「なゐふる（ナイフル）」は「地震」の古語です。「なゐ」は「大地」、「ふる」は「震動する」の意味です。

なゐふる

2022.2
日本地震学会
広報紙
No. 128

Contents

2 地震計で見る新型コロナ自粛

4 地震学偉人伝その8：
内核の発見者にして最初の女性地震学者
インゲ・レーマン（前編）

6 InSightが実現した1火星年の地震観測

8 イベント報告
・2021年度秋季大会一般公開セミナー開催報告
・ジオパークオンライン巡検開催報告

1932年のインゲ・レーマン
(Image courtesy The Royal Library, National Library of Denmark and University of Copenhagen University Library, under a Creative Commons License.) 詳しくは4-5ページをご覧ください。▲

Seismic Activity in 3 months

主な地震活動

2021年10月～2021年12月

気象庁地震火山部
草野 利夫

2021年10月～2021年12月に震度4以上を観測した地震は16回で、震度5弱以上を観測した地震は5回でした。図の範囲内でマグニチュード（M）5.0以上の地震は32回発生しました。

「震度5弱以上」、「被害を伴ったもの（国内）」、「津波を観測したもの」のいずれかに該当する地震の概要は次のとおりです。

①岩手県沖の地震

（2021/10/6 02：46 深さ56㎞ M5.9）

太平洋プレート内部で発生した地震で、青森県階上町で震度5強を観測しました。この地震で軽傷者3人、住家一部破損1棟の被害がありました（10/13現在、総務省消防庁による）。

②千葉県北西部の地震

（2021/10/7 22：41 深さ75㎞ M5.9）

太平洋プレートとフィリピン海プレートの境界で発生した地震で、埼玉県川口市、宮代町及び東京都足立区で震度5強を観測しました。また、千葉県北西部と東京都23区で長周期地震動階級2を観測しました。この地震で重傷者6人、軽傷者43人などの被害がありました（11/26現在、総務省消防庁による）。

③山梨県東部・富士五湖の地震

（2021/12/3 06：37 深さ19㎞ M4.8）

山梨県大月市で震度5弱を観測しました。なお、この地震の震源付近で、この地震の発生から約4時間前の同日02時17分にM4.1の地震（最大震度4）が発生しています。今回の地震の震央周辺では同規模程度の地震が続けて発生している事例があり、例えば、2012年1月28日には07時39分にM4.9の地震（最大震度4）が発生した後に07時43分にM5.4の地震（最大震度5弱）が発生しています。

④紀伊水道の地震

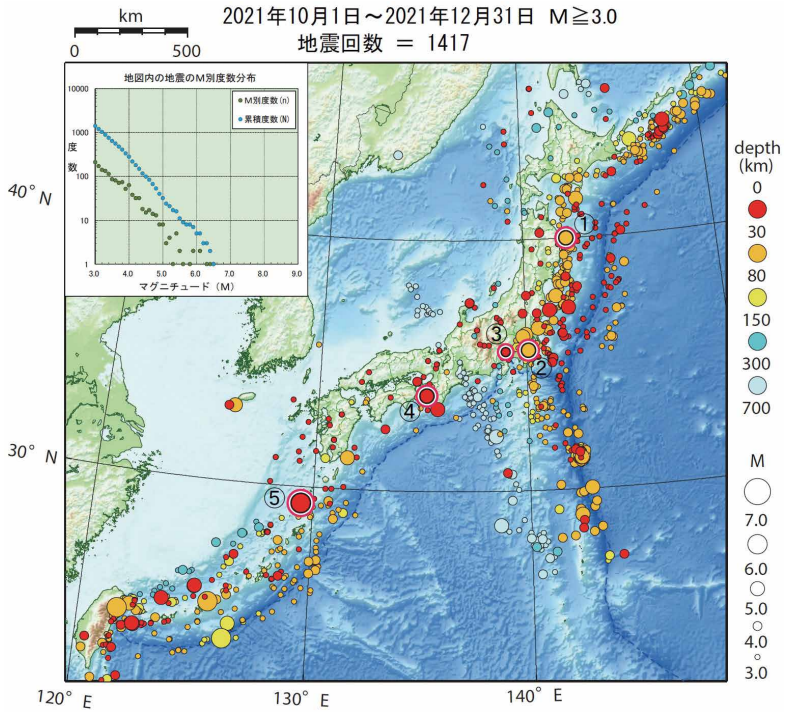
（2021/12/3 09：28 深さ18㎞ M5.4）

地殻内で発生した地震で、和歌山県御坊市で震度5弱を観測しました。この地震で、軽傷者5人、住家一部破損2棟などの被害がありました（12/13現在、総務省消防庁による）。

⑤トカラ列島近海の地震

（2021/12/9 11：05 深さ14㎞ M6.1）

陸のプレート内で発生した地震で、鹿児島県十島村で震度5強を観測しました。この地震で、悪石島でがけ崩れ等の被害がありました（12/23現在、鹿児島県による）。トカラ列島近海では、12月4日12時頃から地震活動が活発となり、12月31日24時までに震度1以上を観測した地震が308回（震度5強：1回、震度4：2回、震度3：15回、震度2：85回、震度1：205回）発生しました。



