2022年12月3日
zoom

最近の研究から

2016～の活動

この会を企画してくれた大久保毅、水口朋子両氏に感謝します

小田垣　孝

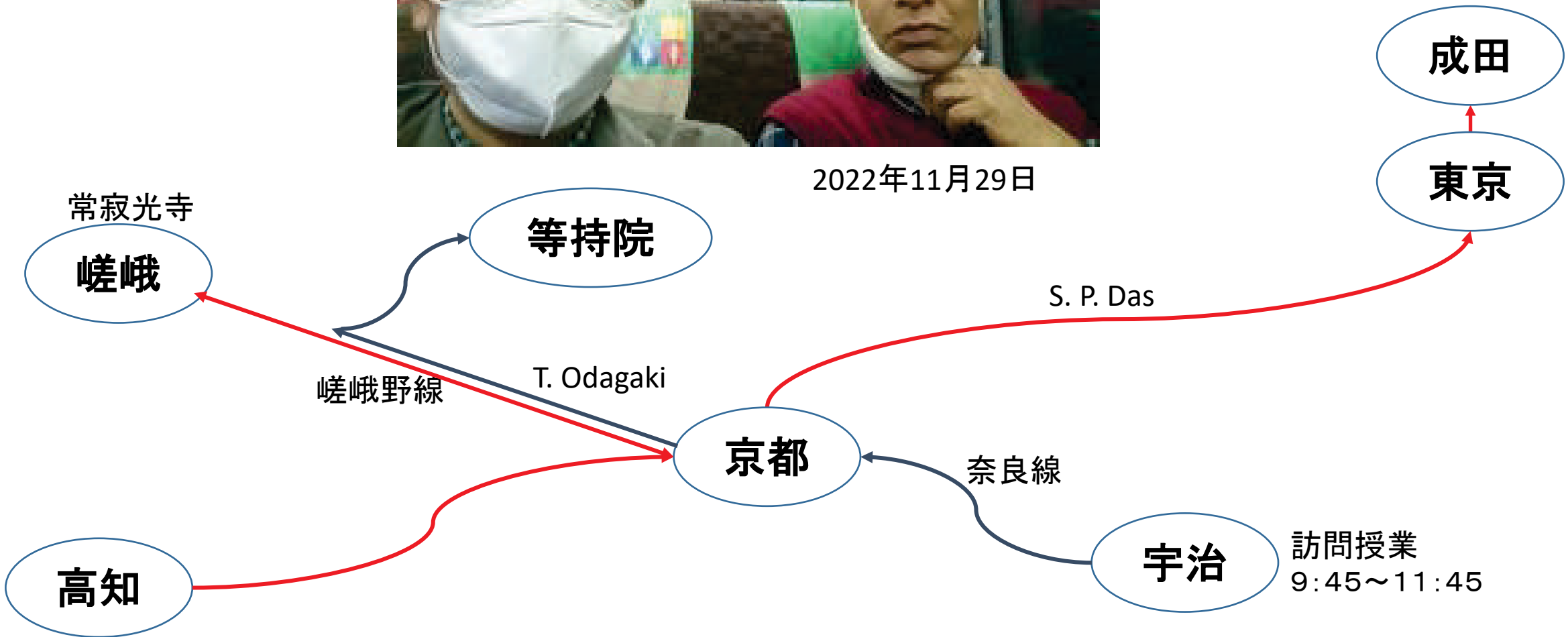
驚くべき偶然

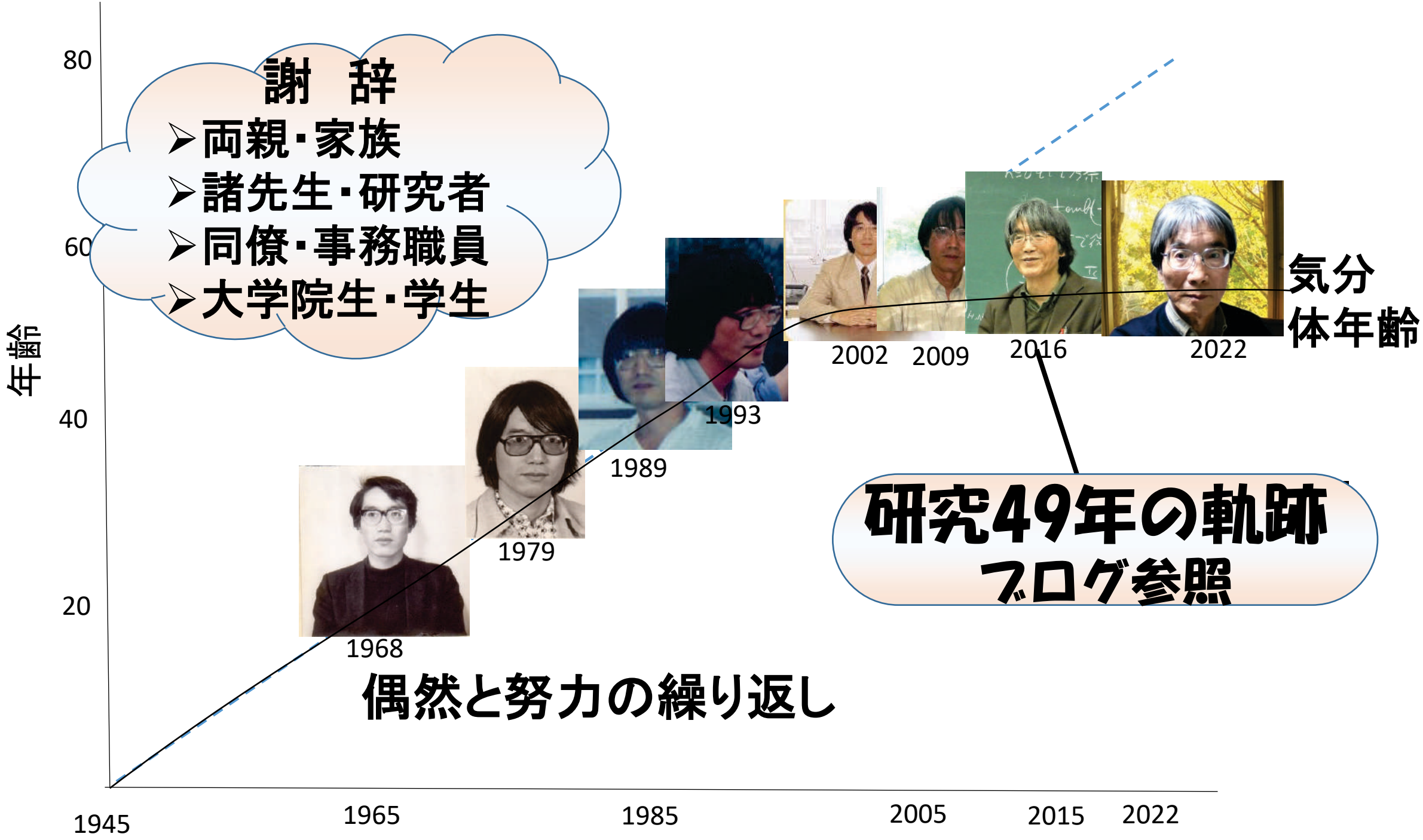
2022年11月29日

京都駅嵯峨野線で
同じ電車
同じ車両
隣のドア付近

$\Delta L \sim 3\mathrm{m}$

$\Delta t \sim 5$分




謝　辞
➢両親・家族
➢諸先生・研究者
➢同僚・事務職員
➢大学院生・学生
年齢
80
60
40
20
1968
1979
1989
1993
2002
2009
2016
2022
気分
体年齢
研究49年の軌跡
ブログ参照
偶然と努力の繰り返し
1945
1965
1985
2005
2015
2022

2016～の活動

	論文			随筆・論考	アウトリーチ	本
	ガラス関係	社会物理	その他			
2016	○	○		○○	○○○□	
2017	○○		○○		○○	エッセンシャル統計力学
2018		○		○	○○○○	
2019	○		○	○	○○○□	
2020		○○○			○○○□	つながりの物理学
2021		○○○○			○○○	現代の物性物理学
2022	○●	○	○	◎	○○○	社会物理学
準備中		○	○			

●投稿中　◎掲載予定　□サイエンスアゴラ サイエンスフェスタ

非平衡系・ガラス転移

自由エネルギーランドスケープ（FEL)に基づく非平衡系統計力学：レビュー

T. Odagaki J. Ph

九大図書館の前で、1個の原子なってみた

自分の見る世界で都合の良いところに動く

結晶化もガラス化も同じ枠組みで理解されるべき

最近の研究　1

Adam-Gibbs の関係式

$$\bar{W}(T) = A\exp(-C/(TS_C))$$

G. Adam and J. H. Gibbs, JCP **43**, 130 (1965)

緩和のダイナミックスを決める ⟷ 熱力学量の構造エントロピー

この分野で最もよく使われる式

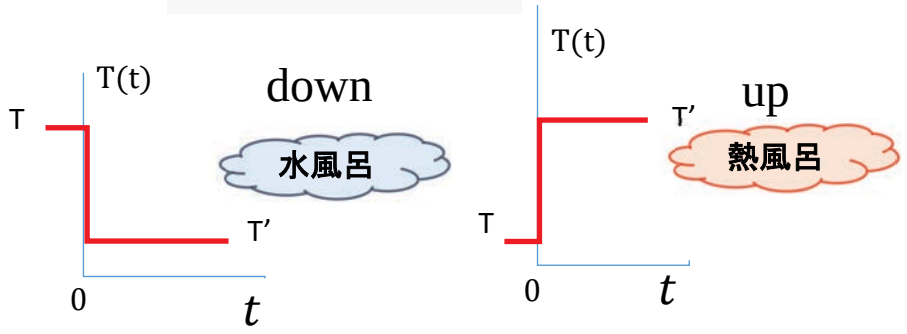
	Adam-Gibbs	FEL理論
定義	○	○
導出	？	○
構造エントロピー	×	○

T. O., J. Phys. Soc. Jpn. **91**, 043602 (2022)

最近の研究　2

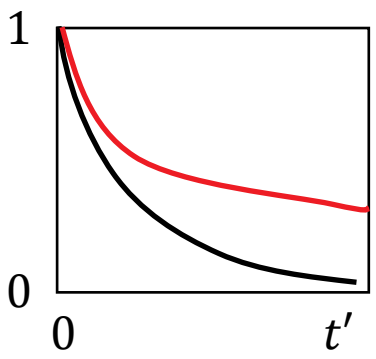
エージング（ガラスの性質は時間がたつと変化する）

温度ジャンプ



緩和関数

$$\Psi(t', t_w) = \frac{\mathcal{F}(t_w + t') - \mathcal{F}_1}{\mathcal{F}(t_w) - \mathcal{F}_1}$$

