

ルクレティウス・ダヴィンチ・寺田寅彦 ー 科学のはじまり

高木隆司 イスタサロン (2018.Sept.8)

註: 同じ内容の講演予定

「ダヴィンチ、寺田寅彦

ー 形の科学における2人のキーパーソン」

Italy-Japan Workshop2018 (12月3日)

早稲田大学理工学部

(上記講演は日本における形の科学の紹介が目的)

Italy-Japan Workshop2018 開催概要

- 今回で第14回目
- 早稲田大学GRA(グローバルロボットアカデミア) イタリア大使館, イタリアSSSA(聖アンナ大学院大学)が主体のworkshop
- 日本・イタリアのロボット研究者、およびロボットを異分野に利用している人々によるメカニズム関連の研究や文化の紹介, 情報・意見交換.
- 今年はダヴィンチ没後500年

講演の概要

1. 形の科学会の紹介 (5分)

研究対象、設立の経緯

2. 寺田寅彦の活動紹介 (10分)

ブラッグ反射の研究、
日本独自の科学と弟子達による成果、
ルクレティウスへの関心

3. 科学者としてのダヴィンチ (10分)

水の渦運動の観察、自由落下の問題、
ルクレティウスへの関心、ダヴィンチの限界

注: ルクレティウス、ダヴィンチ、寺田の共通点は、固定観念なしに自然を観察し、解釈したこと。

4. 私の最近の研究例 (5分)