世界の地震

今期間、M7.5以上の地震、あるいは死者・行方不明者50人以上の被害を伴った地震は以下のとおりです（時刻は日本時間、震源要素は米国地質調査所（USGS）、Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード）。

●ペルー北部の地震

（2021/11/28 19:52（日本時間）深さ126km Mw7.5）

この地震は、発震機構（気象庁によるCMT解）が東北東−西南西方向に張力軸を持つ正断層型で、南米プレートの下に沈み込むナスカプレート内部で発生しました。この地震により、負傷者17人等の被害がありました（11/30現在、国連人道問題調整事務所（OCHA）による）。

Report 1

地震計で見る新型コロナ自粛

産総研 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門　矢部 優

地面の揺れを記録する地震計は、主に地下で発生する地震現象を調べる目的で設置されています。しかし実は、地震計には人間活動の痕跡も記録されています。世界では2020年から新型コロナウイルス感染症の流行が続き、日本社会も大きな影響を受けています。地震計記録の中で地震が記録されていない部分（“ノイズ”）を調べることで、2020年から続く新型コロナウイルス感染症による社会活動の自粛の様子がどのように見えたかを紹介します。

地震計で見えるもの

我々地震研究者は、主に自然に発生する地震現象の理解を深めるために、その揺れを捉えようと地震計を陸上や海底に設置して観測を行っています。日本の地震観測網は目的に応じて幾つかの種類があり、その観測点密度は世界トップクラスです。緊急地震速報のような防災・減災に役立つ仕組みも、スロー地震の発見[1]のような世界に先駆けた研究成果も、世界に誇る日本の地震観測網によるものです。

地震はいつ発生するか分かりません。ですから、地震観測は24時間365日休まず続けられ、地震の揺れがいつ来てもいいように待ち受けています。しかし、実際の地震現象は時々しか発生しません。つまり、日々大量に蓄積していく地震観測データの大部分は地震現象以外の揺れ、すなわち「ノイズ」ということになってしまいます。ではこのノイズは全く意味のない無駄なものなのでしょうか？実は、落石や土砂崩れのような地表での現象や気象現象など、地震以外の自然現象の痕跡がこのノイズに隠されていることが多くの研究で明らかになっています。

2020年から世界中で流行している新型コロナウイルス感染症（COVID-19）は、社会に大きな影響を与えています。地震計記録も例外ではありません。世界中の地震計でCOVID-19の流行に伴ってノイズの大きさが低下したことが報告されています[2]。COVID-19の流行を抑えるために世界中で都市封鎖が実施されたためだと考えられています。つまり、自然現象だけでなく人間活動の痕跡までもがノイズの中に隠されているのです。同様の現象は日本の首都圏に設置された首都圏地震観測網（MeSO-net、なゐふる67号参照）と呼ばれる地震観測網のデータでも確認することができます[3]。東京におけるCOVID-19とノイズの関連を以下に紹介します。

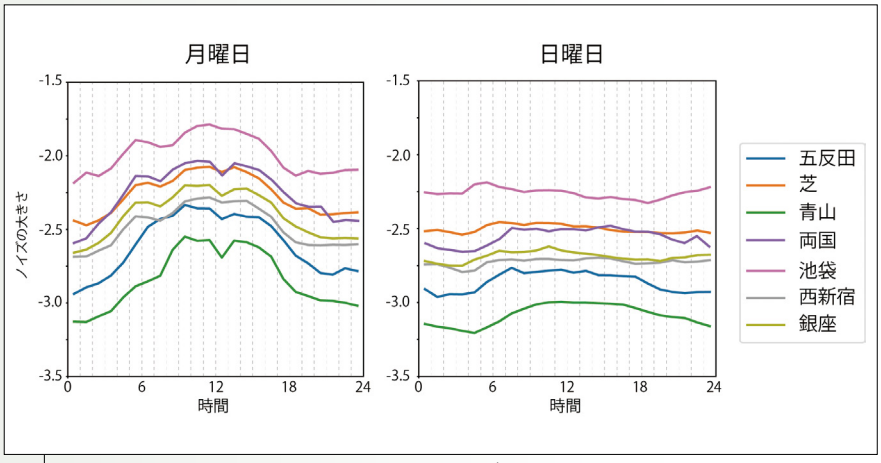


図1 MeSO-net観測点の（左）月曜日（右）日曜日におけるノイズの大きさの時間変化。

普段のノイズ

まずはコロナ禍以前の、普段のノイズの様子を見てみましょう。図1に東京都内の幾つかの観測点における平日（月曜日）と休日（日曜日）のノイズの大きさの時間変化を示します。平日・休日ともに日中にノイズが大きくなっており、特に平日の日中はノイズが大きくなっています。これは平日の日中に行われる様々な社会活動が地面の振動を生み出していることを示しています。具体的には、車や電車といった交通や、工場・建物で稼働する機械などが振動源として考えられます。さらに平日の図を見て面白い特徴に気づいた方もいるかもしれません。幾つかの観測点では、平日のお昼頃に顕著にノイズが低下しています。これは皆さんがお昼休みをとっている様子と考えられます。これ以外にも、GWや年末年始といった大型連休にノイズが低下するなど、人間活動がノイズに大きな影響を与えている証拠が色々と見つかっています。

