

ワンポイント時間学

## 問題の難しさは時間で量る

理工学研究科教授、時間学研究所企画委員 松野浩嗣

ハイライト

- ・ワンポイント時間学
- ・時間学ミニ辞典

目次：

ワンポイント時間学	1
問題の難しさは時間で量る	
話題・報告	
共通教育「時間学」	2
イブニングセミナー	3
in 福岡	
所長室より	4
ネット環境での同期について	
時間学ミニ辞典	4
相対年代と放射年代	
~地球科学の時間軸~	

A君はプログラミングに自信のある、ほやほやの優秀な新入社員エンジニアです。彼は、強面の上司のBさんに「A君、こんな問題があるんだけど、これを計算するプログラムを作ってくれないか」と頼まれました。A君は、長い時間をかけて考えましたが、どうしてもその問題をうまく計算できるプログラムが思いつきません。とうとうA君は自信を失って、入社拒否になってしまいました。

優秀なA君を困らせた問題はどれぐらい難しい問題だったのでしょうか。もし、その問題の難しさを予め知ることができれば、A君は「この問題は、コンピュータで速く解くことはできません」と言えたはずです。実は、それを調べる方法があります。それは、その問題がNP完全であることを証明することです。

NP完全のNPは、Nondeterministic Polynomial のことですが、この言葉の由来は長くなるのでパスしましょう。NP完全問題の数は、何千何万と知られています。新しい問題が、NP完全であることを証明するには、その何千何万というNP問題の中から一つを見つけて、その問題の一つに還元できることを示します。NP完全問題が沢山あるのは、この作業を多くの人が行って、芋づる式に数が増えたからです。

ある問題がNP完全であることが証明されれば、その問題は現実的な時間で解くことはできない、という

ことを示したと限りなく同じになります。「限りなく同じになる」と歯切れが悪い言い方をしたのは、本当に現実的な時間で解けないのか、とうことがまだ証明されていないからです。この問題は、最近解かれたポアンカレ予想と同じ、数学の大きな未解決問題に挙げられていて、クレイ数学研究所から100万ドルの賞金もかけられています。

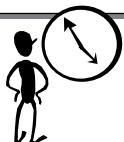
現実的な時間で解くとは、どういうことでしょうか。もしある問題をコンピュータが計算して、地球が滅びた後にその答えが出てくるようでは、現実的な時間で解けたとは、とても言えませんね。笑い話のように聞こえるかもしれませんが、NP完全問題とは、このような性質を持つ問題のことなのです。すこしきちんと言うと、NP完全問題は、指数時間で解くアルゴリズムは存在するが、多項式時間で解くアルゴリズムは存在しないと「強く信じられている問題」ということになります。

A君がもしNP完全の話を知っていたら、強面の上司のBさんに「この問題はNP完全だから、まともには解けませんよ」と言えたかも知れません。そして、「正確に解くことはできないけれど、まあまあ精度の答えなら、多項式時間で解ける方法を考えましたよ」と言えれば、さらに格好良かったですね。「まあまあ精度の答え」を求めるとはどうやる...? さて、紙面が尽きました。これから先はまた機会があれば、ということと。

時間学研究所ニュースレター第5号をお届けします。今回は松野先生と鎌田先生にご寄稿いただきました。

時間学研究所が主催する講義「時間学1、2」も紹介しています。

《時間学研究所》  
〒753-8511  
山口市吉田 1677-1  
TEL/FAX 083-933-5848  
jikann@yamaguchi-u.ac.jp  
www.rits.yamaguchi-u.ac.jp



## 共通教育「時間学」の紹介

時間学研究所では、山口大学の学生に向けて共通教育「時間学」を開講しています。本講義は前期「時間学1」と後期「時間学2」に分かれ、それぞれ7名ほどの教員によるオムニバス形式で行なわれています。開講日ごとに、その日の担当教員の専門分野における「時間」が解説され、学生は多様な観点から時間学を学ぶことが可能です。

平成22年度シラバスにおける講義題目一覧は次の通りです（ガイダンス等は省略。一部、講義時に変更あり。）。開講日や担当教員名などの詳細については、時間学研究所ホームページをご覧ください。