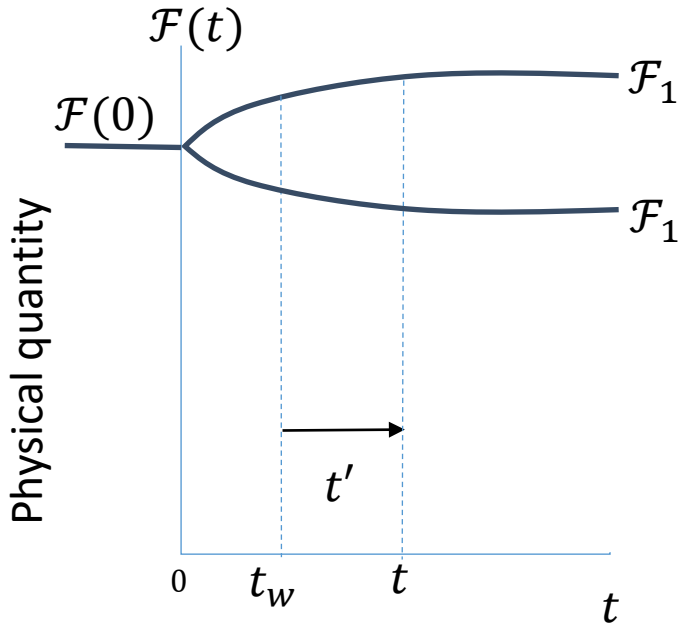


瞬間緩和時間

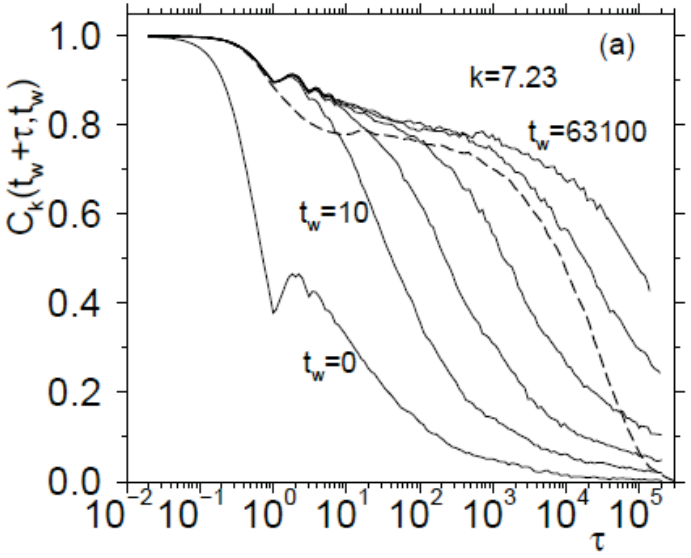
$$\tau(t', t_w) = \left[\frac{-\ln \Psi(t', t_w)}{dt'}\right]^{-1}$$

エージング：　物理量の待ち時間依存性

$$\mathcal{F}(t_w + t') = \mathcal{F}_1 + (\mathcal{F}(t_w) - \mathcal{F}_1)\Psi(t', t_w),$$



例　binary LJ MD



W. Kob and J.-L. Barrat Eur. Phys. J. B **13**, 319 (2000)

KWW relaxation

$$\Psi(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\tau}\right)^{\beta}\right]$$

瞬間緩和時間は、温度ジャンプの方向に関係なく、待ち時間の増加関数？

⇕

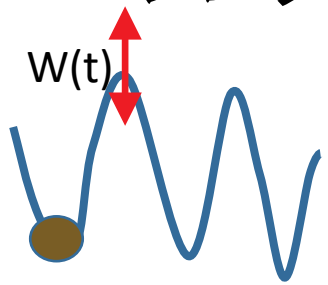
遅い緩和の本質？？

Type I aging

FEL の変化とエージング

3次元ランダムウォーク

$$\frac{\partial \boldsymbol{P}(\boldsymbol{s},t)}{\partial t} = \boldsymbol{W}(t)\left[\sum_{\boldsymbol{d}} \boldsymbol{P}(\boldsymbol{s}+\boldsymbol{d},t) - z\boldsymbol{P}(\boldsymbol{s},t)\right]$$

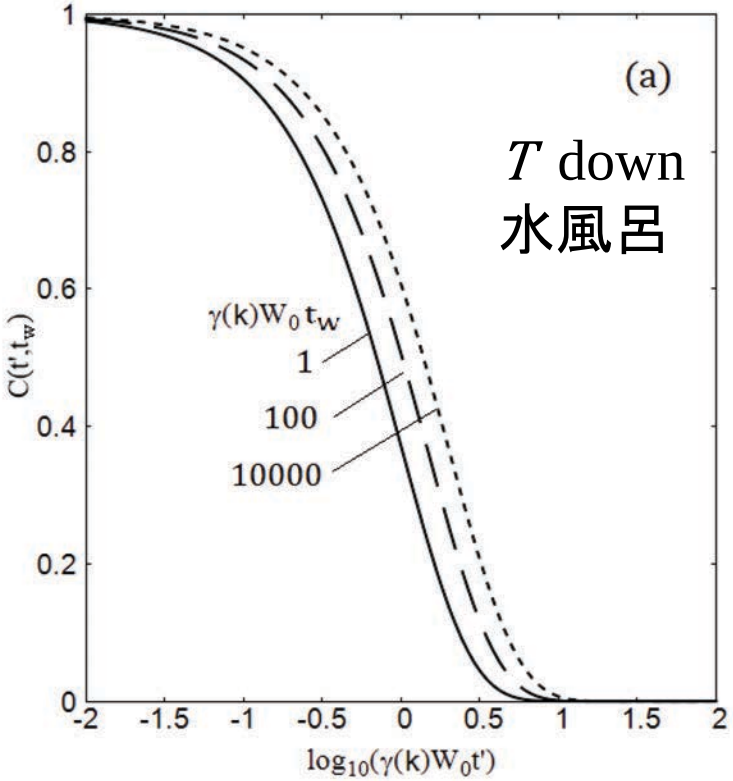


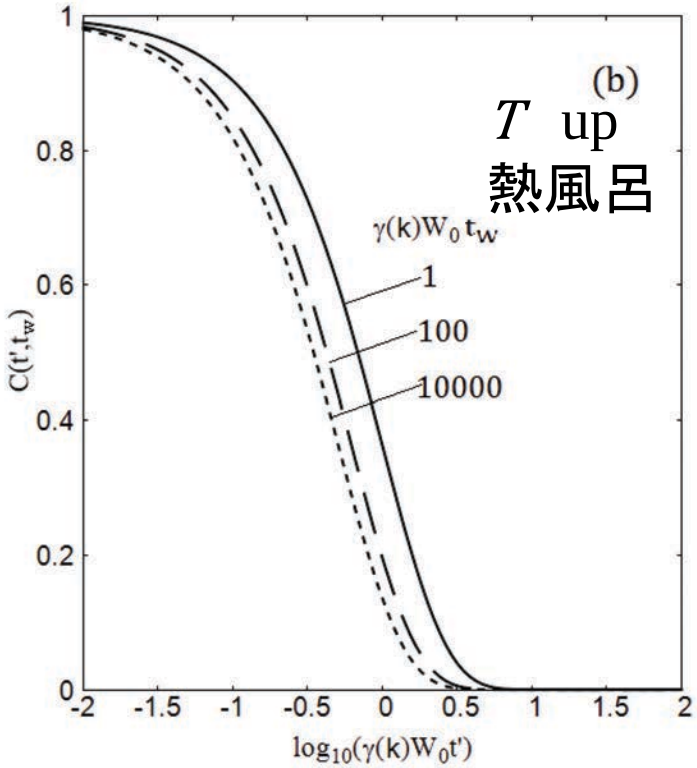
バリアーの変化により:

$$\boldsymbol{W}(t) = \boldsymbol{W}_1 + (\boldsymbol{W}_0 - \boldsymbol{W}_1)\boldsymbol{e}^{-t/\tau_F}$$

相関関数:

$$\mathbf{C}(t',t_w) = \boldsymbol{F_S}(\boldsymbol{k},t_w+t')/\boldsymbol{F_S}(\boldsymbol{k},t_w) \qquad \mathrm{F}_S(\boldsymbol{k},t) = \sum_n e^{i\boldsymbol{k}\cdot\boldsymbol{s}}\, P(\boldsymbol{s},t)$$





Type II aging

プロトコル	瞬間緩和時間の持ち時間依存性
T-down	増加
T-up	減少

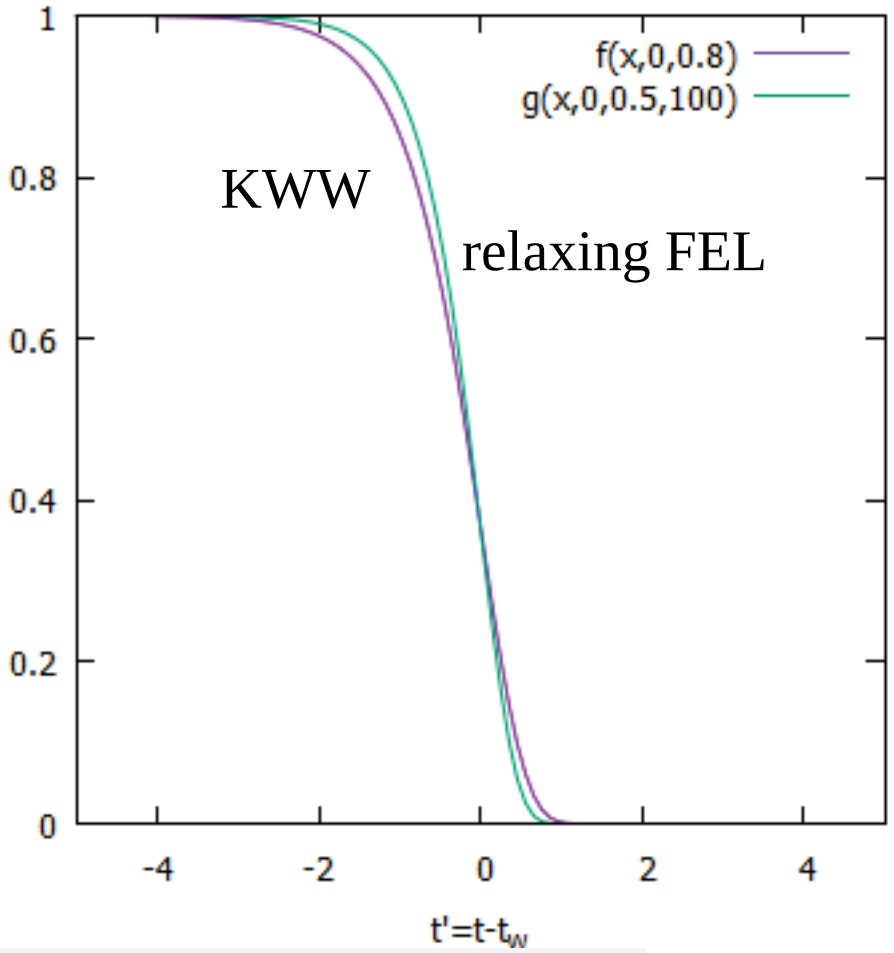
緩和関数の比較

KWW relaxation

$$\Psi(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\tau}\right)^{\beta}\right]$$