物語の構造解析

1. 形の科学会の紹介

設立：1985年

母体：

物理学会（結晶成長、流体力学、etc）

化学会（高分子の構造、etc）

病理学会（細胞集合体の診断、etc）、

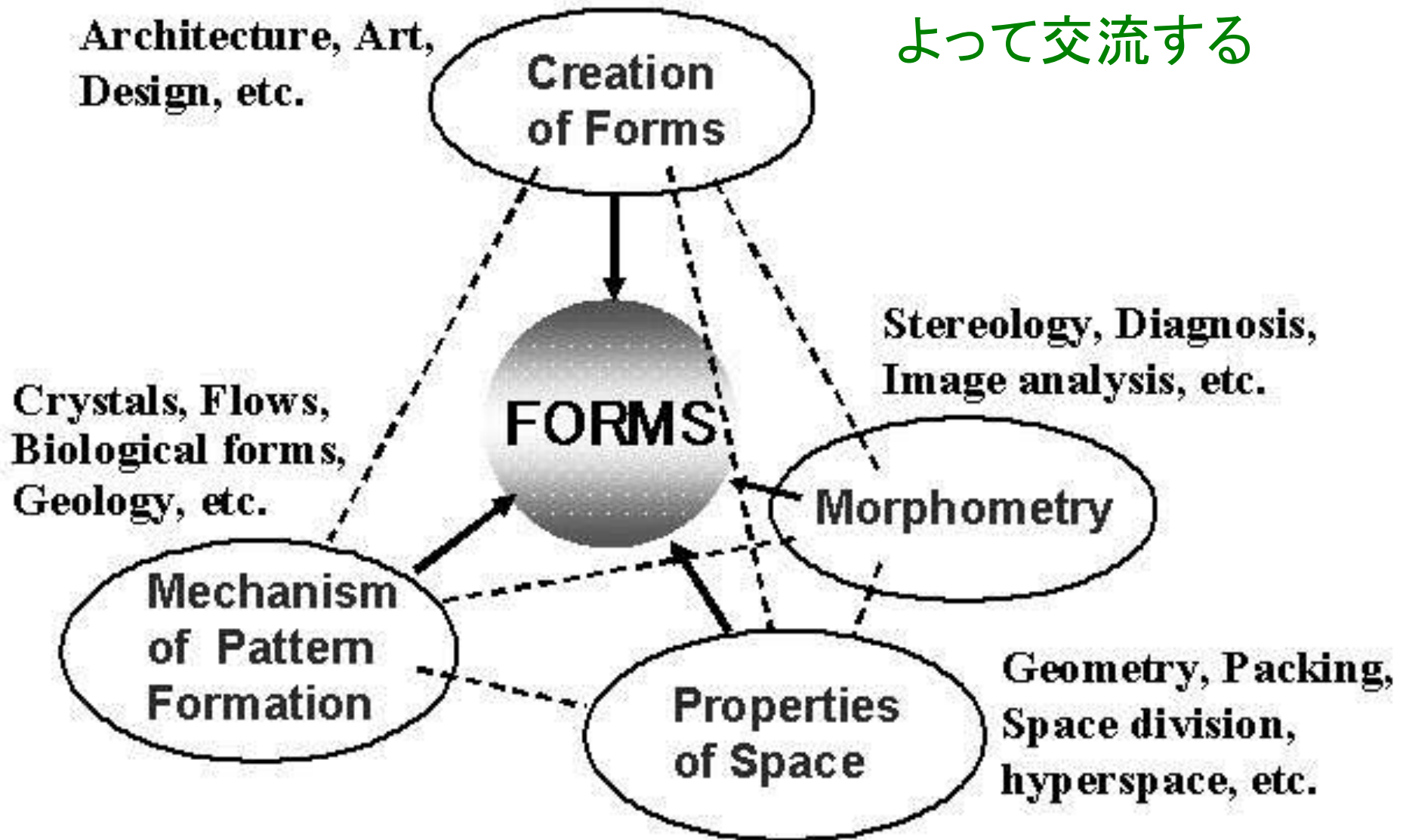
土木学会（土砂、コンクリートの内部構造、etc）

情報学会（イメージアナリシス、CG、etc）

注：当時、ステレオロジー（内臓組織やコンクリートなどの複雑な内部項構造を、2次元断面から推定する技術）が発達していた。

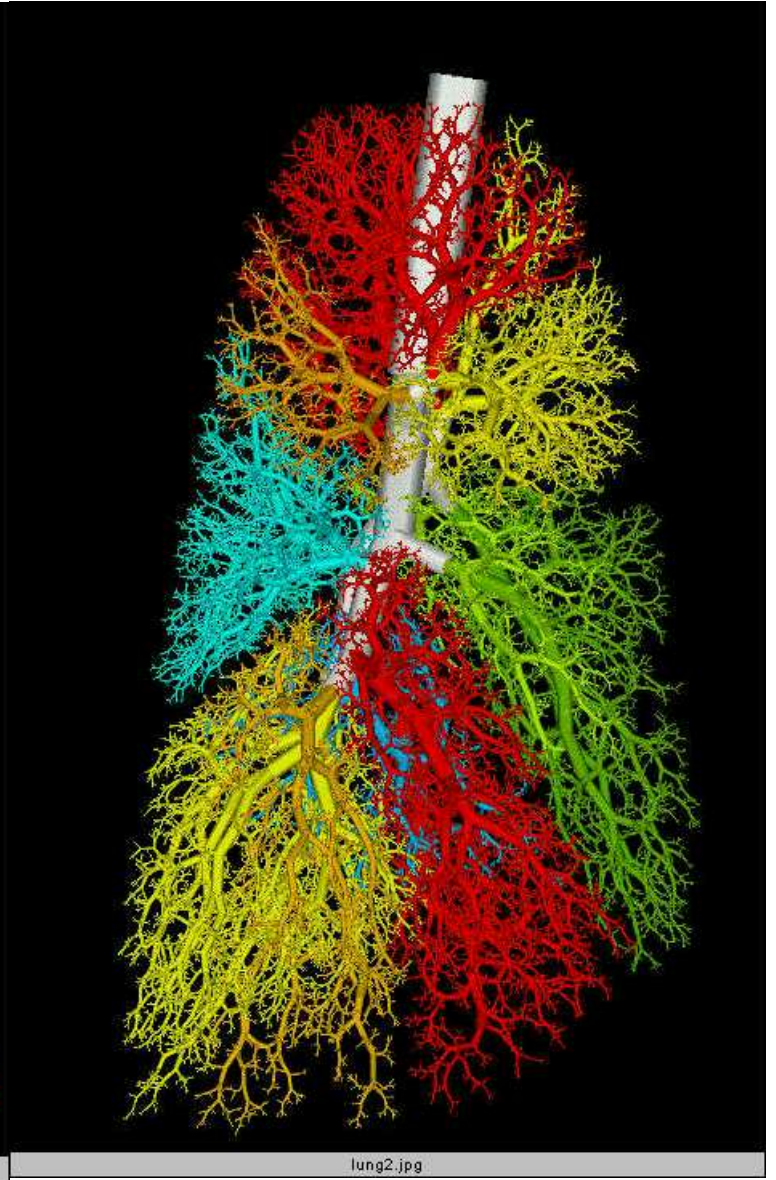
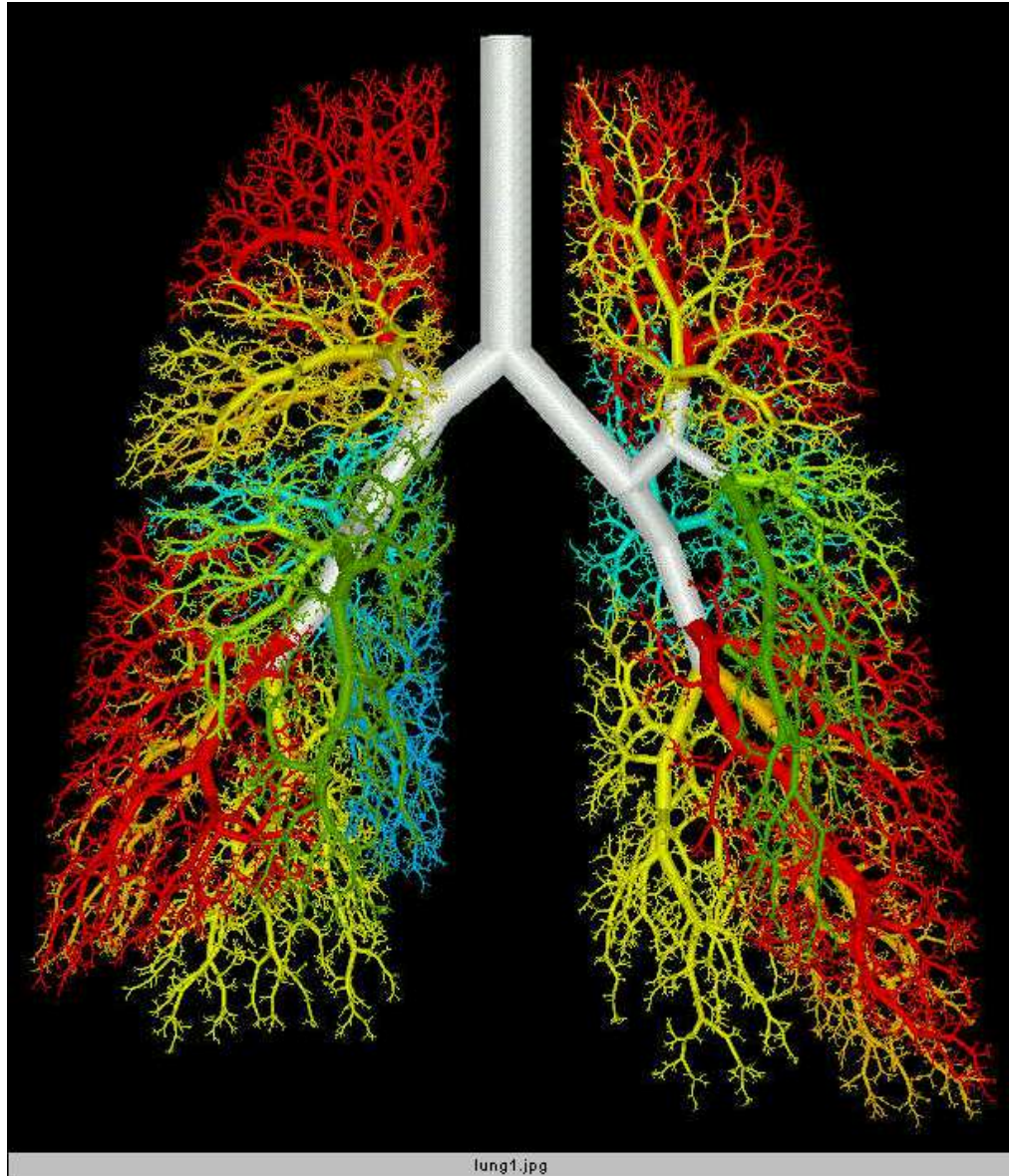
形の科学の4分野