### 講義題目

- 22年度前期「時間学1」：体内時計のしくみ（全2回）、青年期における時間的展望（全2回）、時間の哲学（全2回）、地質的時間と生物進化、地層に刻まれる地球的時間、季節と感情・時間と睡眠、季節と自律神経機能、現代社会と社会的時間、時間学とは何か、時間に向きはあるか？
- 22年度後期「時間学2」：昔（むかし）という時間、古（いにしへ）という時間（全2回）、日本列島の現在・過去・未来、生物に刻まれる環境変遷と時間、時間と危険の管理術、ライフサイクルと時間感覚、体内時計の科学（全2回）、精密な時間の追求、一様に進まない時間、社会的時間の多様性、時間学の課題と時間政策、時間と論理

### 講義テキスト

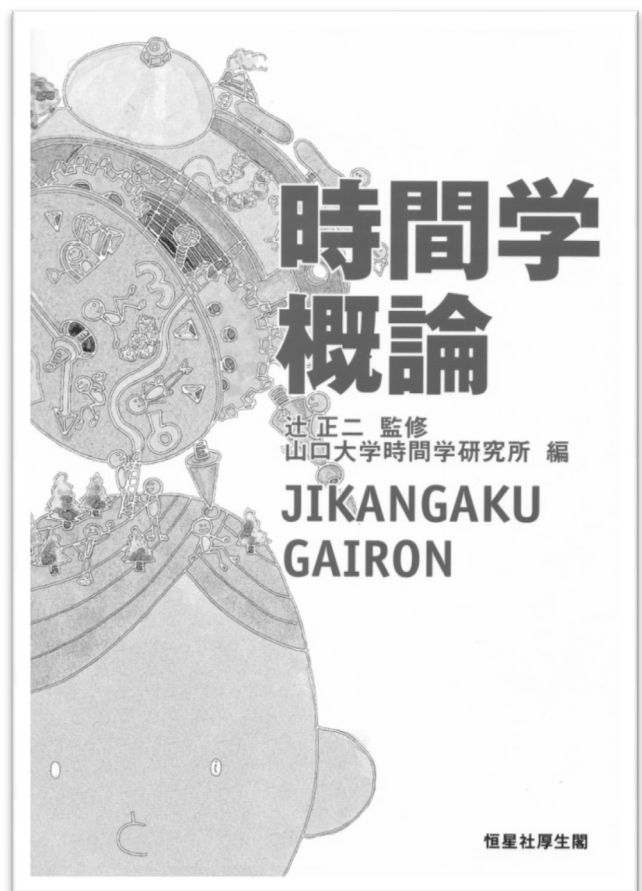
共通教育「時間学」では、参考テキストとして『時間学概論』（山口大学時間学研究所編、辻正二監修、恒星社厚生閣）を使用しています。「時間の流れと記録」「生きものと社会の時間」の二部構成からなり、理系・文系の枠を超えた幅広い内容となっています。本書の詳細につきましても、時間学研究所ホームページをご参照ください。

### 『時間学概論』

山口大学時間学研究所 編、辻正二 監修（恒星社厚生閣）

- 第1章 物理の時間・宇宙の時間 藤沢健太
- 第2章 時間の哲学：時間の流れとタイムトラベル 青山拓央
- 第3章 時間とそのリズムを記録する地球 鎌田祥仁
- 第4章 パソコン・インターネットの発達と時間 松野浩嗣

平成23年度は、講義名を「時間学A」「時間学B」と改め、前期の「時間学B」ではおもに2年生以上を対象に、後期の「時間学A」ではおもに1年生を対象にしています。講義題目にも一部変更があり、たとえば後期「時間学A」には、芸術と時間（全2回）という題目が新たに加わりました。昨年度に引き続き、数多くの学生の積極的な受講を期待しています。



- 第5章 生物の時間・ヒトの時間 井上慎一
- 第6章 知覚体験の時間的特性と心的時間 一川 誠
- 第7章 昔という時間、古（いにしへ）という時間 森野正弘
- 第8章 現代社会における社会的時間 辻 正二
- 第9章 少子高齢社会における労働と余暇 石田成則