Relaxation due to relaxing FEL

$$\Psi(t) = \exp\left[-\frac{t}{\tau} - a\left(1 - e^{-t/\tau'}\right)\right]$$



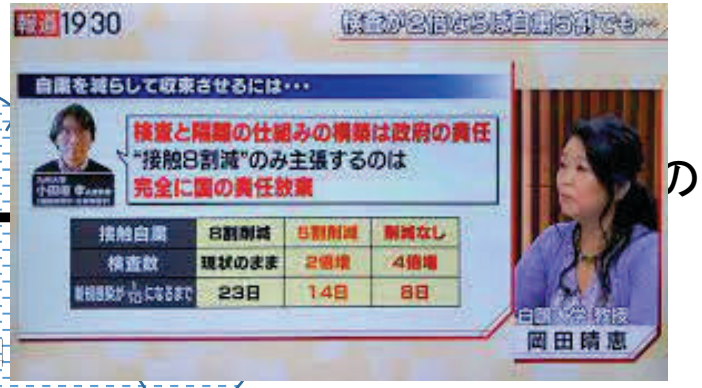
ほとんど同じ振る舞いだが、温度変調手順に対する依存性が異なる➡ 今後色々な系で用いられるだろう

社会物理

極端格差社会の自己組織化

- Y. Todate, R. Fujie and T. Odagaki, Acta Physica Polonica
- T. Odagaki and A. Ishifuku, Acta Physica Polonica

プルトノミー
ギャップ型
テラス型



BSTBS 報道1930

新型コロナ感染症

朝日新聞デジタル > 記事

医療サイト 朝日新聞アピタル

PCR検査を倍にすれば、接触「5割減」でも収束可能？

有料記事

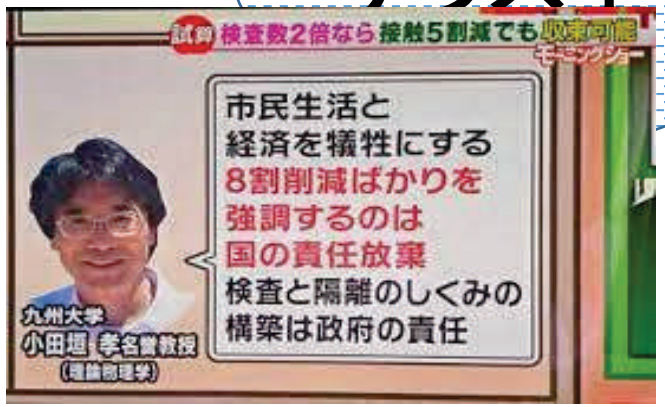
嘉幡久敬　2020年5月6日 16時30分

list　189

「ドライブスルー式検査」のデモンストレーションで、検査後に手袋を外す医師＝2020年4月22日午前、東京都江戸川区、加藤諒撮影

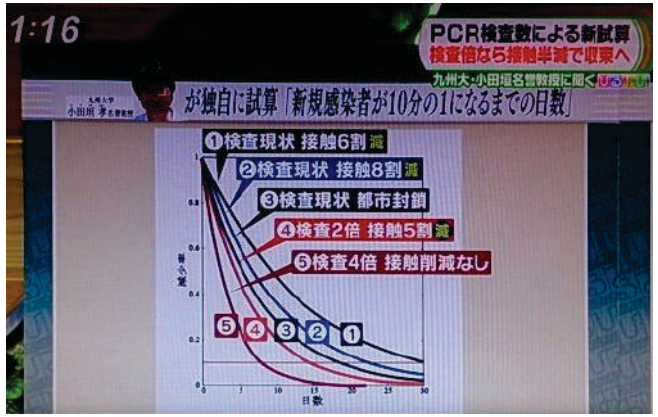
新型コロナウイルス のPCR検査を増やすことで自宅などで隔離療養する感染者を倍増できるなら、国民の接触機会は、国が求める「8割減」でなく「5割減」でも、感染は早期に収まるとする計算結果を、九州大学 の小田垣孝名誉教授（社会物理学）がまとめた。経済活動と感染拡大防止の両立の「かぎ」はPCR検査にあることを定量的に示したもので、議論を呼びそうだ。

小田垣さんは、感染拡大防止のために国が施策の根拠の一つとして活用する「SIRモデル」を改良。公表値を使って独自に計算した。



羽鳥慎一モーニングショー

BS朝日日曜スクープ

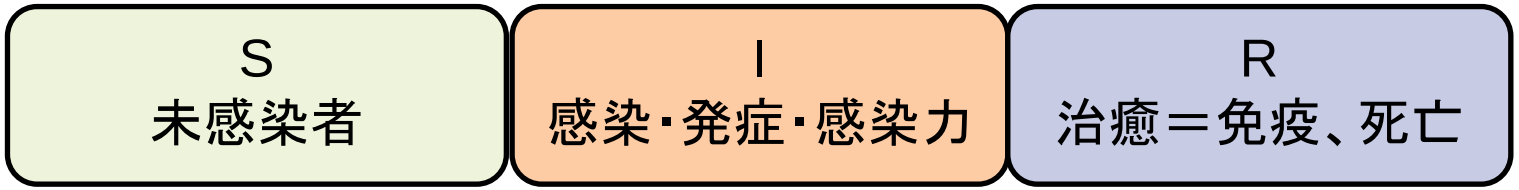


TBS ひるおび

テレQ取材

SIRモデル（コンパートメントモデルの一つ）

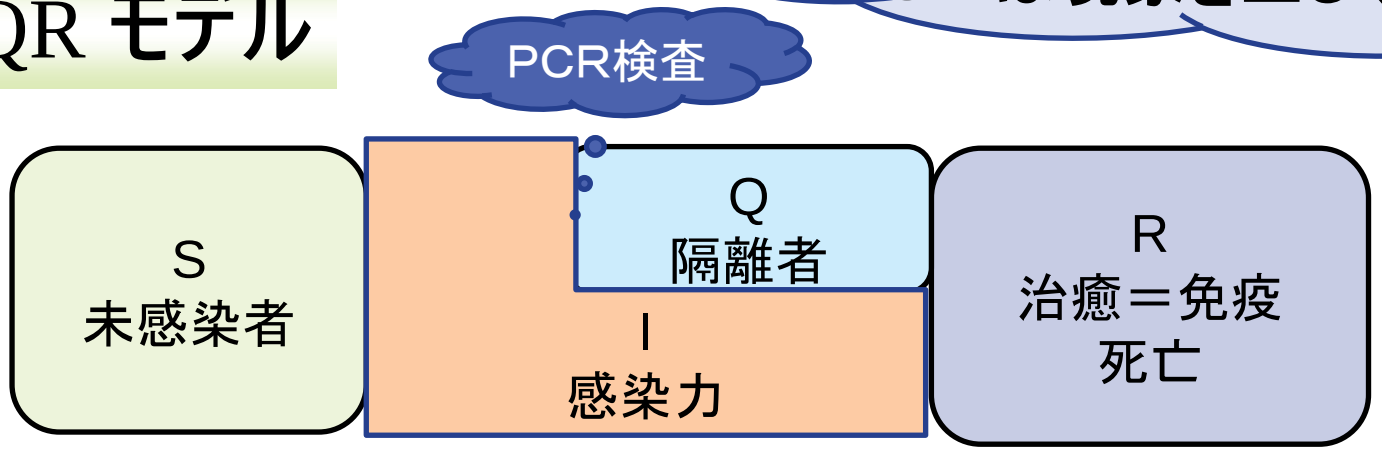
（日本他多くの国で用いられている）



- 発症前には感染させない
- 隔離されている感染者と市中感染者を区別しない
- 無症状者はいない
- 日毎陽性者数と市中感染者数の関係は不明
- 発症率などはパラメーターとならない

これはあかん！！
隔離された人が感染させる！？
SIRは現象を正しく捉えていない

SIQR モデル



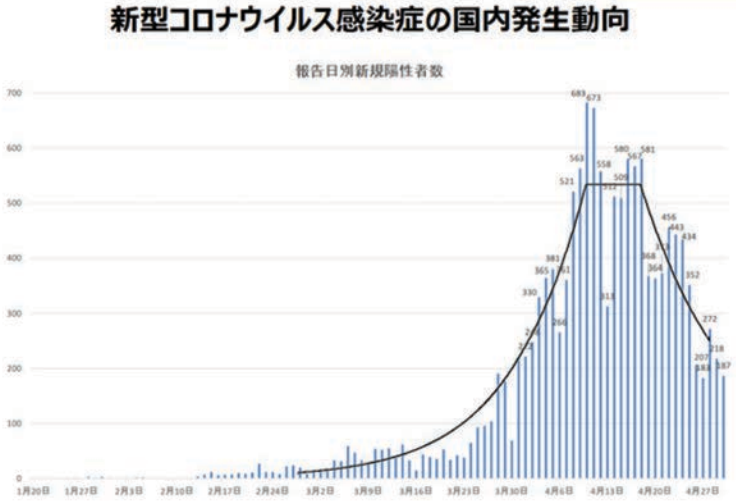
隔離された人は感染させない

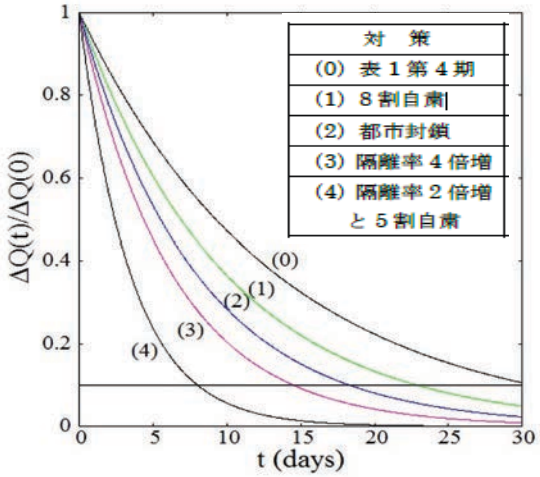
日毎陽性者数と市中感染者数の関係が分かる

T.O: 物性研究電子版**8**,082101(2020)
T.O: IDM **5**, 691(2020)
T.O: PhysicaA **564**, 125564 (2021)

アウトブレイク初期の分析

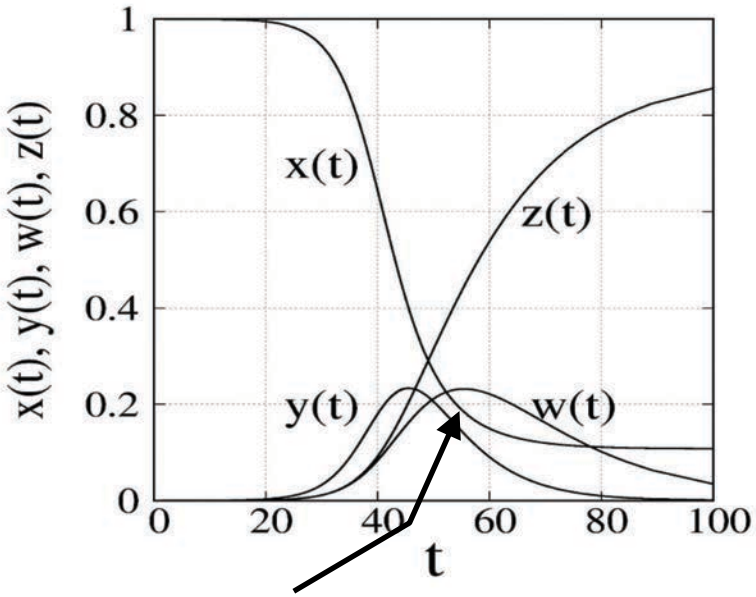
TO:物性研究電子版**8**,082101(2020)
T.O: IDM **5**, 691(2020)