これらの4分野が
形に対する興味に
よって交流する



異分野交流の例: 肺気管系の構築

by Kitaoka (medicine), Takaki (physics): J.Appl.Physiol.1999



形の科学会の活動

シンポジウム： 年3回 (日本国内)

研究誌発行： *Forma*, Terrapub co. Japan

国際組織 SIS Symmetry との協力

(Society for Interdisciplinary Study of Symmetry)

1979設立、President: Denes Nagy (Hungary)

注： symmetry=sym(共通の)+metry(基準)

かたち=かた(pattern)+ち(essential nature)

2019年に日本でSIS Symmetry conference開催

2. 寺田寅彦について（形の科学の創始者）

- 1909~1911 ベルリン大学滞在、
- 1913、ブラッグ反射の研究、
（結晶表面でのX線反射）
英国誌 Nature に掲載。
- 英国のBraggが3か月前に掲載
⇒ 1915 Braggにノーベル賞



- 寺田は病院の廃棄物のX線装置を修理して使用。
当時、日本からの郵便は到着に数カ月かかった。
これらのハンデキャップがなければ、寺田がノー
ベル賞を取ったであろう。

寺田にとって、これは非常に悔しい！

彼の考え方が変わる。⇒ 西洋の後ろを追わず、
日本独自の科学を志向しなければならない。

1921-1927 東京大学物理学科在籍時の出会い

藤原咲平：イギリスで渦の研究をして帰国

中谷宇吉郎：後に雪の結晶成長の実験

1921-1935 東京大学航空研究所在籍時の出会い

平田森三（最後の弟子）：破壊現象の研究

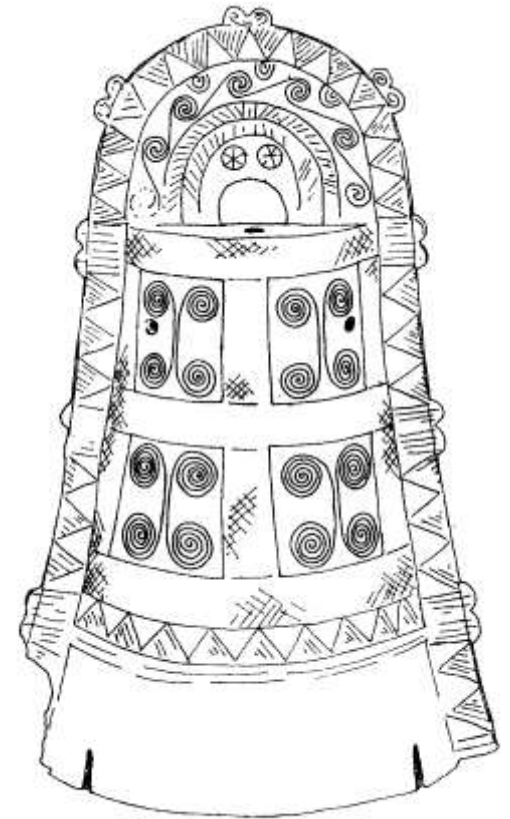
これらの巨視的現象の研究が形の科学の先駆け
になった。しかし、これは物理学の主流と見なされ
なかった。

藤原咲平 (寺田の初期の弟子)