## イブニングセミナー in 福岡

### 「時間学のすすめ」

山口大学大学院技術経営研究科（MOT 専門職大学院）福岡教室の開校を記念して、2010年1月27日に「山口大学イブニングセミナー2010 in 福岡ー『時間学』のすすめ」が開催されました。技術経営研究科福岡教室は、山口大学の北部九州地方における情報発信拠点としても期待されており、この度は山口大学の特徴的な研究である「時間学」に注目した、教室開校記念セミナーの開催という運びになりました。時間学研究所からは辻正二所長が「時間学という学問の可能性」と題し講演を行い、認知心理学が専門の九州大学人間環境学研究院人間科学部門心理学教授の三浦佳世先生が「時間と速度感の感性心理学ー時間の知覚・印象・表現」と題し講演をされました。

辻所長の講演では、今時間学が必要とされる要因として、①長寿化に伴い、高齢期が伸びたこと、②計画遂行に際して生まれるコストを明確に開示することが一般化したこと、③社会が24時間化したために、時間にとらわれず作業を進める「無時間的」時代になったこと、④近代化に伴い、時間管理が行われ、それまでの共同的社会による集団の時間が、「個別化」したことがあげられました。また、時間学の発展として、時間は一定間隔を刻むと考える「直線的な時間」、祭りや宗教と係わりのある「循環的な時間」、ファーストフードやそれに対比したスローフードに代表されるような、時間の効率性と関連した「時間の圧縮性と伸長性」、という3つの時間

の性質について整理し、体系化することが今後必要であると示されました。

続いて三浦氏の講演では、時間知覚に関する研究についてご紹介いただきました。絵画や写真のような静止画像に対し、「スピード感あふれる」や「時間が止まったような」といった感じ方をするのは、どうしてなのかという素朴な疑問が出発点です。被験者の方に絵画を見てもらい、その印象を、五感や時間、感情に関する形容語から選んでもらうという実験をしたところ、「停止感」「変化」「持続」3つのグループに分けることができ、それらは「超現実主義的」「抽象画」「写実的風景画」に対応する分類になっていました。つまり人間は、色や形、感情印象ではなく、時間印象によって絵画を分類するといえます。さらに「変化」と「持続」といった動きのある時間印象は、空間周波数という絵画の描写の細かさに対応する概念を変化させることで、その印象の程度を変化させることができ、これに対し「停止」は絵画の余白（背景）に対応しており、余白が広く、絵画の雰囲気との関係が低いほど、時間が止まっていると感じることがわかりました。また、動きのある画像の方がより時間が長いと感じるという結果も出たそうです。このように心理学的な時間は、一様でなく、外界や心身の影響を受けるといった性質があるということも紹介されました。

講演後の質疑応答では、時間学の発展についての質問や、時間の長さの感じ方についてなど、ざっくばらんな質問をたくさんいただき、和気あいあいとしたセミナーになりました。なお、講演の様子はインターネットにて配信することを予定しております。



挨拶をする三池副学長（左）と辻所長（右）



所長室より

## 「ネット環境での同期について」

生物は、周りの環境と同期しながら生命活動をしている。同期というのは、同調とか共振と呼ばれるもので、場合によっては適応や調和といってもよいかもしれない。この同期がうまくいかないと、生命は確実に活動を止めることになる。二足歩行により脳を進化させた人類は、言語や道具を発明し、高度な社会集団や国家を作り、文明を開化してきた。この文明化は、近代になって加速化した。

人類は、自由な労働・活動のできる社会を築いて近代化を押し進めてきた。機械時計により時間管理を徹底し、生産過程を高速化することによって時間当たりの生産性を高めてきた。その意味では、近代化とは時間圧縮の歴史であったといえることができる。だが、船や汽車や車の速度の向上段階では、まだ人類の概日リズムによる同期（化）が大きく狂うことはなかった。しかし、ジェット機のような高速の乗り物が登場してからは、生体リズムに異変が生じ、それより高速なロケットや人工衛星では、もっと異変が生まれることが分かった。さらに、パソコン、ケータイのネット環境の出現は、今日労働環境のみでなく生活環境さえも、劇的に変えている。ネット環境は、経済のグロー