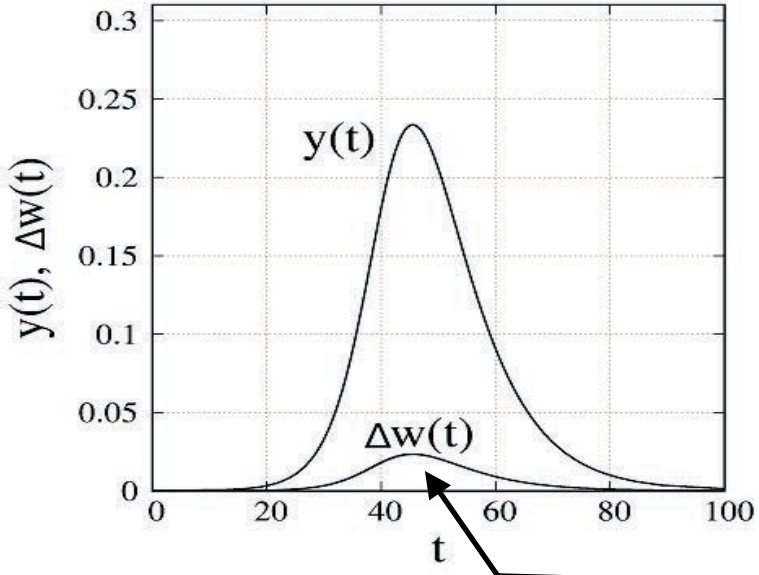


厳密解

TO:Physica A**564**, 125564(2021)



感染者数と入院者数のピークがずれる



$\beta = 0.4, q = 0.1,$
$\gamma = \gamma' = 0.06$

感染者数は日ごと陽性者数の 1/q 倍多い

周期的感染の自己組織化

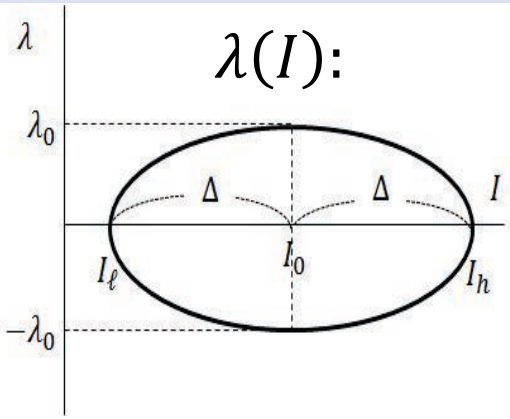
T.O : Scientific Reports**11**, 1936(2021)
Physica A**573**, 125925(2021)

$$\frac{dI}{dt} = \lambda(I)I$$

λ～接触による増加率ー治癒率

変異株による増加
行動制限による減少
検査・隔離による減少
ワクチン・治療薬による減少

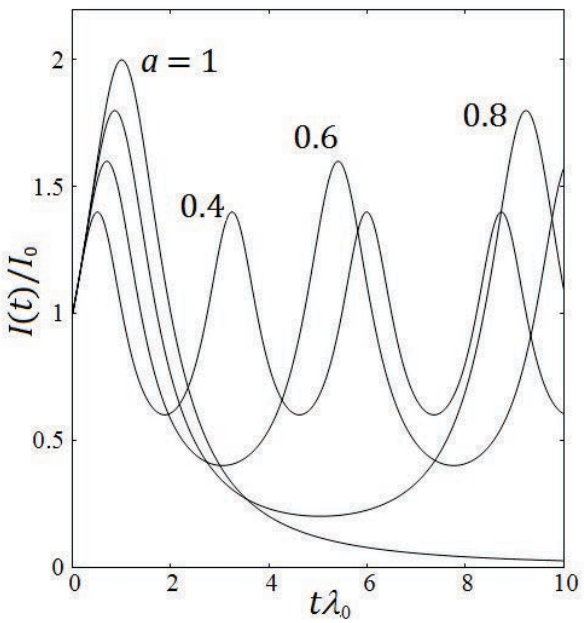
$\lambda(I)$:



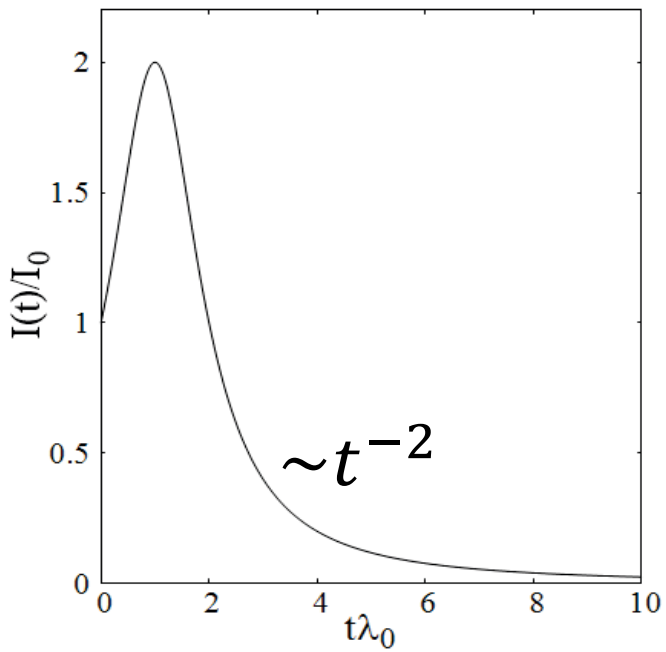
$$\left(\frac{\lambda}{\lambda_0}\right)^2 + \left(\frac{I - I_0}{\Delta}\right)^2 = 1$$

$a = \Delta / I_0$ is a parameter

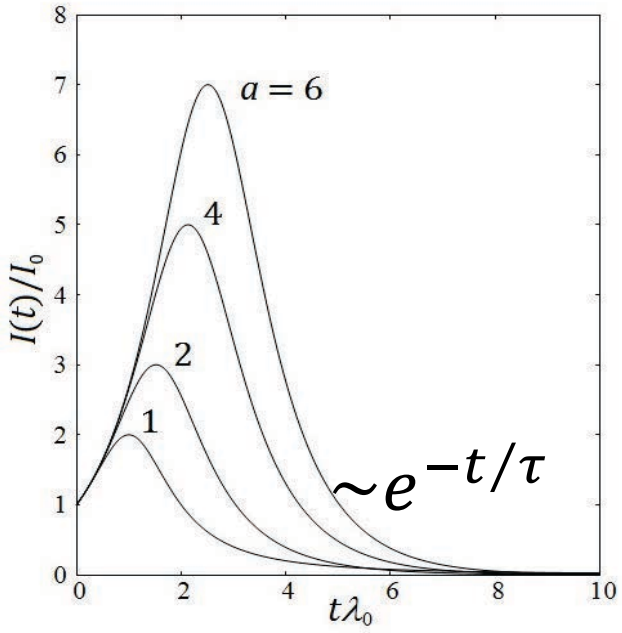
$a < 1$: Oscillation



$a = 1$: Critical

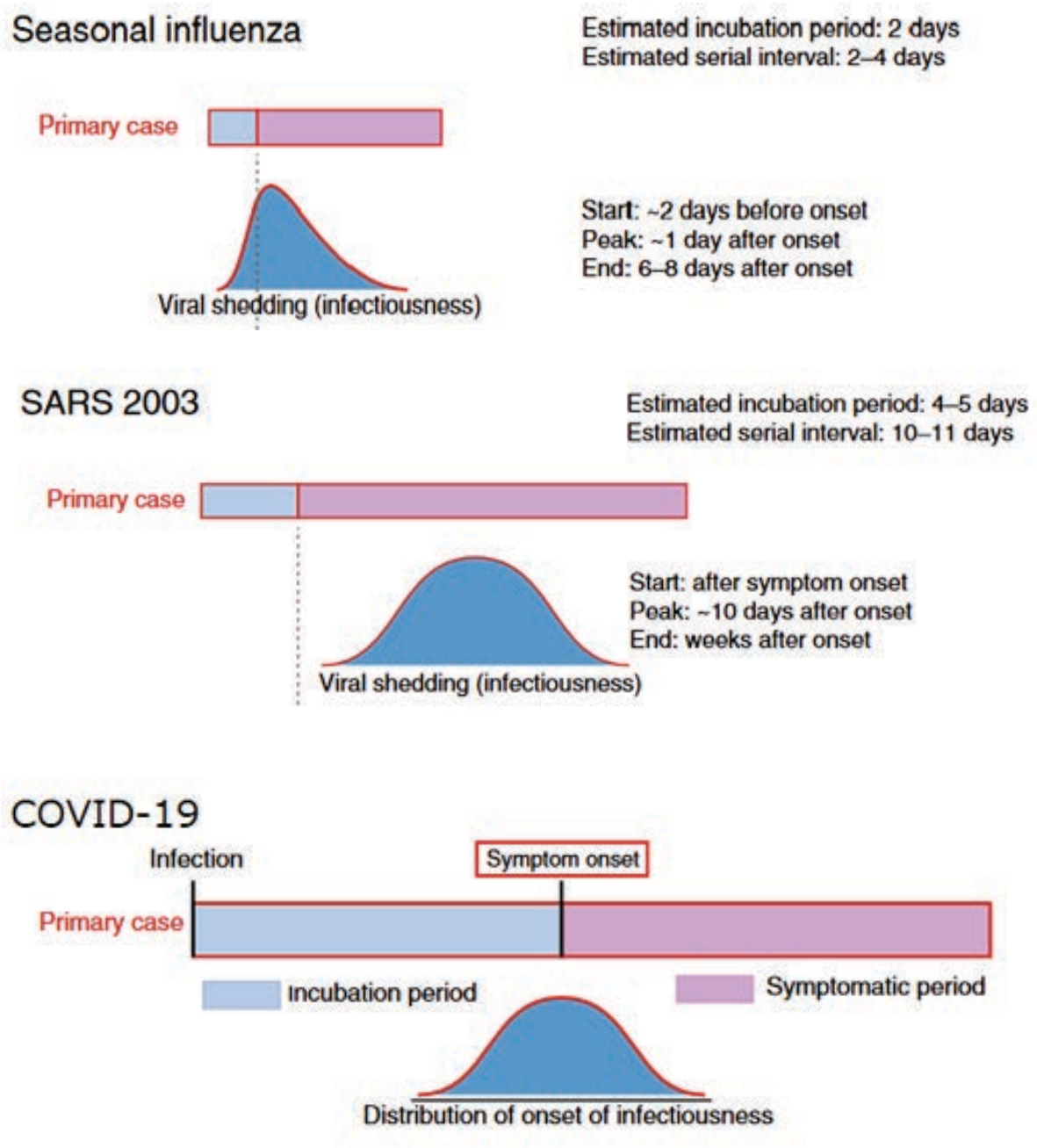


$a > 1$: Decays after a peak



いくつかの感染症の感染期間の比較

From He X etal (2020)
Nature Med 26, 672



Oxford University

Presymptomatic発症前	46%
Symptomatic発症者	38%
Asymptomatic無症状者	10%
Other	6%

From Ferretti L et al (2020)
Science 368,6491

COVID-19 の特徴

1. 発症前に感染力をもつ
2. 発症する人と、全く発症しない人がいる
3. 無症状感染者も感染力をもつ
4. 症状にかかわらず検査で感染を判別できる
5. 感染経路不明者が一定の割合で存在する