気象学における渦の研究

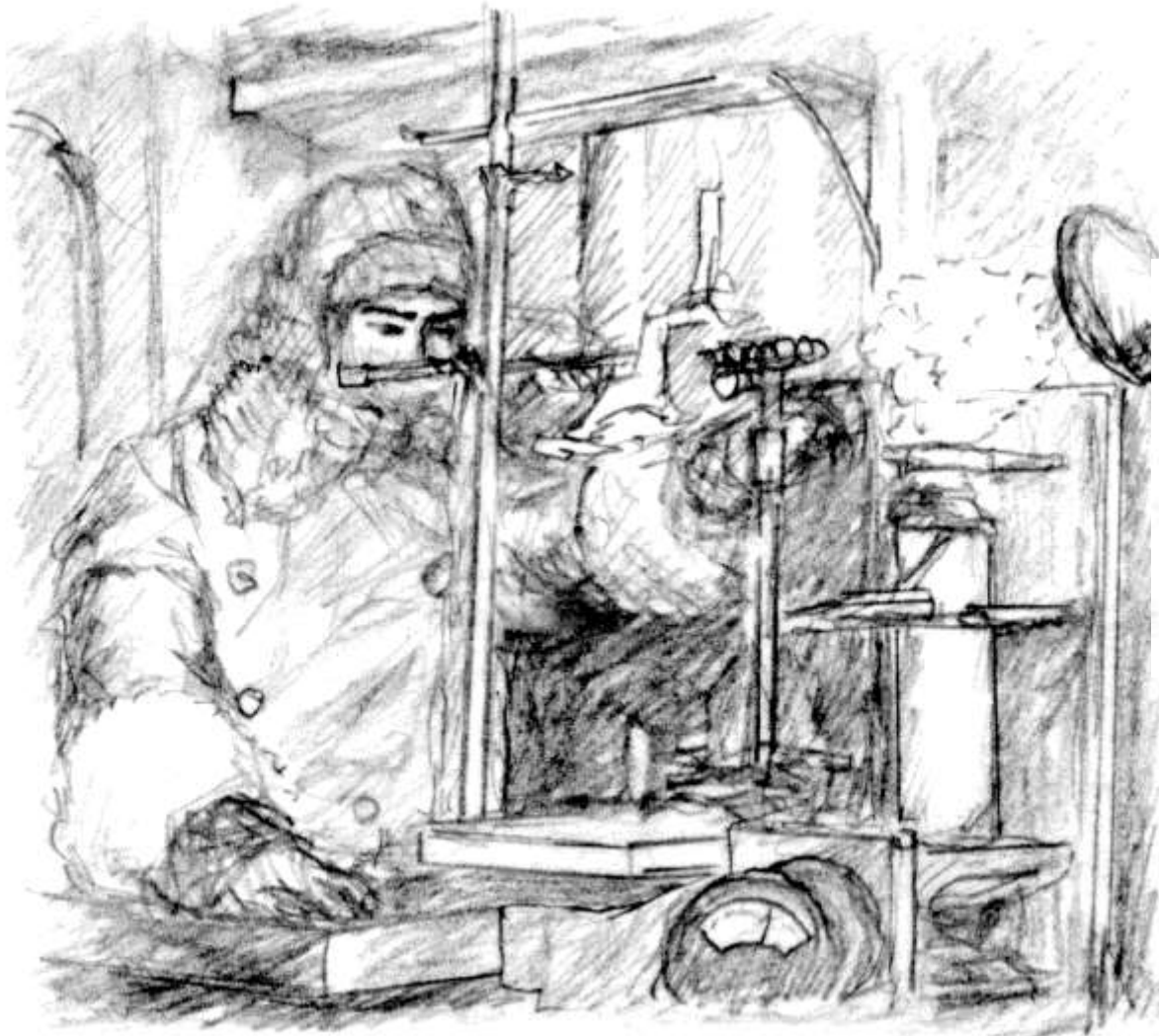


ずれ層における巻き込み渦。ダヴィンチは描いていない。見る機会がなかった？



銅鐸、AD.1世紀

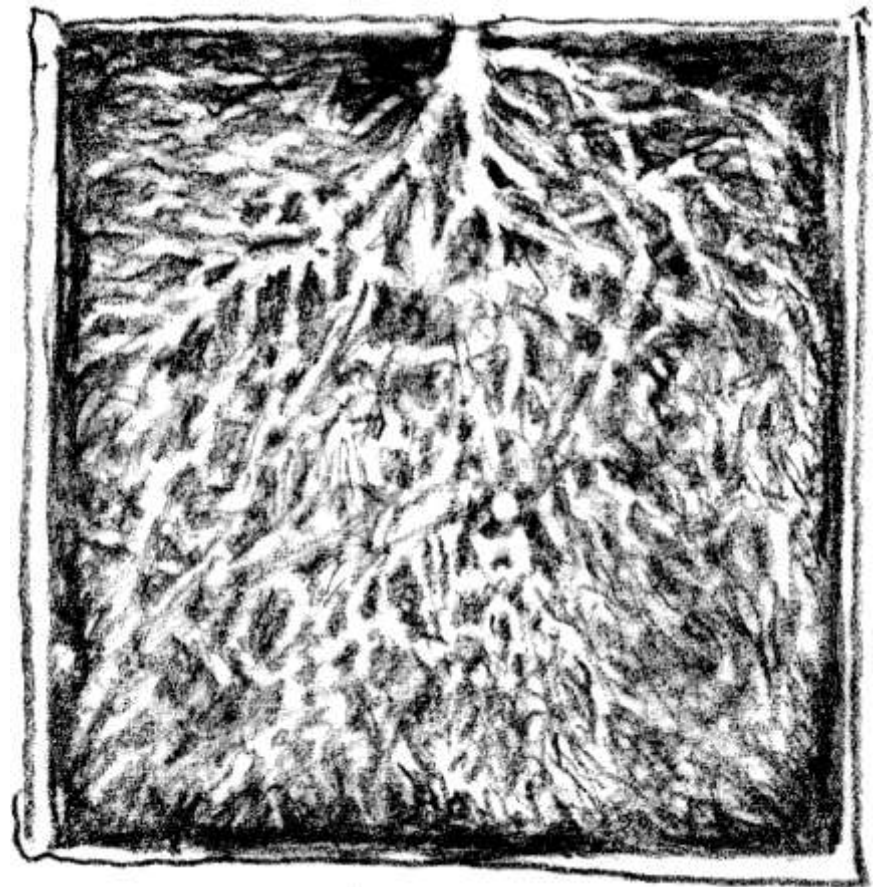
中谷宇吉郎：雪の結晶成長実験



世界最初の実験
室内の雪結晶
(1936)

平田 森三：放射線によるプラスチックの破壊

プラスチックの樹状クラック
(from Hirata、1975)



ティトゥス・ルクレティウス・カルス

(寺田寅彦に影響を与えた)

古代ローマの哲学者(BC.99～55 頃)
ギリシャのレオキッポス、デモクリトス
による原子論を発展させ、現実の現象
を説明した。著書「物の本質について」



ルクレティウスと当時の主流の哲学との違い

ソクラテス「神は善であり、神が作った世界に悪はない」
(原理をもとにして結論、**演繹法**) ⇒ **倫理・道徳**

ルクレティウス「世界は欠点だらけなので、神が世界を
作ったはずはない」(現実から結論、**帰納法**) ⇒ **科学**

ルクレティウスの著書「物の本質について」

第1巻：物質を構成する原子および空虚を導入し、宇宙が無限のサイズをもつことを主張。

第2巻：物質同士の相互作用を原子の挙動から説明、

例：原子の形状から蜜や乳の味、センブリの苦さを説明

第3-6巻：魂・精神、視覚、世界の形成、世界の宿命

第1巻の記述例： 何物も神的な力によって無から生まれることはない。・・・物は恒久的な原子によって構成される。・・・自然がある物を作るときは、他のものから作りなおす。

第2巻の記述例： 原子は、どんな具合にでも結合できるのではない。結合には一定の法則がある。・・・この法則は、万物を支配している。

寺田寅彦は、1928年頃ルクレティウスの著書「**物の本質について**」に出会って感銘を受け、弟子たちにも読むように勧めた。

（私は、彼の最後の弟子平田森三先生の講義で、この本の素晴らしさを話したことを覚えている。しかし、読まなかった）



20世紀前半は微視世界の物理学が全盛だった。それに対して日本独自の科学を志向した寺田は、現実の巨視的現象を説明するために、原子論を精密化したルクレティウスから刺激を受け、**巨視的現象の研究**の意義を再確認したに違いない。私も、今読むとおもしろいと感じる。