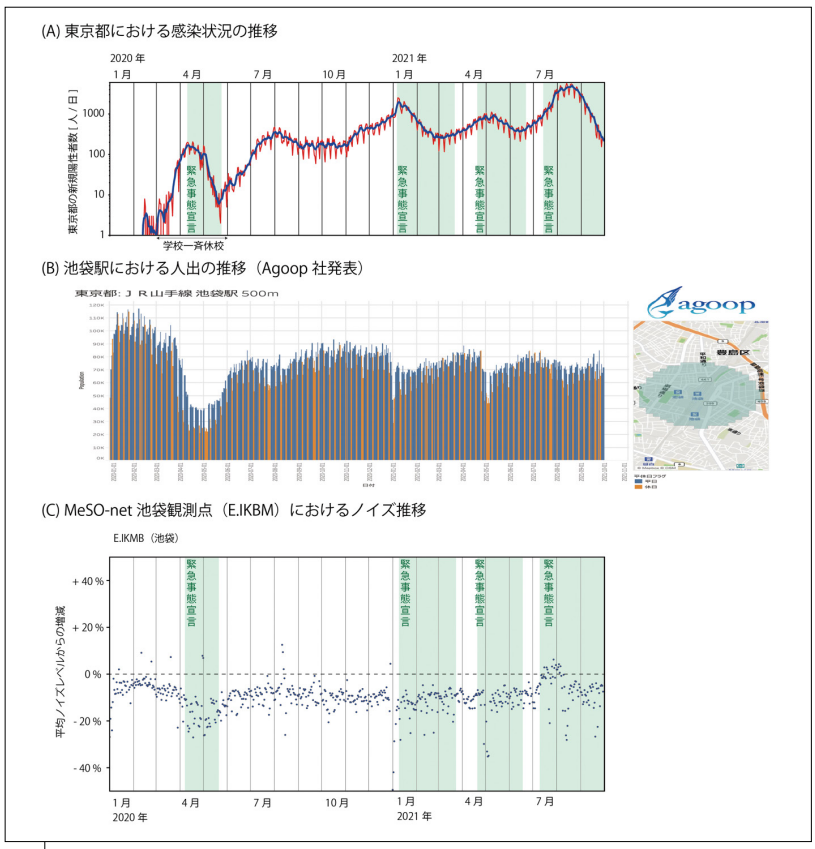


図2 （A）東京における感染状況と（B）池袋駅における人出状況、（C）MeSO-net池袋観測点（E.IKBM）におけるノイズの時間推移。報告日別陽性者数の元データは東京都オープンデータカタログサイト（https://catalog.data.metro.tokyo.lg.jp/dataset/t000010d0000000068）より。人出情報は株式会社Agoop提供（https://corporate-web.agoop.net/pdf/covid-19/agoop_analysis_coronavirus.pdf）。地震計ノイズはコロナ禍以前（2018年1月～2020年1月）の平均的なノイズの大きさに対する変化の割合を示す。緑の網かけは緊急事態宣言が発出されていた期間を示す。

コロナ禍における人間活動の変化とノイズ

2020年からのCOVID-19の流行によって、日本社会も大きな影響を受けました。図2Aに東京都におけるこれまでの感染状況と社会的な出来事をまとめました。緊急事態宣言による外出自粛要請や学校の休校、テレワーク・オンライン授業の推進など、人間活動に大きな影響を与える出来事がたくさん起きました。近年普及したスマートフォンの記録する位置情報を解析することで、コロナ禍において人間活動がどのように変化したのかを可視化することができるようになりました。図2Bには、株式会社Agoopが発表している、東京都豊島区の池袋駅における人出の時間変化の図も示してあります。感染状況が悪化し、緊急事態宣言が発出されると人出が減少する様子が見て取れます。特に初めての緊急事態宣言の際には、社会全体で活動を抑制するよう要請され、大きく人出が減少しました。初めての緊急事態宣言が解除された後も、以前より人出が減少した状態が継続しています。2021年に入ってからの緊急事態宣言では、さらなる人出の減少はわずかにとどまっています。

それでは次に、ノイズの時間変化を見てみましょう。図2Cに池袋のMeSO-net観測点において、ノイズが普段と比べてどれだけ増減したかを計算した結果を示します。2020年の1月から2月にかけての期間は、例年と同程度のノイズの大きさとなっていましたが、学校の一斉休校が始まった3月からノイズ低下が始まりました。最初の緊急事態宣言が始まると低下幅はさらに大きくなり、2020年のゴールデンウィーク頃にノイズ低下幅が最大となります。その後、緊急事態宣言の解除前からノイズの大きさが回復しはじめている様子も確認できますが、例年の状態までは回復せず、ノイズが小さい状態で推移します。2020年におけるノイズレベルの時間変化は、Agoop社が発表している鉄道駅の人出の増減とよく相関しているように見えます。2021年に発出された複数の緊急事態宣言では、2020年の緊急事態宣言の時のような大きなノイズ低下は観察されませんでした。ただ、2021年初頭の2回目の緊急事態宣言の際には、休日のノイズ低下幅が増加している様子が見られます。逆に2021年7月下旬から8月上旬にかけての時期には、例年通りのノイズレベルに回復している様子も見られます。2021年のノイズレベルの増減は、必ずしも鉄道駅の人出の増減と相関してはいないようです。車両交通の増減や工場などの稼働状況など、他の経済活動指標との比較は今後の検討課題です。