バル化に拍車を掛け、いまや多くの現場で 24 時間の労働の現場を生み出した。事務の場だけでなく、営業や工場現場でも、多くの仕事がパソコンを相手とする仕事となった。情報を同時に処理させるネット環境は、労働時間内に果たせる処理能力を倍加させた。しかし、労働時間は社会システムの側の変化を待たないといけない。本来は、余暇時間の増大が可能なのはずであるが、市場経済の中で圧縮化された労働現場の現実が反映されず、むしろ市場原理の加熱化とネット漬けの労働により労働時間の伸長さえ生じている。他方、生活環境では、ネット環境が、バーチャルな仮想社会に没入する子どもや若者たちを生むばかりか、人間関係の希薄化が広範な年代層に及びつつある。テクノストレスや仮想の現実化現象の危惧が指摘されてきたが、ネット環境が生体レベルの同期にどのような影響をもたらすのかの究明は、実はされていない。ネット環境におけるリズムと、自然システムから得た人間の生体リズムは、同期することが果たしてできるのであろうか。

(辻正二)



時間学ミニ辞典

### 【相対年代と放射年代～地球科学の時間軸～】

2 年ほど前の 2009 年 10 月 21 日の新聞に、「第四紀、80 万年古く」という見出しの記事が掲載された。「第四紀」とは地質学者が用いる地質年代の指標で、この定義と年代数値を学術組織が見直し・再定義したという内容の記事である。

地球科学、特に地質学の分野では過去に起きた様々なイベントや気候の変動などを地層や岩石から読み取る。必然的に、そうした過去のイベントが何年前に起きたのか？ 気候変動はどのように推移して、どのような結末に終わったのか？ また、どのような時間スケールで起きるのか？ などが求められる。したがって現象の前後関係や変化を記録するためには、より精度のある「時間軸」を定めていく必要がある。地質学の場合、「相対年代」と「放射（数値）年代」という 2 つの時間軸を用いる。これらは目的に応じて使い分けられ、決して一方が他方より信頼性があるということではない。

「相対年代」とは、化石や地層の重なりなどを用いて求める年代で、各現象が生じた前後関係を示す。地球表層で重力にしたがって積もる砂や泥、生物の遺骸（化石）は、必ず下から沈積し、下位にある地層やそれに含まれる生物遺骸は、より上位にある地層より古いことは明確である。地球表層の地層に対し、このような前後関係と化石の様相変化を体系化させたものが相対年代である。古生代や中生代、ジュラ紀とか白亜紀、また前出の第四紀は、この相対年代を表わす。これは「地質学の

父」とされる英国のウィリアム・スミスが 19 世紀前半に産業革命の石炭需要を背景に確立したものである。

「放射年代」は放射性元素が持つ、放射壊変という性質を利用して得られる数値年代である。これには親核種と娘核種の比（半減期）を利用するものや放射線損傷を利用するものなど、いくつか原理の異なるものが含まれている。「相対年代」と比較して、具体的な数値指標が得られることが特徴である。放射性元素の半減期には様々な時間スケールがあり、例えば、ウラン-鉛 ( $^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb}$ ) の半減期は  $1.25 \times 10^9$  年、炭素 14 ( $^{14}\text{C}$ ) は 5730 年で、これに基づく適用年代や岩石・鉱物中の放射性元素の有無や性質などを加味して使用される。

前出「第四紀」の始まりは、人類最古の化石が発見された年代などから 180 万年前とされ、「人類の時代」や「寒冷化の始まり」と定義されてきた。しかし研究の進展に伴って、人類の誕生が 500~600 万年前と考えられるようになったことや、寒冷化が約 80 万年遡った約 260 万年前であることなどが明らかになり、この年代を「第四紀」の始まりとした。またこの時期はアフリカで誕生した人類が世界各地に拡散し始めた時期でもあり、その定義も「人類が世界に広がった時代、さらには人類が繁栄した時代」と変化したことになる。

(理工学研究科 鎌田祥仁)