ルクレティウスは、年配の（&戦闘的な若い）科学者に向いている（？）。

3. 科学者としてのレオナルド・ダ・ヴィンチ

ダヴィンチは、アーティスト、デザイナー、技術者、および科学者であった。ここでは、**科学者の側面**に着目する。

ダヴィンチやニュートンは、ルクレティウスから大きな影響を受けたと言われている。しかし、その文献上の証拠が見つからない(?)。

ダヴィンチとルクレティウスには、人々を支配する**権威に従わない**という**共通点**があるので、共感したのだろう。

ルクレティウスは、ギリシャの正統な哲学に従わず、
ダヴィンチはキリスト教会の権威に従わなかった。

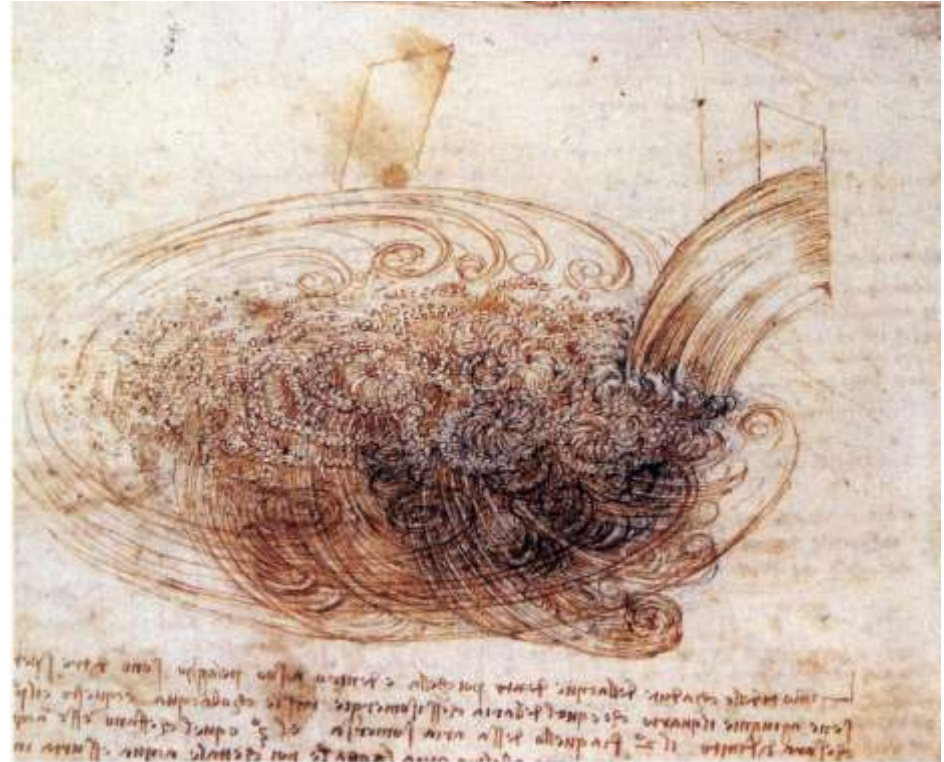
参考文献: ビューレント・アータレイ 「モナ・リザと数学」化学同人、2006 (高木、佐柳訳)、Math and Mona Liza – The Art and Science of Leonardo da Vinci, by Buelent Atalay, 2004, Smithsonian

自然現象を見るダヴィンチの眼

落下する図のスケッチは、
彼が自然現象を正確にと
らえていることがわかる。

特に、乱流中に異なるサ
イズの渦が共存することは、
1960年頃に注目され、**乱
流の秩序構造**と呼ばれる。

一方、水中の渦の面をす
べて水平に描いたことは
間違い。しかし、当時は水
中の**水の動きを可視化する
方法**がなかった。



障礙(しょうがい)の板をこえて流れる水、および堀の中に落下する水の習作とノート。ウィンザー手稿。
The Royal Collection ©2000 Her Majesty Queen Elizabeth II

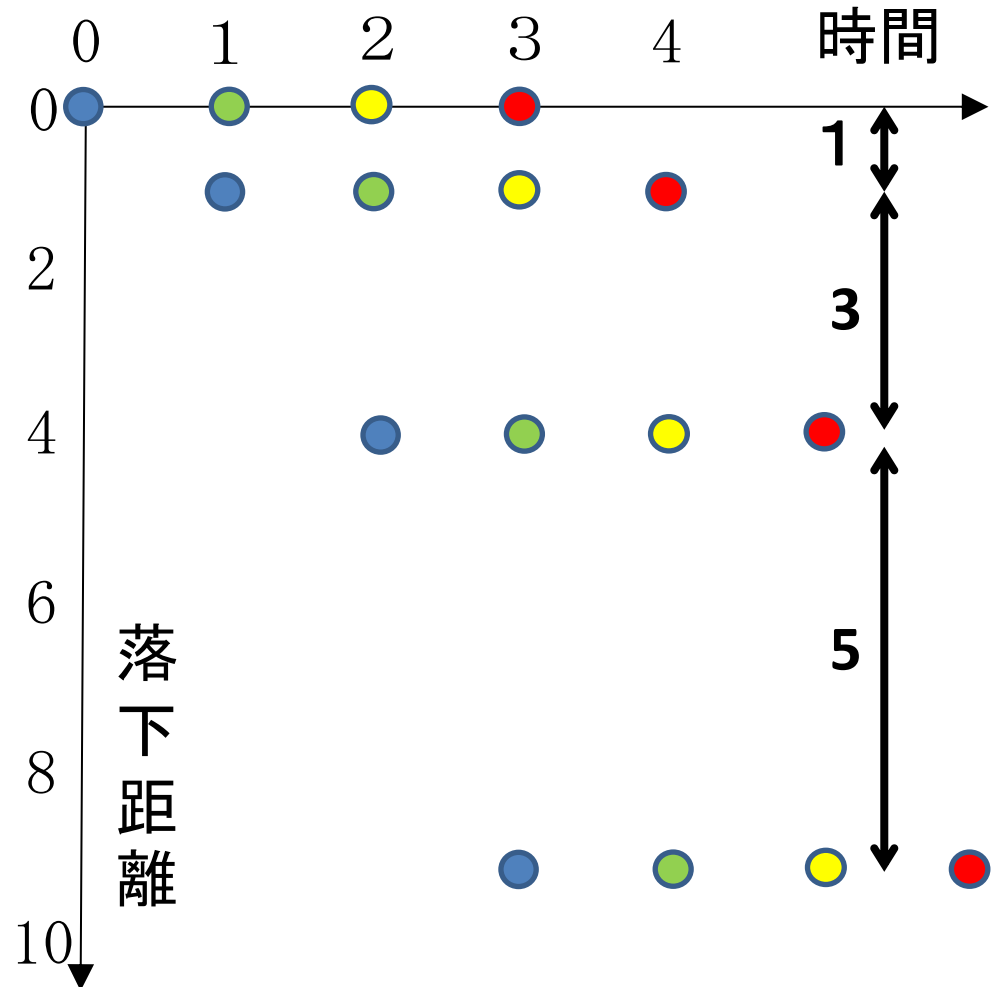
障害の板を越えて流れる水、
および堀の中に落下する水の
習作とノート(ウィンザー手稿)

ダヴィンチによる自由落下の法則

レオナルド・ダ・ヴィンチの手記(下)、杉浦明平、岩波文庫(1958):

重さおよび形の等しい数多の物体を、順次に等しい間隔をおいて落下させる場合、彼らの距離の差はお互いに相等しいであろう。(M.57.r)

これは**ガリレイの落下の法則**と一致する。
(ピサ大学教授1589以降?)