最後に

以上で見てきたように、人間活動が地震観測のノイズに大きな影響を与えていることをコロナ禍に伴うノイズレベル変化から確認することができました。しかし、人間活動とノイズの関係はまだ十分理解されていません。地震計データから人間活動を定量的に把握するには、人間活動のどの部分がどの程度のノイズを生み出しているのか、など明らかにすべき事柄が多くあります。今後も多くの事例について検討を重ねていくことで、地震計の新たな使い道が拓けることを期待しています。

参考文献

1 Obara, K. (2002), Nonvolcanic deep tremor associated with subduction in southwest Japan, *Science*, **296**(5573), 1679-1681, https://doi.org/10.1126/science.1070378.

2 Lecocq, T., Hicks, S. P. *et al.* (2020), Global quieting of high-frequency seismic noise due to COVID-19 pandemic lockdown measures, *Science*, **369**(6509), 1338-1343, https://doi.org/10.1126/science.abd2438.

3 Yabe, S., Imanishi, K. & Nishida, K. (2020), Two-step seismic noise reduction caused by COVID-19 induced reduction in social activity in metropolitan Tokyo, Japan, *Earth Planets Space*, **72**, 167, https://doi.org/10.1186/s40623-020-01298-9.

地震学偉人伝 その8

内核の発見者にして最初の女性地震学者
インゲ・レーマン（前編）
（1888年5月13日－1993年2月21日）

海洋研究開発機構　田中　聡

世界最初の女性地震学者であり、内核の発見という地球科学史に残る偉大な業績を挙げたインゲ・レーマンの人生を振り返ります。比較的裕福な家庭で育った数学が得意な北欧・デンマークの少女は、随分大人になってから地震学に出会いました。極寒の地で地震観測を続けながら、地球の中心に思いを馳せていたのでしょうか？前編では、内核を発見する前夜までをご紹介します。

はじめに

インゲ・レーマンの紹介をするにあたり、インターネットで情報を収集していると、2017年に記念碑が建立され（写真1）、2021年にデンマークで“Den inderste kerne”（内核）と題するレーマンの伝記が出版されたばかりであることを知りました。デンマーク語で書かれた伝記の惹句（じゃっく）を自動翻訳で読んでみると、長らく母国でも彼女のことを知る人は少なく、ようやく最近になって関心が高まり、お芝居まで上演されるようになったそうです。1980年代ごろは日本の地学の教科書でもレーマンは紹介されていたのですが、最近の高校では地学の授業もほとんどなく、ある教科書にはレーマンの名前すら見当たりませんでした。この小文によって、インゲ・レーマンが日本の若い方にも知られるようになれば幸いです。

写真1　インゲ・レーマンの記念碑（Elisabeth Toubro撮影）。2017年5月15日、コペンハーゲン大学前にて除幕された。波打つ板は内核で反射する地震波を表現しているものと思われる。裏面にレーマンの胸像が彫られている。（This file is licensed under the Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International license.）https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Denkmal_für_Inge_Lehmann_.jpg（2021年11月30日確認）

生い立ちと家族

インゲ・レーマンは、1888年5月13日にデンマークの首都コペンハーゲンで、父アルフレッド・レーマン、母アイダ・ソフィー・トルスレフの間に生まれました。アルフレッドはコペンハーゲン大学で初代の実験心理学の教授を務めていました。妹のハリエットは2歳年下で、映画の脚本家であったとも女優だったとも記す資料があります。レーマン家はかつてボヘミア（現チェコ）からデンマークに移り住み、国立銀行総裁を務めた曽祖父をはじめ、デンマークとスウェーデンを結ぶ電話線を敷設した技術者の祖父、さらには弁護士や政治家などを輩出しました。母方のトルスレフ家は、代々司祭を務めていました。

地震学に出会うまで

インゲは6歳から18歳まで、私立学校で学びました。その学校は、量子力学の父として有名な物理学者ニールス・ボーアのおば、ハンナ・アドラーが運営するデンマーク初の男女共学校であり、インゲが入学する前年に開校したばかりでした。カリキュラムに男女の違いはなく、生徒はみんなレース編み、木工、サッカーなども一緒に学ばせるなど、当時としては非常に進歩的な学校だったようです。インゲに数学の才能を見出した教師たちは、特別な課題を与えようとしましたが、娘の体がそれほど丈夫でないことを心配した両親がその申し出を断ったこともあったそうです。写真2は18歳の時の写真と伝えられています。