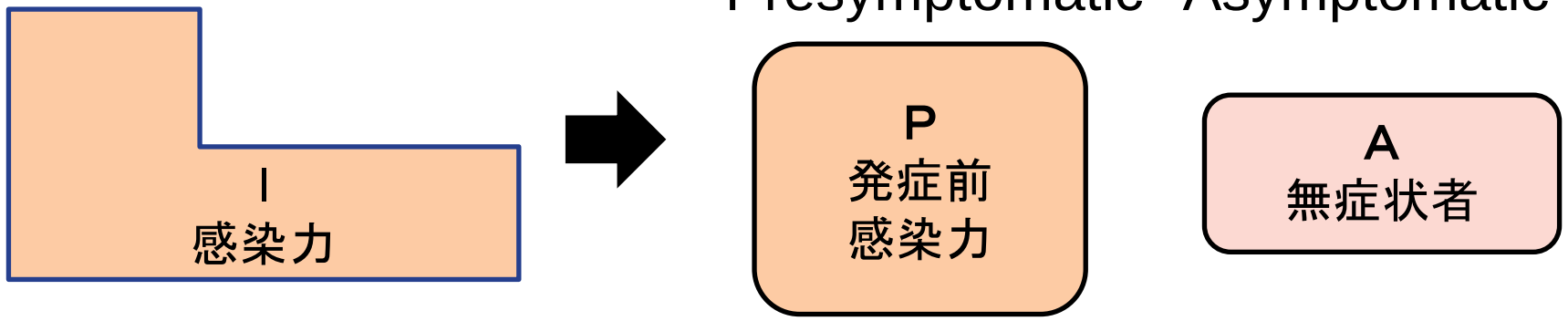
最近の研究

新しいコンパートメント モデル

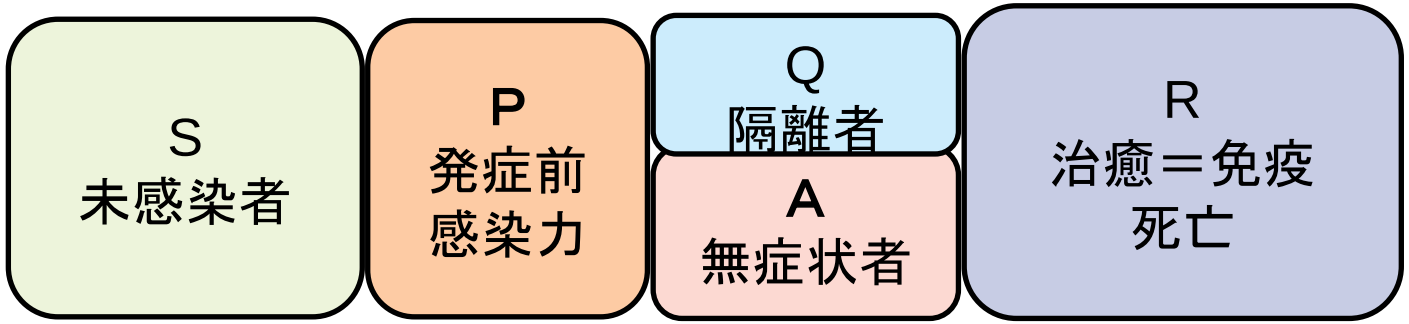
感染経路不明者数と発症率・市中感染者数の関係が分かる

➢ 感染力もつ人　＝　発症前感染者　＋　無症状感染者

Presymptomatic　Asymptomatic



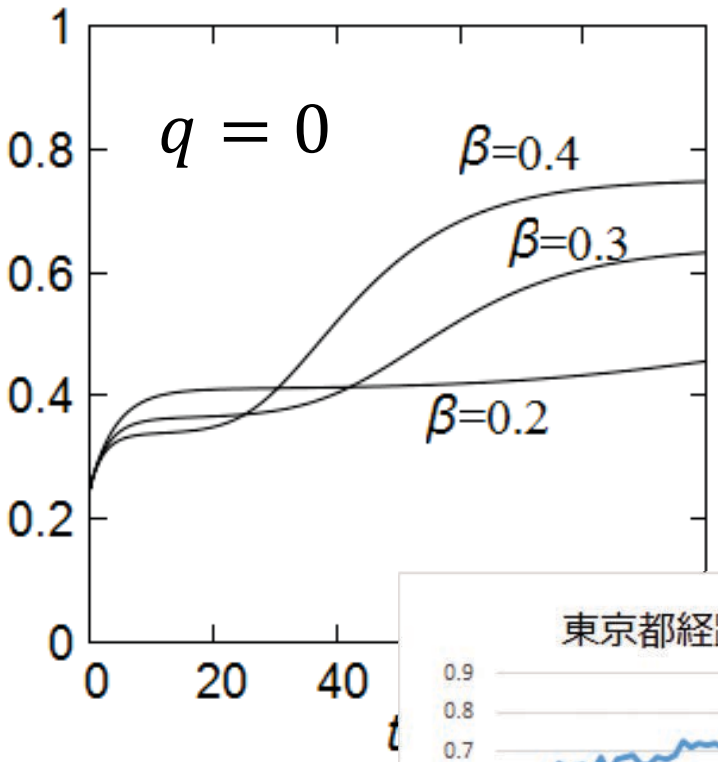
SPAQR モデル

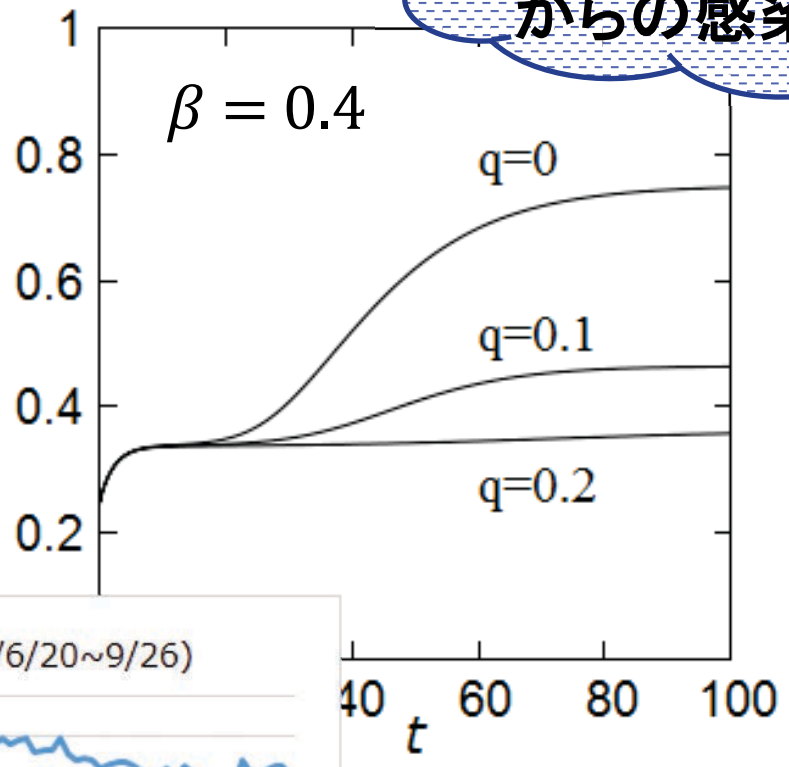


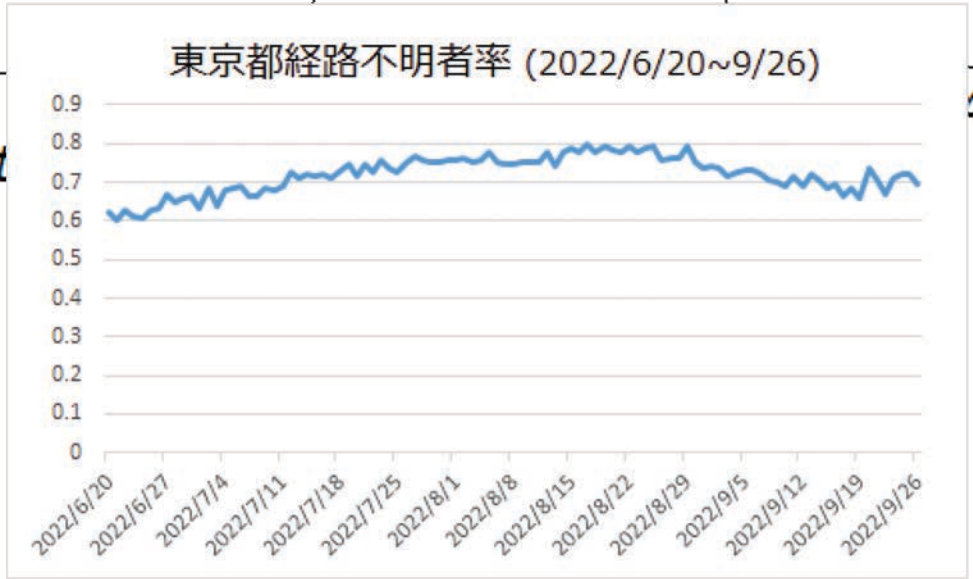
感染経路不明者の割合

q：PCR検査による隔離率
β：感染係数

無症状の人
無症状となる人
からの感染



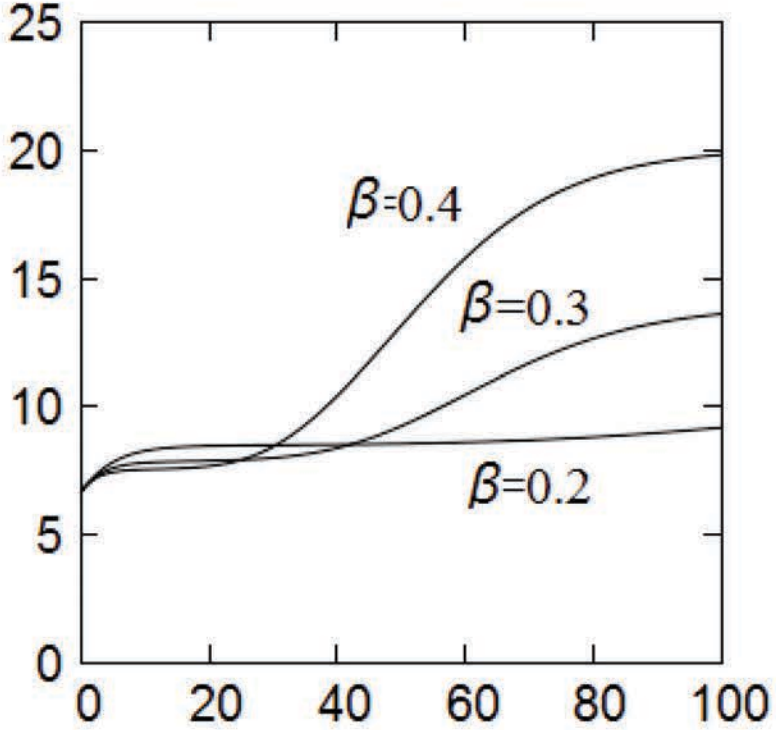




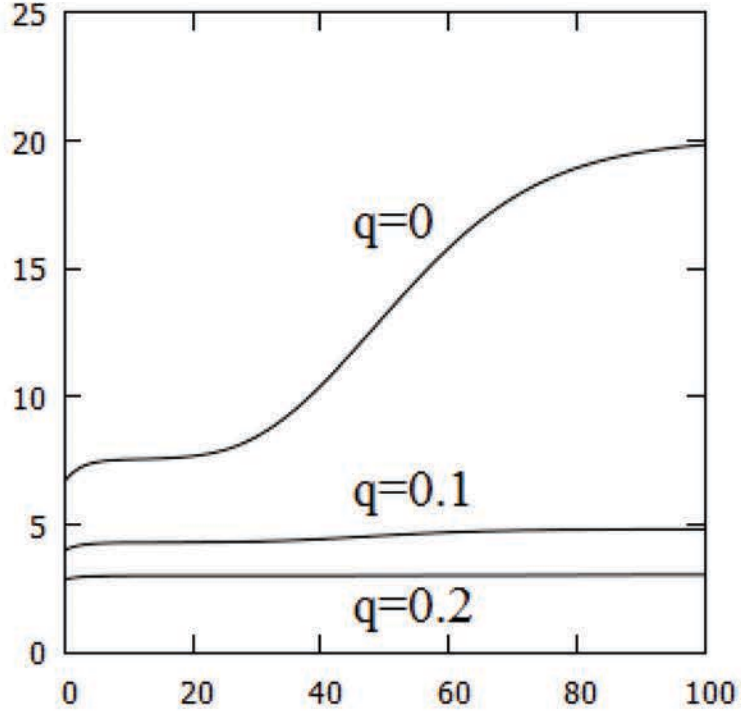
市中感染者数/日々陽性者数

q：PCR検査による隔離率
β：感染係数

$q = 0$

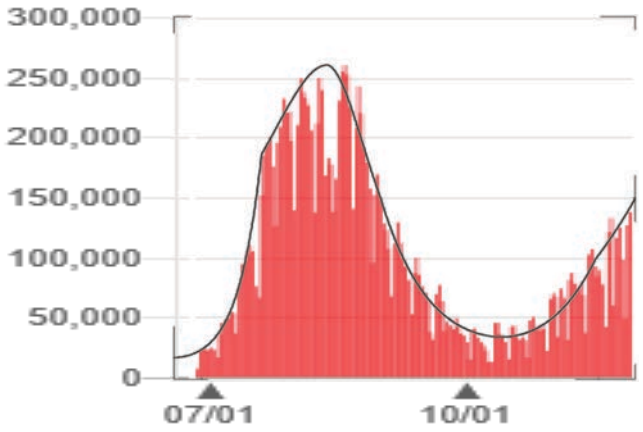


