活の中に活用された例もある。酒井敏・京都大教授(59)は、シェルピンスキー・ギャスケットに似た形を立体的に組み合わせた「フラクタル日よけ」を2006年に開発した。フラクタル構造の木の葉の配置を模しており、木陰のような空間を作れる。風通しがよく、日よけ自体が熱くなりにくいため、涼しく感じるのが特徴だ。オフィスビルの屋上や壁面、公園などで利用されている。

さらに現在、最も注目されているのが経済理論への応用だ。フラクタル理論をうまく応用できれば、細部から全体像をつかんだり、全体を見て細部を推定したりすることが可能になる。

高安美佐子・東京工業大准教授は、企業同士が取引をする複雑なネットワークにフラクタル構造が潜んでいることに着目。日本企業約100万社の売上高などのビッグデータから、各取引での細かいお金の流れを推定する理論を考え出した。地域経済の分析に使われているほか、2016年の熊本地震では地震直後、この理論を使って全国企業の売り上げが月億円減ると推定

高安准教授は、ネットや人のネなど、社会に潜ルの研究が進め動きをより理解になる」と話し

自然の美しさの源？

CG が進んされて幾何学があり、私たちがよっとからなの

Word クリアランスレベル

原子力発電所の廃炉などで生じる廃棄物のうち、放射性物質として扱う必要がないものを区分する基準。人体への年間線量が、自然界から受ける放射線量（世界平均で年間2・4ミリ・シーベルト）に比べて十分に低い年間0・01ミリ・シーベルト以下になるように、2005年の原子炉等規制法改正で定められた。基準をクリアした廃棄物は、経済産業省の認可を受けた上で、再利用や通常の産業廃棄物と同じように処分することができる。

自然界の放射線量より低く

国内では現在、1998年に運転を停止した日本初の商業用原発「日本原子力発電東海発電所」（茨城県東海村）で、廃炉による廃材の再利用が進められている。東海

元の図と同じような形になっているものを「フラクタル」
自然にはこの特徴を持つものが多い。こうした複雑な形を
フラクタル理論」が、コンピューターグラフィックス（C
活用されている。

（大山博之）

長さ 測り方で差

似た形がどこかに現れる。

数学者、ブノワ・マンデルブロ博士ⓓは1960年代、そうした複雑な形を数学の考え方でとらえる理論をまとめた。そのきっかけは海岸線や国境線の長さを巡る議論だった。

複雑な国境線などの長さは、測る物差しの長さによって異なる。小さな物差しを使えば、より細かい凸凹まで測れるようになるからだ。当時、ポルトガルとスペインが考えていた国境の長さに差があったのもそのためだ。つまり、物差しが小さくなるほど距離が長くなる。マンデルブロ博士は、物差しと距離との間の数学的な規則性に着目。まとめた理論は、後にフラクタル理論と名付けられ、世界中で活用が進んでいる。

特にCG分野では、80年頃から盛んに応用されてきた。山や川、木や雲などは自己相似性を備えており、フラクタル理論を使えば自然な形が描けるためだ。

例えば、雲を描く場合、複数の大きな球で雲の原型を作り、周りに小さな球をフラクタル理論に基づいて配置していくと自然な形ができあがる。CG研究で草分けの西田友是（ともゆき）・東京大名誉教授（68）は「リアルな画像を少ないデータと手間で作れる」と話す。

震の損失推定

をうまく応用できれば、細部から全体像をつかんだり、全体を見て細部を推定したりすることが可能になる。

高安美佐子・東京工業大准教授は、企業同士が取引をする複雑なネットワークにフラクタル構造が潜んでいることに着目。日本企業約100万社の売上高などのビッグデータⓓから、各取引での細かいお金の流れを推定する理論を考え出した。地域経済の分析に使われているほか、2016年の熊本地震では地震直後、この理論を使って全国企業の売り上げが月約7000億円減ると推定した。

高安准教授は「インターネットや人のネットワークなど、社会に潜むフラクタルの研究が進めば、社会の動きをより理解できるようになる」と話している。

自然の美しさの源？

CGの世界では早くからフラクタルの応用が進んでおり、芸術的な画像が次々と生み出されてきた。万華鏡をのぞいたような複雑な幾何学模様や、幻想的な花などを描いた作品があり、フラクタルアートと呼ばれている。私たちが自然のものを美しく感じるのは、ひょっとしたらフラクタルの特徴を備えているからなのかもしれない。

ⓓビッグデータ　人々の暮らしや経済活動で生み出される膨大な電子情報。例えば、ソーシャル・ネットワーキング・サービス（SNS）上の書き込みや全地球測位システム（GPS）の位置情報、診療情報、交通系ICカードの移動履歴などがある。情報通信技術の発展によってこうしたデータの収集、分析が可能になった。顧客の動向などをつかんで売り上げを増やしたり、サービス向上につなげたりするなど、ビジネスで盛んに応用されている。