1907年、19歳のインゲは、コペンハーゲン大学に入学し、数学を専攻しました。同時に物理、化学、天文学を学んでいます。さらに、22歳から23歳のとき、英国ケンブリッジ大学のニューハム・カレッジへの1年間の入学を許されました。ちょうどこの時期は、後に著名な地球物理学者となるジェフリースもケンブリッジ大学に在籍していたはずですが（なゐふる112号参照）、カレッジが違うのでこの2人が出会うことはありませんでした。この留学は必ずしも思うような結果にはならなかったようで、体調も崩したらしく、24歳から30歳まではコペンハーゲン大学に籍を置きながら保険会社に勤務し、保険数理士の

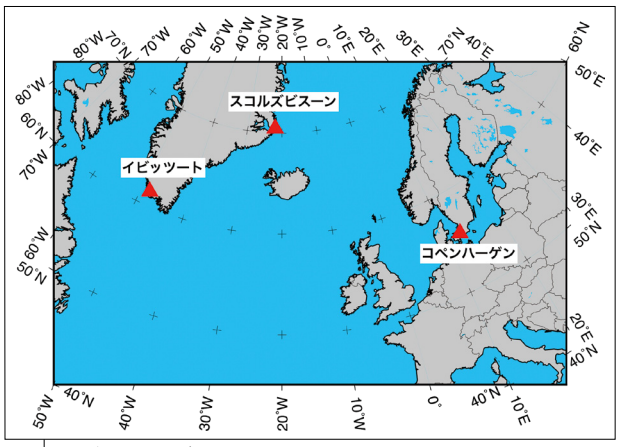


図1 インゲ・レーマンが設立に関わった地震観測点（赤三角印）。

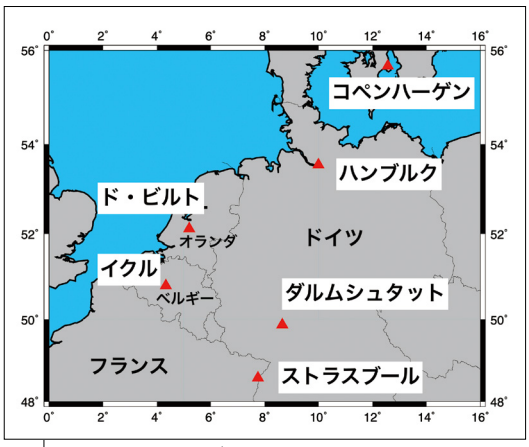


図2 1927年夏、レーマンが地震学を学ぶために滞在した都市。

事務所で助手として働いていました。復学してから、32歳のときに修士に相当する学位（the candidata megisterii）を得て、34歳の時にハンブルクでブラスケ教授と数学の研究を始め、約3年間、コペンハーゲン大学で保険数理を研究しているステッフェンセン教授の助手として働きました。

地震学との出会い

さて、ここまでしつこく年齢を追ってインゲの経歴をご紹介したのは、この年齢になるまで彼女が地震学に触れる機会が全くなかったことを強調したかったからです。それがどういう経緯なのか資料から読み取ることはできなかったのですが、1925年、37歳の時、デンマークで測地学の基礎研究を担っていたネアルンの助手となり、3人の同僚と共にコペンハーゲン近郊だけでなくグリーンランド南岸のイビッツートと東岸のスコルズビスーン（現イットコルトールミート）における地震観測所の設立に携わりました（図1、写真3）。ネアルンが地震観測網の構築に熱心だったのは、おそらく北極域の覇権に関わる当時の国際情勢によるものという文献がありますが、そういう機会が無ければ地震活動のないデンマークで、インゲが地震学の道に進むことはなかったでしょう。彼女は、その時初めて地震計に触れ、この装置で地球の中のことを調べることができると知り、非常に興味を引かれた、と回想しています。しばらく独学で地震学を勉強していましたが、1927年の夏、39歳のとき、ヨーロッパ各地の有名な地震学者の下で学びました（図2）。特にドイツのダルムシュタットには1ヶ月ほど滞在し、1歳年下のグーテンベルク（なゐふる107号参照）に地震学の手ほどきを受ける機会を得ました。グーテンベルクはずいぶん熱心に彼女を指導したようです。そして、1928年の40歳の時、王立デンマーク測地研究所が設立され、国家測地学者として地震学部門の主任となりました。しかしながら、彼女には地震学の最先端の研究が期待されていた訳ではありませんし、奨励されてもいませんでした。国際的に重要な3箇所の地震観測点の維持管理が彼女の仕事でした。スコルズビスーンには一年に一度、彼女が指導した技術者を送り、コペンハーゲンの地震観測点では、自ら小さいハンマーで地震計の振り子を叩いて固有周期を調整し、建物の修理まで行いました。そして、日々、観測報告をまとめ続けました。

こうして、力を蓄えたインゲの科学的冒険は後編でご紹介しましょう。

謝辞

A.L.L. Jacobsen博士には、本記事作成にご協力いただきました。

参考文献

- Andersen, L.K. (2021) “Den inderste kerne”（内核）, Gutkind, 400 pages.
- Hjortenberg, E. (2009) *Ann. Geophys.*, **52**, 679-698.
- Jacobsen, A. L. L. (2015) Inge Lehmann-Studietid og tidlige akademiske ansættelser 1907-1928-, https://uddannelseshistorie.dk/wp-content/uploads/2020/08/2015-anne-lif-lund-inge-lehmann.pdf（2021年11月30日確認）
- Jacobsen, A. L. L. (2017) Arctic geopolitics and the beginning of earthquake monitoring in Denmark and Greenland, *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* **38**, 73-76. https:// www.geus.dk/publications/bull（2021年11月30日確認）
- Lehmann, I. (1987) *EOS*, **68**, 33-35.