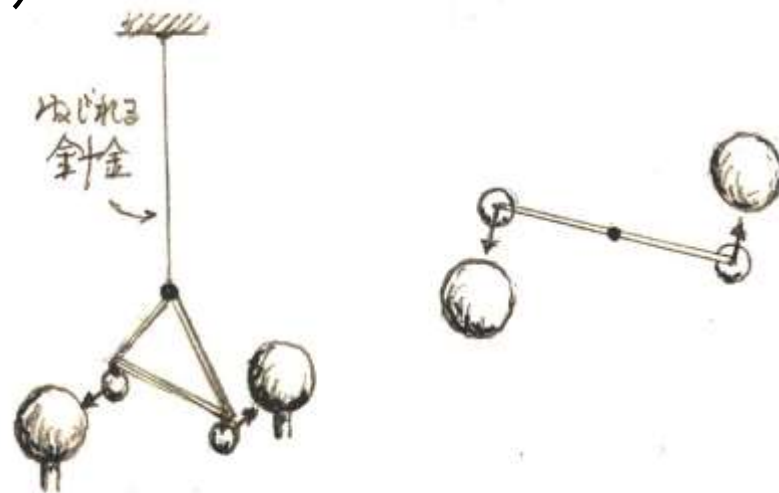
高木隆司, 「現代科学の目で見えるレオナルドの自然観」, FRONT 12月号(2000) pp.18-21

公表しなかったために手柄にならなかった他の例

Henry Cavendish (1731 – 1810) イギリスの貴族

- ・水は水素と酸素の化合物である(1784)
- ・万有引力定数の測定(1798)

・オームの法則(1781)、
クーロンの法則(1773)
を発見したが未公表。
オーム(1826)、クーロン
(1785)によって公表された。



彼の名は1871年設立の「キャベンディッシュ研究所」で知られている。初代所長 James C. Maxwell が、彼のノートを見て確認した。

ダヴィンチに欠けていた物

山の頂上付近に泉があることは、ダヴィンチを悩ませた。結局、人体を例に出して、「頭頂部を傷つけても出血するのと同じだろう」と言っている。

これは、山頂に降った雨が地面にしみこみ、それが集まって山頂付近でも泉ができると推定できる。

それに到らなかったのは、当時、彼と同じレベルの科学者がいなくて、科学的な議論がなかったためだろう。科学も、やはり人々の共同作業で発展するものだから。

結局、ダヴィンチに欠けていたものは、見えないものを**可視化する装置**と、議論をする**科学者仲間**。彼は、その不利な状況で最大限の活躍をした。

寺田寅彦はダヴィンチを意識していたか？

「寺田寅彦全集・雑記」の中にダヴィンチについての言及がある。（他にはない？）

レオナルド・ダ・ヴィンチが画を描く時に隣室で音楽を奏でさせたという話があるが、これももちろんただ音楽の雰囲気だけを要求したものに相違ない。

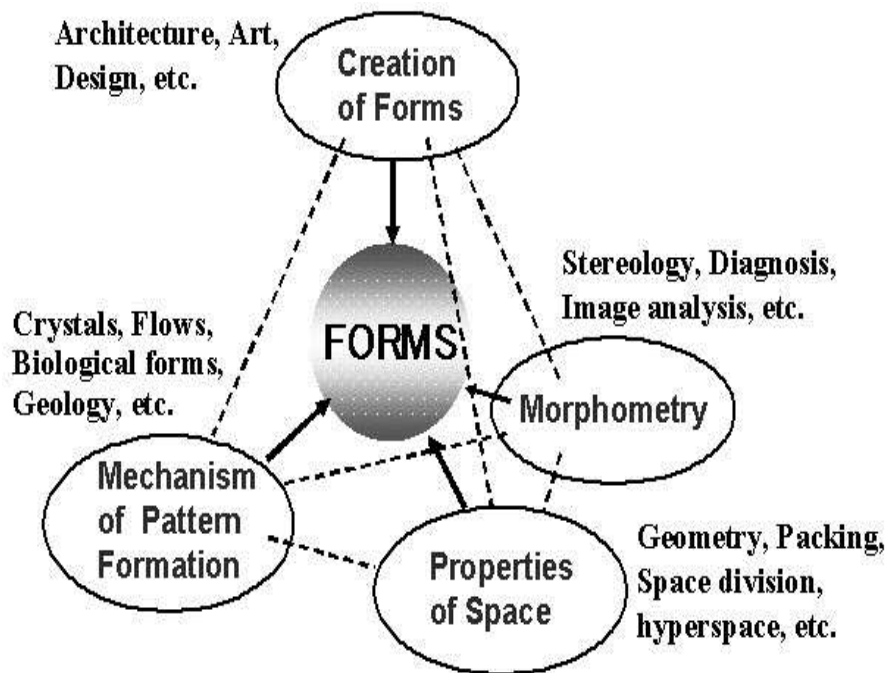
彼は恐ろしく多面的な忙しい頭脳をもっていた人である。時としては彼の神経は千筋に分裂して、そのすべての末端がいら立って、とても落ち着いた心持になれなかったのではあるまいか。

そういう時に彼は音楽の醸し出す天上界の雰囲気に包まれて、それで始めて心の集中を得たのではあるまいか。

ルクレティウス・ダヴィンチ・寺田から学ぶこと

- ・科学は、偏見にとらわれない**自然観察**から始めること。
- ・自然観察で導いた法則を、**実験で確認**すること。
- ・（ダヴィンチの例から） 科学者同士の**協力**、研究のための**技術開発**が重要であること。