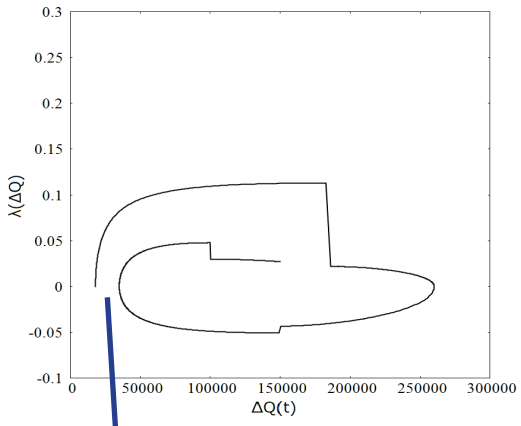
$\beta = 0.4$



11月30日の日本の感染状況

日本の感染状況図第7→8波　2022/6/20~11/30





無症状者からの感染が多い

感染症対策

1. 自然免疫を待つ　有史以前（初期のスウェーデン型）
2. 発症者の隔離　ローマ時代から
3. 都市封鎖　中世ヨーロッパ以来（中国型）
4. 行動制限＋重症者対策＋ワクチン接種（日本型）

感染させない・しない効果があればよいが

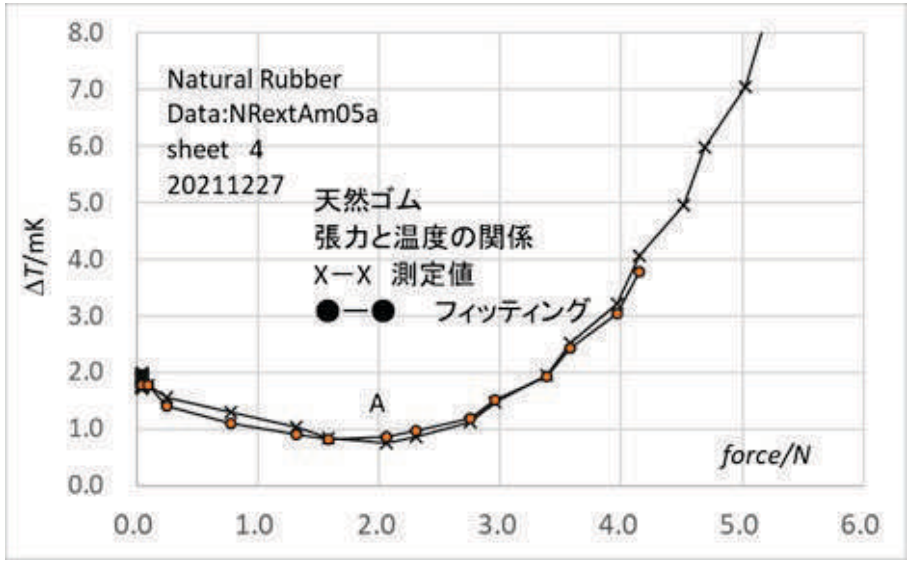
5. 無症候者を検査で発見・行動制限

その他の仕事

- T. Odagaki and K. Kasuya, "Alzheimer random walk" Eur. Phys. J. B**90**, 174(2017)
- S. Matsumoto and T. Odagaki, "Theoretical Study of Discharge in a Nonlinear Medium", J. Phys.Soc. Jpn. 88, 034704 (2019)
- T. Odagaki, "Variable range random walk", Physica A603, 127781(2022)