写真2 1906年ハンナ・アドラーのコミュニティ・スクールの学生たち。前列右がインゲ・レーマン（18歳）、左が妹のハリエット・レーマン。A. Lif Lund Jacobsen（2015）参照。（https://uddannelseshistorie.dk/wp-content/uploads/2020/08/2015-anne-lif-lund-inge-lehmann.pdf）

写真3 観測点SCO（スコルズビスーン）での集合写真。レーマンは左から2人目。1932年か1934年の夏に撮影。（Photo from the Danish National Archives）A. Lif Lund Jacobsen（2017）参照。

Report 2

InSightが実現した1火星年の地震観測

パリ地球物理研究所　川村 太一

なゐふる122号でご紹介したNASAの火星探査機InSightは、その後1火星年（687地球日）以上、実に約1000火星日※a の観測（2021年11月現在）を通して多数の火星地震の観測に成功しました。火星は今日も活動的な天体であるということが明らかになり、火星の新たな描像が得られました。前回は初期の解析の結果から、火星が月と似た、隕石衝突などにより破砕された低減衰の強散乱層に覆われた天体でありながら、その深部には地球のマントルと似た環境を持つことを紹介しました。本稿ではその後の1火星年にわたる観測を通してInSightが初めて描き出した火星内部構造モデルについてお伝えします。

火星の地殻構造

これまで火星の地殻の厚さおよびその分布は重力や地形などの測地学的な観測や岩石分析による化学的な制約から推定されてきました[1]。InSightではP波、S波が明瞭にみてとれる広帯域タイプ（なゐふる122号参照）の火星地震が複数観測されています。これらの一部を用いてレシーバ関数解析※b による観測点直下の地下構造の境界（不連続面）の検出を行い、地殻の厚さが見積もられました。その結果InSight探査機の直下に最低でも2-3層の不連続面が存在することが明らかになりました[2]。図1に実際に3つの火星地震から得られたレシーバ関数と、比較のために、推定された地下構造モデルから理論的に計算されたレシーバ関数を示します。観測された3つの変換波シグナルが理論波形でも再現できていることがわかります。一方で現在の観測では図1右の2層と3層の地下構造モデルを区別できず、この点についてはさらなる観測と解析が期待されています。それぞれのモデルの最下層が地殻-マントル境界だとするとそれぞれのモデルから得られる地殻の厚さは20±5kmから39±8kmと開きがあります。火星の地表付近で観測された放射性元素が地殻内にまんべんなく分布していると考えると、地殻が厚いモデルの方が、地表に出てくる熱から予測される熱源=放射性元素の総量をよく説明できるようです。一方で地殻が薄いモデルを採用した場合、熱源の総量が足りず、放射性元素が下部地殻などに濃集している必要があります。このような放射性元素の量や分布は火星内部の温度構造のなりたち（熱史）にも深く関わっており、さらに研究が進められています。

火星のマントル構造

多くの地震波形にはS波からさらに遅れてやってくる波（後続波）も含まれています。これらをとらえて、その到達時刻からマントル内部の地震波速度構造が推定されています[3]。広帯域タイプの火星地震の中でも特に振幅の大きな地震記録の後続波形を詳しく見ると、P波、S波に続いていくつかのエネルギーのピークがあることがわかりました。これらの地震波の極性（押し引き）やP、S波形との相関を計算すると、これらがそれぞれ地表で一度反射して観測点に到達したPP、SS波、さらにはそれぞれ2度地表で反射したPPP、SSS波であることがわかりました。これらの反射波は地殻やマントルなどの比較的浅部の