- ・**形の科学**は、巨視的現象で現れる形について、上記のプロセスを応用したもの。



- ・**注意**：すべての科学の根底には「**数、形、論理**」がある。「形」に対する興味を通して異分野の交流が可能になる。

現在の私のテーマ： 物語における形の解析

1. 古代から近世までの、普及している物語を選ぶ
 - ・話の構造を解析しやすい短編のあつまり
 - ・各物語の意図が明記されている

例：イソップ物語、今昔物語、デカメロン、聊齋志異、
グリム童話集（意図は不明記であるが推定できる）

2. 各話の構造を図示し、その定量的な特徴を求める
例えば、登場人物数、人物間の相互作用の数など

3. 物語の意図と、定量的な特徴の間の相関を求める

動機：「未知の良いシステム」を構築するためのヒントを、
物語に探る。

イソップ物語の意図(教訓)の分類

各話の最後に、話の要約や教訓を述べている

A+: 良い行動や考え方の**勧め**

A-: 悪い行動や考え方に対する**戒め**

B+: **希な良い**人物や出来事の紹介

B-: **希な悪い**人物や出来事の紹介

C+: **よくある良い**人物や出来事の紹介

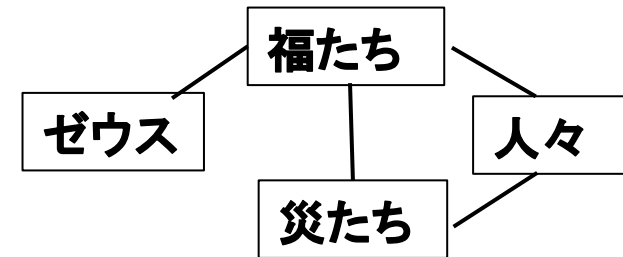
C-: **よくある悪い**人物や出来事の紹介

D+: 世の中の**因果**関係(由来)の教示(**良い**場合)

D-: 世の中の**因果**関係(由来)の教示(**悪い**場合)

D : 世の中の**因果**関係の教示(**どちらでもない**場合)