最近の研究

天然ゴムの力学熱量効果



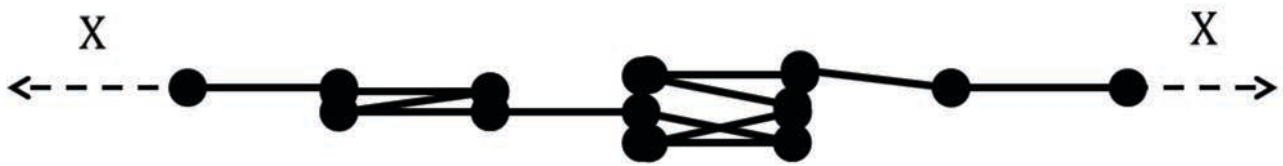
松尾隆祐：私信2022

教科書と違う！！

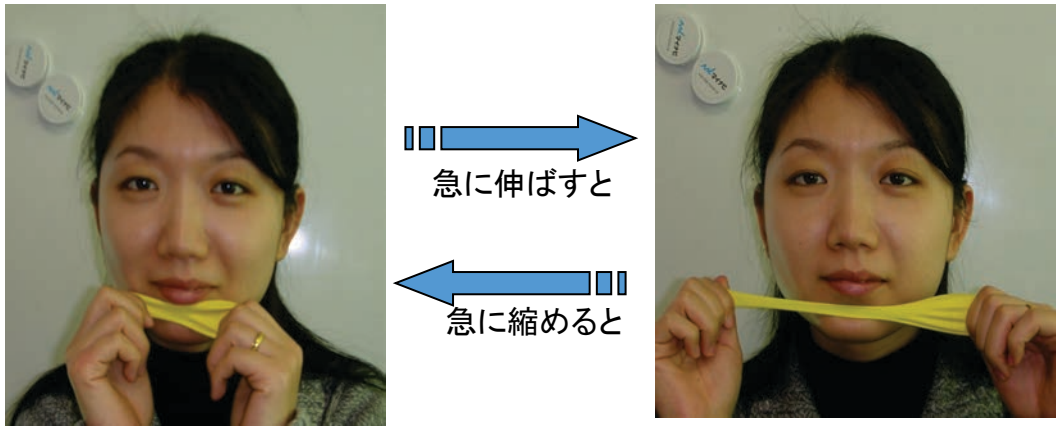
断熱的に張力をますと、温度が低下したのち、上昇する

折れ尺モデル

小田垣孝：エッセンシャル統計力学（裳華房2017）p.62

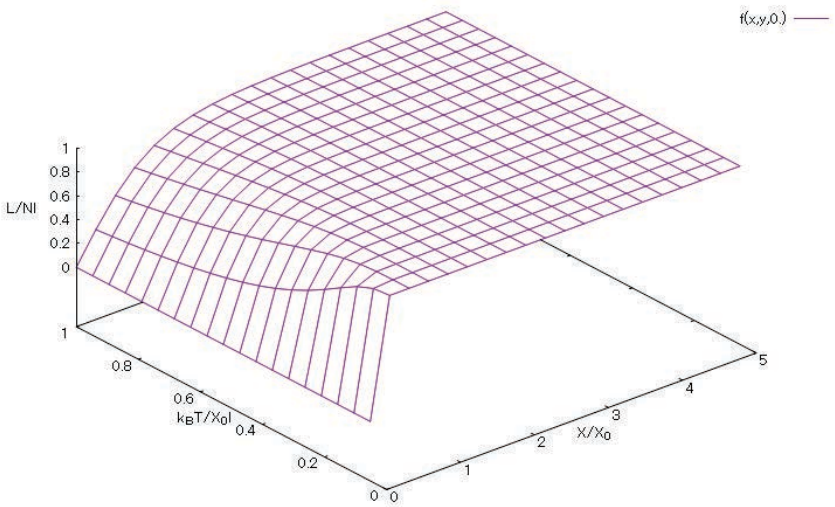


各要素は左右どちらかを向き、連結部分のエネルギーはない

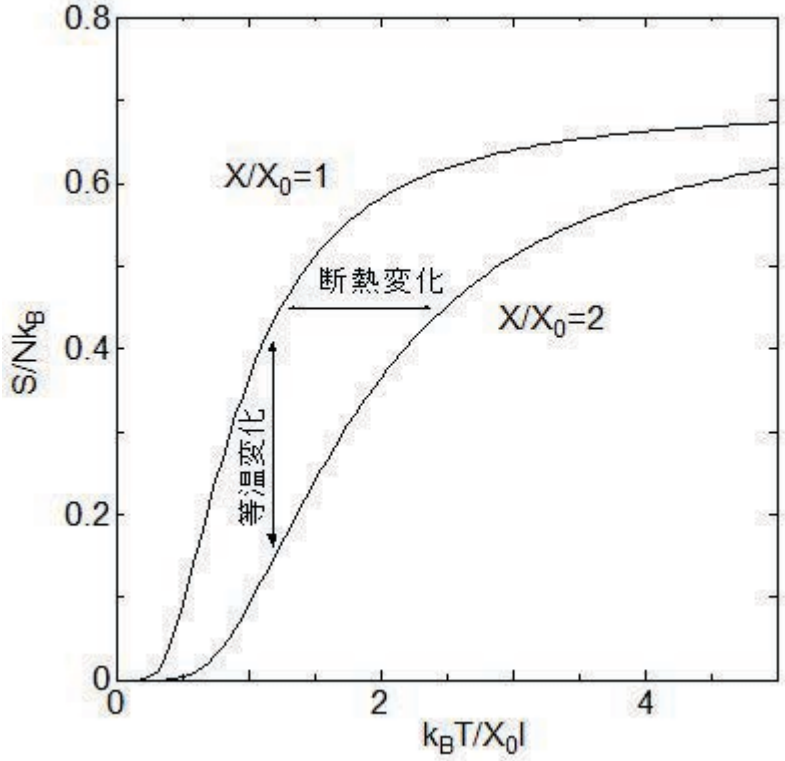


状態方程式

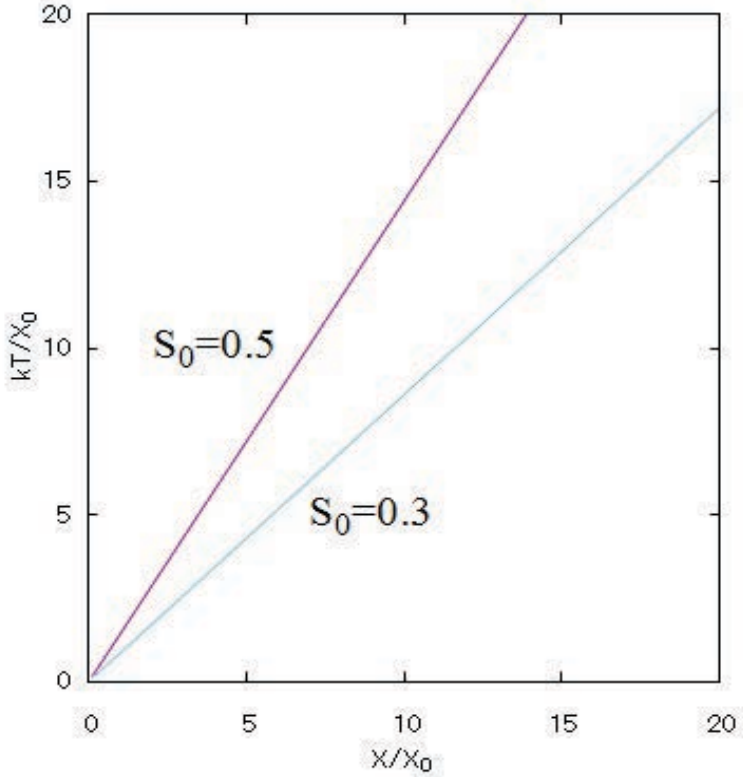
$L = L(T, X)$



エントロピー

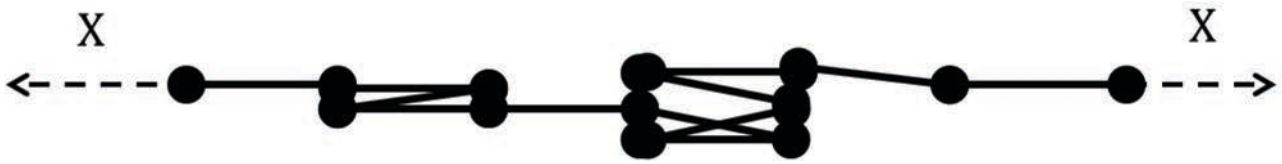


断熱変化



折れ尺モデルの改良

小田垣孝：2022



各要素の状態をスピンで表す： $S_i = +1$(右)　$S_i = -1$(左)

折りたたまれているときのエネルギー： ε

系のエネルギー

$$H = \sum_i \frac{\varepsilon}{2}(1 - S_i S_{i+1}) - X\ell \sum_i S_i$$

⇒1次元イジングモデル

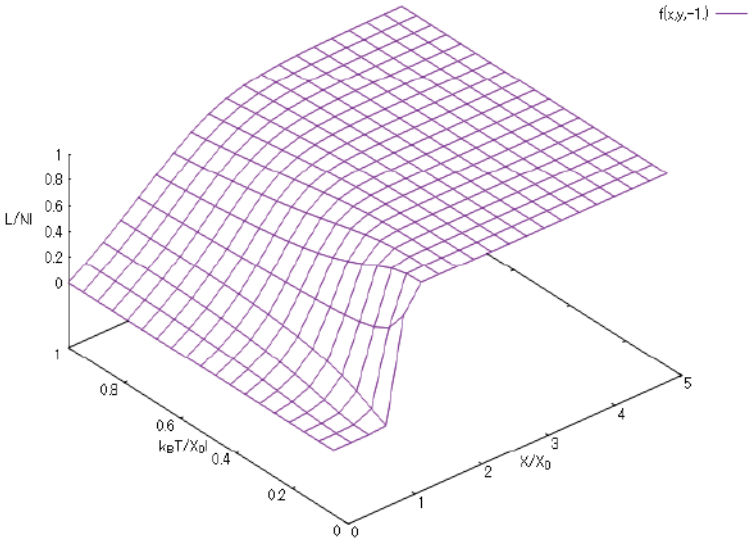
自由エネルギー

$$G(T, X, N) = \frac{N\varepsilon}{2} - Nk_B T \ln\left[\cosh\frac{X\ell}{k_B T} + \sqrt{(\sinh\frac{X\ell}{k_B T})^2 + e^{-2\varepsilon/k_B T}}\right]$$

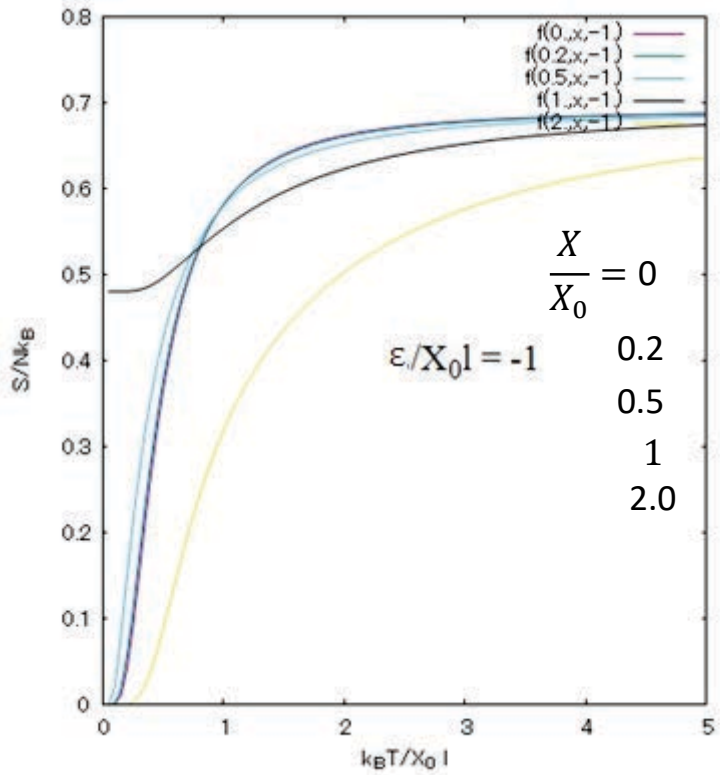
折りたたみでエネルギー低下する系

状態方程式

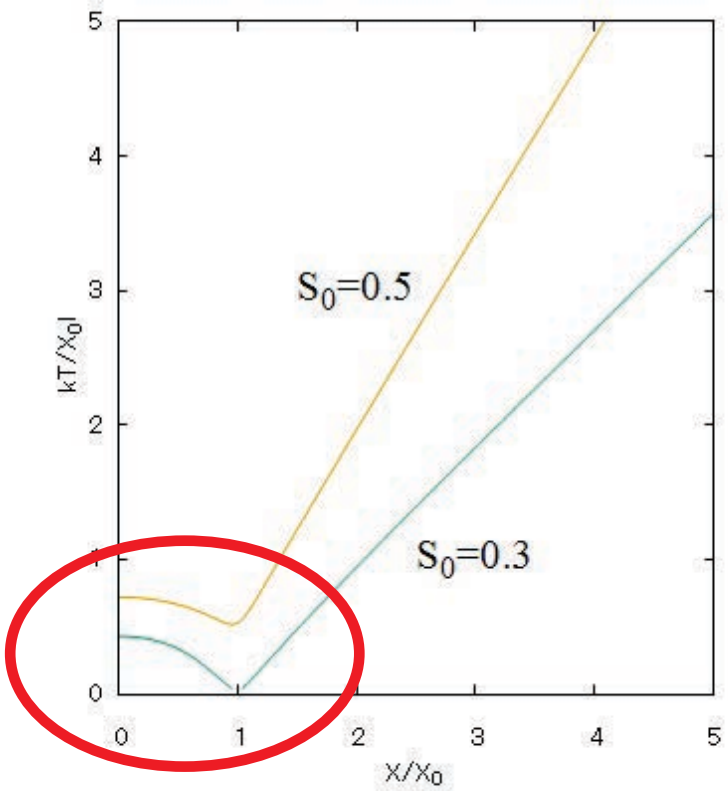
$L = L(T, X)$



エントロピー



断熱変化



論考・随筆

- 「研究不正の深層」，物性研究・電子版 **5**，05801（2016）

  研究不正が起こる構造的問題を明らかにした

- 「大学の使命と利益」，　科学 **86**，364--367(2016)

  大学のあるべき姿と大学行政

- 「此岸と彼岸の間で」，日本物理学会誌 **73**，729--730（2018）

  株式会社設立の経緯

- 「秩序・無秩序現象の計算機実験--50年前に考えられたこと」（歴史の小径）

  日本物理学会誌 **74**，568--569（2019）

  荻田、上田、松原、松田、米沢の映画「イジングモデル」（１９６８）の製作経緯について

最近の随筆

- **「不規則媒質中の波動伝搬におけるコヒーレント波の考え方」**

  日本物理学会誌（2023年1月号）談話室　掲載決定

コヒーレント波の考え方

M. Lax, “STOCHASTIC DIFFERENTIAL EQUATIONS”, SIAM-AMS Proceedings **VI**, 35 (1973).

不規則媒質中のシュレディンガー方程式

$$\left(\boldsymbol{E}-\boldsymbol{H_0}-\sum_{\boldsymbol{j}}\boldsymbol{v_j}\right)\boldsymbol{\Psi}(\boldsymbol{r})=\boldsymbol{0}$$

平均した波 $\langle\Psi(\boldsymbol{r})\rangle$:コヒーレント波が次式に従うことが示される

$$(\boldsymbol{E}-\boldsymbol{H_0}-\boldsymbol{V_c})\langle\boldsymbol{\Psi}(\boldsymbol{r})\rangle=\boldsymbol{0}$$

$$\boldsymbol{V_c}=\textstyle\sum_{\boldsymbol{j}}\left\langle\boldsymbol{t_j}\boldsymbol{\Psi^j}\right\rangle/\langle\boldsymbol{\Psi}(\boldsymbol{r})\rangle$$

$$\boldsymbol{t_j}=\boldsymbol{v_j}+\boldsymbol{v_j}(\boldsymbol{E}-\boldsymbol{H_0})^{-\boldsymbol{1}}\boldsymbol{t_j}$$