ⓓブノワ・マンデルブロ博士　1924年生まれ。子どもの時にポーランドからフランスに移住し、パリ大学で博士号を取得。その後、渡米し、IBMの研究所の研究員やエール大学教授などを務めた。2003年に日本国際賞を受賞した。10年に死去。フラクタルという言葉は、マンデルブロ博士の造語で、ラテン語で「ちぎった」「壊れた」などという意味の「fractus」が語源になっている。

自然界の放射線量より低く

業廃棄物と同じに処分することできる。

内では現在、18年に運転を停止した日本初の商業用原発「日本原子力発電東海発電所」（茨城県東海村）で、廃炉による廃材の再利用が進められている。東海原発の全廃棄物約20万㌧のうち、クリアランスレベルを満たしているのは約2割にあたる約4万1100㌧。このうち、これまで約2300㌧がベンチやテーブルの脚部などに加工された。

廃棄物を利用したベンチ＝写真＝は今年3月現在で63台作られ、主に日本原子力発電の施設内で使われている。ただ、今後の用途拡大については検討中という。

（三浦真）

読売新聞・東京新聞共催セミナー
主催／読売新聞社広告局・東京新聞広告局　協賛／大東建託

賃貸住宅経営の“今”が分かる！
新たに賃貸経営を検討されている方、建て替えをお考えの方、必見。

企画・制作 読売新聞社広告局　広告

最新の賃貸市場に見る
賃貸経営のリスクと対策セミナー

参加者全員に
もれなくプレゼント！

180名様
参加無料
事前予約制

相続税改正や低金利などによって、これからの時代の有効な資産活用法として注目を集める賃貸事業。一方で賃貸経営には、空室発生や家賃下落、自然災害などのリスクもあります。賃貸経営を検討いただく際にあらかじめご理解いただくポイントを最新の市場動向をもとに、専門家が分かりやすく解説します。

講演1　10:00～11:00
賃貸経営のリスクと対策について

優益FPオフィス 代表取締役
CFP、FP技能士（1級）、宅地建物取引士　住宅ローンアドバイザー
佐藤 益弘 氏 さとうよしひろ
企業の不動産部門でマンション開発、販売統括、管理支援などの主任を務める中、ファイナンシャルプランナーの資格を取得し、独立。不動産にまつわるお金のプロフェッショナルとして、住宅ローンや相続・事業承継、賃貸物件経営や空き家対策など、年間多数の顧客サポートを担当。

講演2　11:10～12:10
今後選ばれつづける賃貸住宅とは

住宅産業研究所 専務取締役
清水 直人 氏 しみずなおと
住友林業で8年間営業現場を経験後、2001年3月に住宅産業研究所へ入社。営業マンや各地のメーカー、ビルダーに取材し、時代に合った住宅販売戦術を分析。その情報をもとに、研修や講演活動をする他、月刊TACTなどに執筆。アパート市場の販売

日時　7月22日(土)
10:00～12:10
(開場9:30)

会場　品川イースト
ワンタワー 21階
東京都港区港南2-16-1
※品川駅直結

同時開催・要予約　個別相談会
ご所有の土地が賃貸経営に適しているか知りたい、空き家を活用したい等、賃貸経営や土地活用の疑問やお悩みに、専任
Ⓐ10:00～ Ⓑ11:10～ Ⓒ12:10～ Ⓓ13:00～

お申し込み方法
ご希望の方は、以下の必要事項にお答えの上、電話・FAX・WEB・ハガキのいずれかでお申し込みください。①氏名（ふりがな）②〒・住所③電話番号④年齢⑤職業⑥参加希望人数⑦同行者の名前⑧同行者の〒・住所⑨個別相談会の有無⑩個別相談会の希望時間帯（第1～第3希望まで）及び相談内容

電話　0120-524-411（平日 9:30～18:00）
FAX　03-5577-3043（24時間受付）
WEB　http://www.fudousan-seminar.net/yomiuri/
ハガキ　〒101-0054　東京都千代田区神田錦町1-8-11
錦町ビルディング7階　「賃貸経営セミナーYT係」
応募締切　7月19日（水）必着

※応募多数の場合は抽選になります。落選の方への通知は行っておりません。※ご参加の方には聴講券をお送りいたします。※開催日直前のお申し込みの場合は電話で対応させていただきます。※お申し込みいただいた個人情報は、本セミナーの運営および協賛社からの商品・サービスのご案内のために利用させていただきます。※個別相談会を希望された方には、時間調整のため事務局よりご連絡させていただく場合がございます。※ご予約などの確認のため、事務局から事前にご連絡させていただく場合がございます。
※2017年6月1日から郵便料金が改定されましたので、ハガキでお申し込みの際はご注意ください。