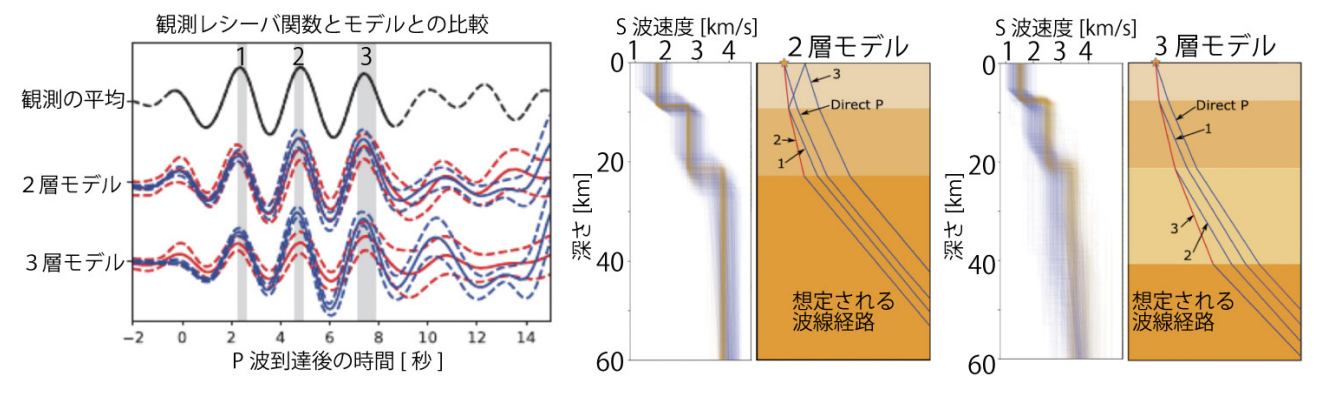


図1 左図：レシーバ関数。上は3つの地震から得られたものの平均、下二つはそれぞれ2層モデルと3層モデルから得られる理論的なレシーバ関数。中図：2層、右図：3層の地層モデルと、それぞれのモデルでの地震波伝搬の模式図（文献2を改変）。1、2、3の数字がそれぞれ左図の3つのピークに対応している。黒はP波、赤は変換されたS波の波線。

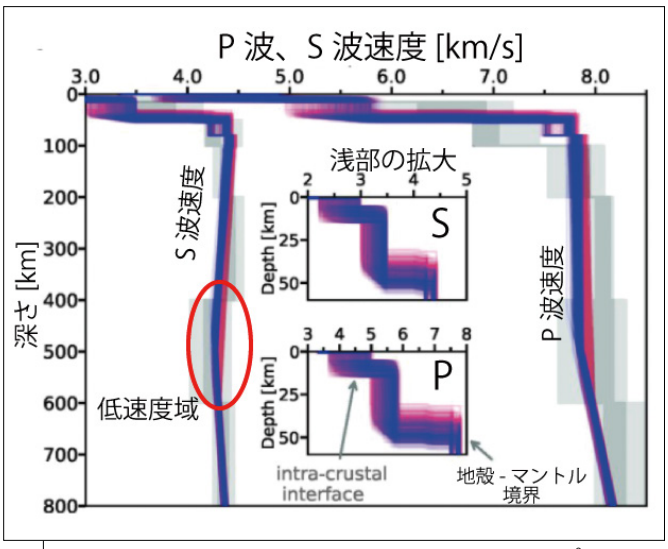


図2 地震波と化学的制約から提案された深さ800km までの火星内部構造[3]。赤楕円は本文で触れたS波の低速度域。

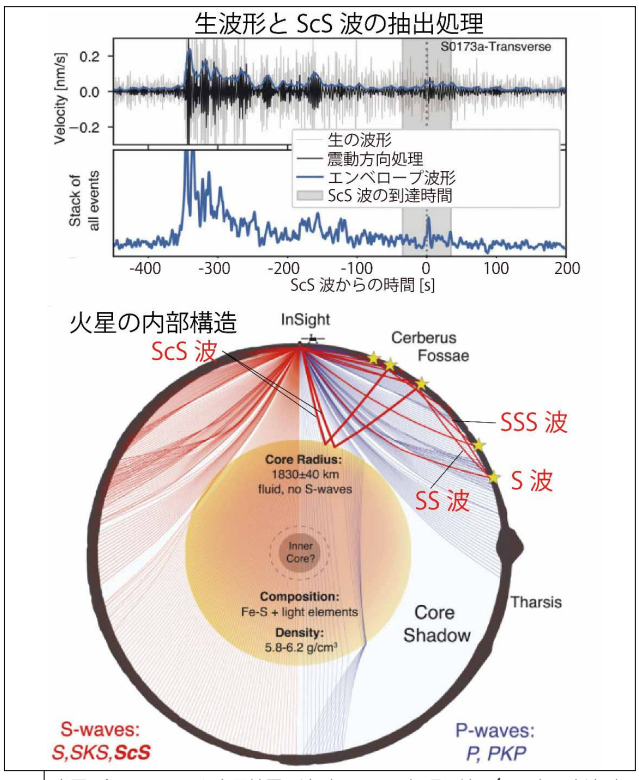


図3 上図：今回用いられた火星地震の波形とフィルタ処理の結果[4]。灰色の生波形から、ScS波に対応する振動方向を強調する処理と6つの地震波の足し合わせによって下の包絡線を算出した結果、ScS波の到達が見えている。
下図：InSightが明らかにした火星内部のマントル・コア構造と予測される地震波の伝搬の様子。太赤線のS, SS, SSS, ScS波をマントル･コア構造の解析に用いた[4]。

構造を推定するのに適しています。その性質を利用して深さ約800kmまでの構造を推定した結果、火星ではリソスフェアに相当する層が地球（～100km）に比べて厚く、深さ400-500kmまで続いていることがわかりました。それ以降、深さ約600kmまでP波速度がほぼ一定、もしくは緩やかに上昇するのに対し、S波速度が減少する低速度層が存在します（図2）。このような低速度の構造から、それを実現する温度環境や熱史を推定できます。例えば、火星のマントルは比較的冷たい状態から進化し、火星形成初期のマントル（始原マントル）中の放射性元素は火星隕石から得られる値と同等か25-50%ほど多い状態であったと推定されました。