イソップ寓話 No.1 福と災い



災いたちは、福たちを地上から追い出した。

福たちは天に行き、ゼウスに訴えた。

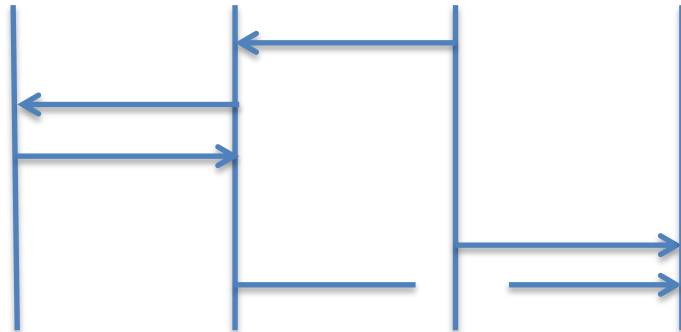
ゼウスは、一人ずつ地上に戻るように言った。

このために、災いは常に人間を襲うが、福はまれにしか来ない。

このような仕組みのため、良いことは待たねばならず、悪いことは毎日起きる。（**教訓**： 悪い話の因果関係、すなわち **D-**）

ゼウス 福たち 災いたち 人々

話の構造パラメータ



Nt (人物数) = 4

Nm (主要人物) = 3

Nt (相互作用数) = 5

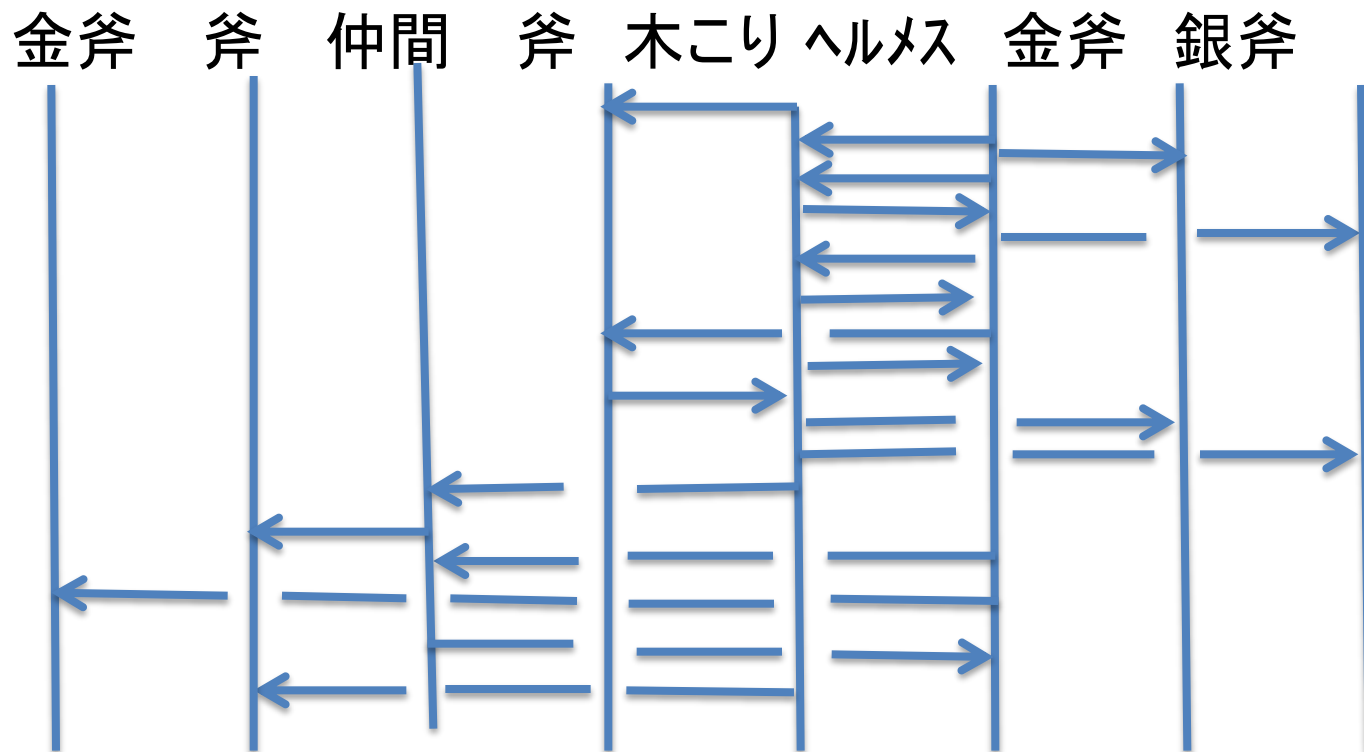
Nc (つながり数) = 4

nl (ループ数) = 1

最も複雑な例 No.253 木こりとヘルメス

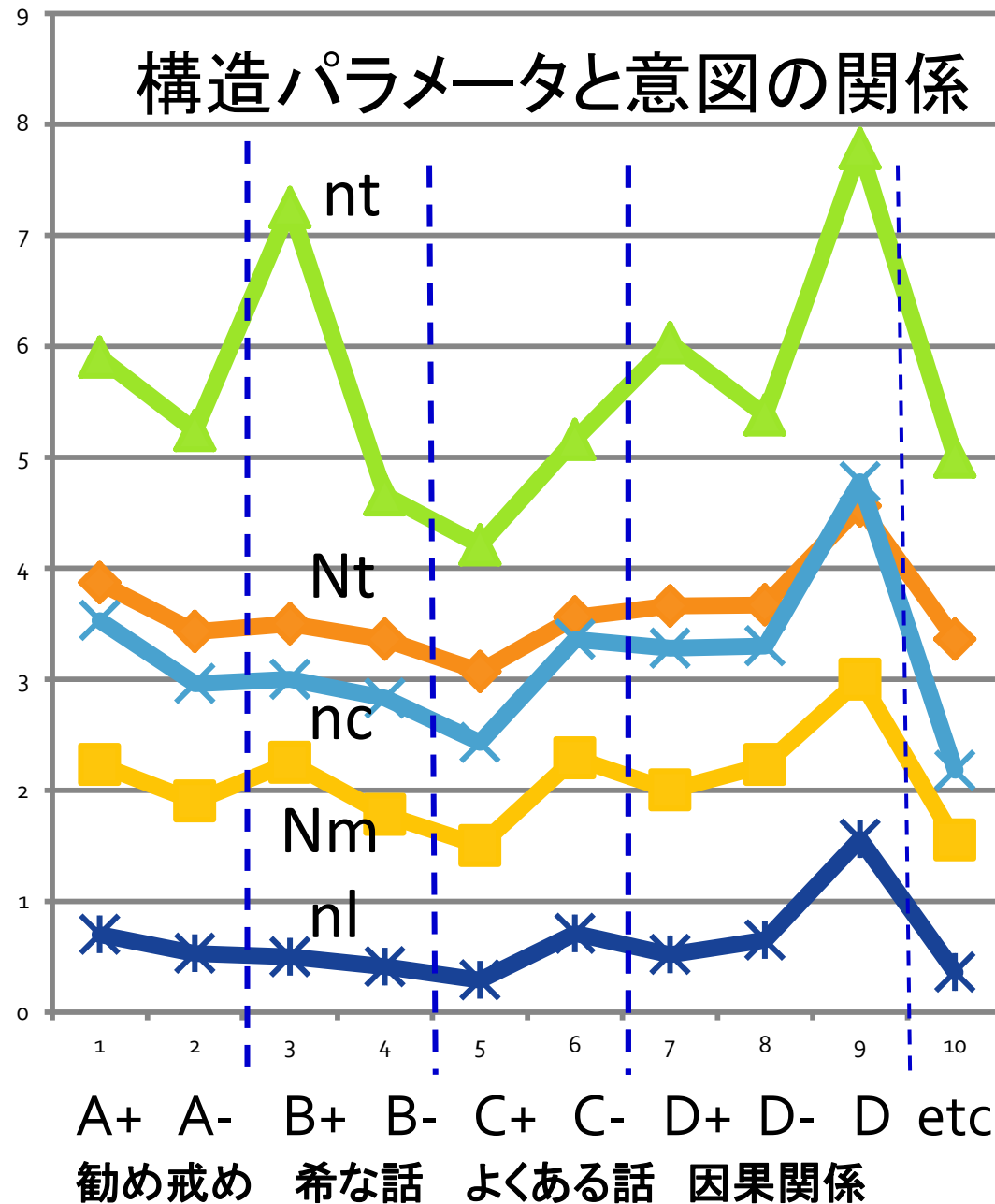
木こりが川岸で斧を亡くした。ヘルメスが金の斧を拾い上げて、木こりに「これか？」と問うた。木こりは「違う」と答えた。それから銀の斧を拾い上げ、……。…木こりの斧を拾い上げ、……。木こりに金、銀の斧も渡した。それを聞いた不正直な仲間がわざと斧を落とし……

意図： 神様は、正直者にやさしく、不正直者は容赦しない。 **D**



Nt=8
Nm=7,
nt=19,
nc=12,
n|=5

構造パラメータと意図の関係



- 1 series Nt 登場人物数
- 2 series Nm 主要人物数
- 3 series nt 相互作用数
- 4 series nc つながり数
- 5 series nl ループ数

結論

- Nt, Nm, nc, nl は、どの話でも共通の比をもつ。
- nt は、B+で特に多い。
(⇒ 希な良い話では、相互作用が多い)
- Dではすべてのパラメータが最大 (正悪両方の話を含むので長くなる)。

これまでの物語解析の結論

良い結果を得るためには、多くの相互作用が必要

この結論からの推論:

1. 未知の良いシステムを構築する際に、物語の構造のような文化遺産にヒントを探ることが有効だという可能性がある。
2. 人工知能研究者の松田雄馬氏によれば、「専門家の間では、**人間の知能を超える人工知能**ができるとは考えづらいという結論に落ち着きつつある。」

図書(岩波書店 機関誌) 2017年12月号、pp.21-25

3. 確かに「人間の知能を超える人工知能」は**自己矛盾**を含んでいる。しかし、物語のような**過去の智慧の集積**も借りたら、現代人の智慧を超えられるのではないか？