コヒーレントポテンシャル近似: V_c からのずれを摂動とし、

$$\left(\boldsymbol{E}-\boldsymbol{H_0}-\boldsymbol{V_c}-\textstyle\sum_{\boldsymbol{j}}\left[\boldsymbol{v_j}-\frac{\boldsymbol{V_c}}{\boldsymbol{N}}\right]\right)\boldsymbol{\Psi}(\boldsymbol{r})=\boldsymbol{0}$$

平均の散乱の遷移演算子がゼロになる条件から、V_c を自己無撞着に決める。

Scher-Lax : Montroll-Weiss が定式化した連続時間ランダムウォーク（CTRW）の方法に導入

Odagaki-Lax : 不規則なジャンプ率をもつランダムウォークマスター方程式に導入

アウトリーチ活動

知的好奇心をくすぐる体験授業

なぜ？なぜ？ふしぎ発見「物理ゲーム」

2022年11月24日

亀岡市立
南つつじヶ丘小学校

1. 空飛ぶ折り紙

折り紙で作った滑空体を、水平にして頭より上のところから放すと、前に飛びます。
何メートルとばせるかな？

ふしぎ
落としただけやのに、
なんで前に飛ぶの？

2. フォークやじろべえ

2本のフォークの間にコインの端をはさみ、コインの反対側を、コップにのせるとやじろべえができます。何秒でできるかな？。

ふしぎ
なんで落ちないの？

3. でんきさかなつり

塩化ビニールのパイプを布きれでこすり、こすったパイプで、魚をつります。
1分間で何びきつれるかな？

ふしぎ
なんでくっつくの？

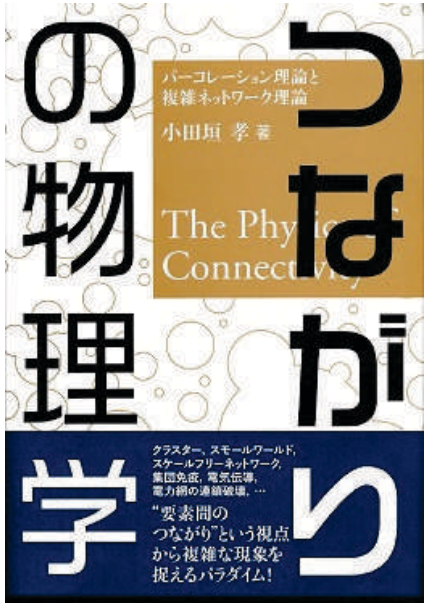
2016～22　小・中・高校など体験授業　21校

サイエンスアゴラ　2回出展

京都市サイエンスフェスティバル

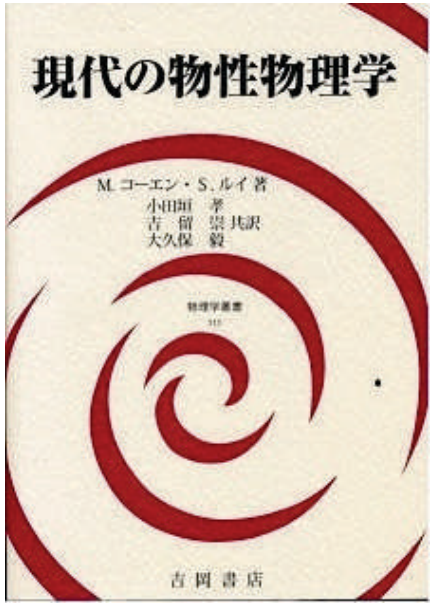
著　作

2017



2020

パーコレーション
とネットワークの
基礎



2021

吉留崇・大久保毅共訳

2022

佐野幸恵・山崎義弘・
山本健　共著

日本初の社会物
理学の教科書

計画中

「電子版『エッセンシャル統計力学』」

- タブレットで読める電子図書
- キーワードの詳細な説明とのリンク
- タブレットで動くバーチャルラボ搭載（科研費申請）

「なぜなぜ？ふしぎ発見ー物理ゲーム」

- １４の不思議と30のゲーム
- ２個のワークショップ

「日本エコトピア計画」

- ホモサピエンスが地球上の生物の一員で有り続けるために
- 日本資源大国化計画

「なぜなぜ？ふしぎ発見―物理ゲーム」

不思議博士　小田垣 孝

目次

第 1 部　ニュートンの小部屋

第 1 章 落としたものが前に飛ぶ？

＜ゲーム＞

ゲーム①空飛ぶ折り紙（付録 A）

ゲーム② アルソミトラ滑空体

ゲーム③ いろいろな滑空体

ゲーム④ 滑空する紙飛行機

第 2 章　ひっぱっても動かない？

＜ゲーム＞

ゲーム⑤　ラッキーフォール

ゲーム⑥　テーブルクロス引き

ゲーム⑦　だるま落とし

第 3 章　重いのに何で落ちないの？

＜ゲーム＞

ゲーム⑧　フォークやじろべえ

ゲーム⑨　フォーク on スティック

第 4 章　坂を転がるボール、坂を上るボール？

＜ゲーム＞

ゲーム⑪　スローフォール 1

ゲーム⑩　スマートフォール

第 5 章　床ではねるより高くはね返る？

＜ゲーム＞

ゲーム⑫　反射ロケット

第 6 章　まっすぐ投げても戻ってくる？

＜ゲーム＞

ゲーム⑬　ブーメランハンティング

ゲーム⑭　輪くぐり

第 7 章　腕を縮めたら速く回る？

＜ゲーム＞

ゲーム⑮　高速スピン

第 2 部　エレキテルの広場

第 8 章　パイプを綺麗にしただけやのに何でくっつくの？

＜ゲーム＞

ゲーム⑯　電気魚釣り

ゲーム⑰　ジャンピングコットン

ゲーム⑱　D グランプリ

第 9 章　磁石にくっつかないものがなぜ動くの？

＜ゲーム＞

ゲーム⑲　マジック振り子

ゲーム⑳　マジックウォンド

ゲーム㉑　マジックゴルフ

ゲーム㉒　スローフォール 2

ゲーム㉓　　スティッキーゴルフ

第 10 章 ゆっくりころがしたのに、何で速く打ち出されるの？

＜ゲーム＞

ゲーム㉔　ガウス砲

ゲーム㉕　ガウスバスケ

3 部　空気の技

第 11 章　なんでくるくる回るの？

＜ゲーム＞

ゲーム㉖　タンポポ飛行体あおげやあおげ

ゲーム㉗　空気をつかむ

第 12 章　空気を吹くとくっつく？

＜ゲーム＞

ゲーム㉘　K クランプリ

第 13 章　何で遠くのものが倒れるの？

＜ゲーム＞

ゲーム㉙　空気砲ハンティング

第 14 章 触っていないのに何で沈むの？

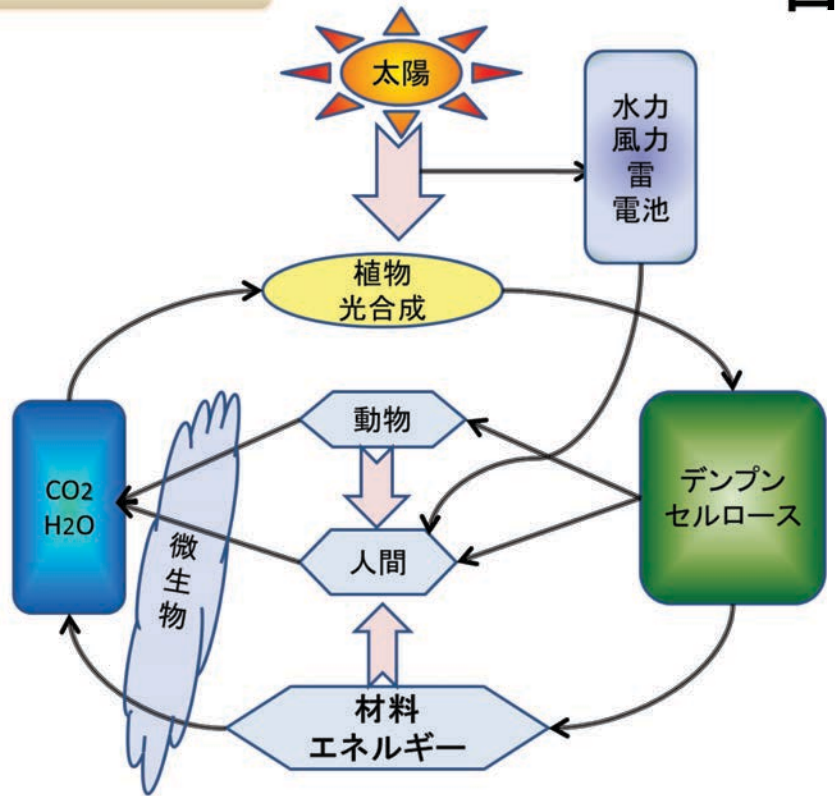
＜ゲーム＞

ゲーム㉚　浮沈子を沈めるまでのポンプを押す回数

日本エコトピア計画

―日本を資源大国に―

太陽エネルギー循環社会



小田垣孝　物性研究電子版 1, 011801(2012)

- ホモサピエンスは、その優れた知能を、地球環境の破壊ではなく、保護・継続にのみ用いるべきである。
- 他の生物と同様に、太陽エネルギーのみに基づいた社会の仕組みを作る
- 太陽エネルギーや電気エネルギーは、食べられない
- 太陽エネルギーが蓄えられるものは
  化学エネルギー：光合成によるデンプン、タンパク、セルロース
  運動エネルギー：風、海流、雨
  位置エネルギー：高位置に蓄えられた水
  電気エネルギー：雷
- デンプン、タンパク質は食料、飼料とし、一部材料とする
- セルロースはすべての材料の源として用いた後、化学エネルギーとして利用する
- セルロースは飼料とし、食料への転換も行う
- 植物の生育しないところでのみ、太陽エネルギーを直接電気に変換する

- **太陽系が消滅する前に、乾眠あるいはロボットで他惑星に移住する**

進行中/計画中の研究・執筆

非平衡系の物理（ガラス理論の完成と応用に向けて）

- 単成分ガラス形成系のFELによる解析
- レプリカ法のFEL 理論による基礎付け
- RMC を用いたFELの決定(科研費申請中)
- タンパク質のアミロイド化への応用

社会物理（さらなる発展に）

共同研究歓迎！！

- 情報化社会の安定性

その他

- 液体 Se の金属・半導体転移
- 位相波の理論
- 時間に依存するVRRW：メッシュネットワーク上の拡散
- 「大学改革実践の記録と学問の自由」
- 「日本人の自然観」
- 「ことわざと物理学」

その他進行中の事業

高橋和巳・たか子文学記念館設立準備

- たか子の生家：京町屋改修中
- たか子育った家、和己の処女作執筆の家：公開準備中

まだやりたいこと・やるべきことが沢山あるので、人生を続けます

有り難うございました