火星のコア

コア（核）のサイズを決定する最も直接的な方法はコア-マントル境界からの反射波を検出することです。InSightではコア-マントル境界からの反射S波であるScS波を観測することで初めて地震学的に火星のコア半径を推定することに成功しました[4]。波形を直接観察してもScS波の波形が含まれているかどうか、すぐには分かりません。そこで直達S波の波形からScS波の極性や波形の予測を立て、ScS波である可能性が高い信号を探します。これを6つの地震で行って信頼度を高め、ScS波の決定に成功しました（図3）。さらにコア半径をある範囲で変化させながら各地震でのScS波の予測到達時刻付近のエネルギーを加算すると、コア半径を約1830kmと仮定した時にエネルギーが有意に高く観測されることがわかり、コア半径を示唆する重要な情報となりました。更にScS波の振幅を詳細に調べるとその振幅は直達S波の割に大きく、このような大きな振幅を説明するにはコア-マントル境界が固体-固体だと反射係数が低すぎるため、コアは地球の外核と同様に液体であると考えられます。この結果は火星の自転軸の微小な振動の観測から導かれた結論とも整合的です。このような結果から火星は半径1830±40km程度の液体コアを持つと結論づけられました[4]。このコア半径はInSight以前に予想されていたコア半径よりも大きく、その結果火星のコアは比較的密度の低い、軽元素に富むコアであると考えられます（図3）。地球でレーマン（本号4-5ページ参照）が明らかにした内核が火星にも存在するかどうかは、現在のところ不明です。

InSightが明らかにした火星の内部構造

このようにInSightは1火星年の地震観測に成功し、火星の表面から中心に至るまでの一次元構造モデルを推定することに成功しました。特にここで紹介した一連の研究により地殻、マントル、コアという固体惑星の基本となる構造が地震学的に明らかになり、火星の内部構造について確度の高い、定量的な理解を実現できました。これはまさにInSightが掲げていた目標です。これまでの観測でInSightは着陸前に掲げていた10の目標のうち9つを達成することができました（地殻の厚さ、地殻内の層構造、マントル構造、コアの状態、コア半径、コア密度、熱流量、地震活動度、地震発生域帯の有無。未達成の目標は隕石衝突の観測のみ）。InSightは現在も観測を続けており、今後もさらに成果を重ねていくことが期待されます。

※本コラムの図はScience誌の許諾を受け、利用しています。

脚注
a. 火星の1日は約24時間40分。
b. レシーバ関数解析：縦波のP波が地下の地層境界で横波のS波に変換された波形を検出し、そのP波との時間差や極性から地層境界の深さや速度コントラストを推定する解析方法。

参考文献
1 Smrekar *et al.* (2019) *Space Sci. Rev.*, **215**:3.
2 Knapmeyer-Endrun *et al.* (2021) *Science*, **373**, (6553) 438-443.
3 Khan *et al.* (2021) *Science*, **373**, (6553) 434-438.
4 Stähler *et al.* (2021) *Science*, **373**, (6553) 443-448.

2021年度秋季大会一般公開セミナー開催報告

中原 恒（東北大学）

2021年10月17日（日）午後1時から午後3時55分まで、一般公開セミナー「東北地方太平洋沖地震10年と地震研究」をオンラインで開催いたしました。東北大学の日野亮太教授から「2011年東北地方太平洋沖地震ー東日本大震災をひきおこした地震」、防災科学技術研究所の青井真氏から「地震津波観測網で巨大地震に備える ～東日本大震災を教訓に～」、弘前大学の前田拓人教授から「早く・正しく：地震波・津波即時予測の挑戦」と題するご講演をいただきました。その後、講演者3名と若手地震研究者である京都大学防災研究所の西川友章氏、東京大学地震研究所の山谷里奈氏の2名がパネリストとなり、NPO法人natural scienceの大草芳江氏の司会で、パネルディスカッション「東北地方太平洋沖地震のインパクトとこれからの地震研究」を行いました。

新型コロナの感染拡大のため、オンラインのみの開催となりましたが、日本各地から350名近い皆様にご参加いただきました。このセミナーが、参加された皆様にとって地震学を身近に感じていただく機会となったのでしたら幸いです。なお、今回の一般公開セミナーの開催にあたっては、科研費の研究成果公開促進費（課題番号21HP0008）の支援を受けました。

ジオパークオンライン巡検開催報告

ジオパーク支援委員会

2021年日本地震学会秋季大会が開催されていた10月16日（土）の昼休みに、ジオパークオンライン巡検を開催しました。例年、ジオパーク支援委員会では、地震学会員へのジオパークに関する知識の普及・啓発および地震学会からジオパークへの支援内容を検討するため、秋季大会に合わせて巡検を開催してきました。2020年は、秋季大会が急遽オンライン開催となったため巡検は中止となりましたが、2021年は秋季大会の開催予定地であった仙台から近く、2008年の岩手・宮城内陸地震で大きな被害を受けた栗駒山麓ジオパーク推進協議会の皆さんの協力を得て、オンライン巡検を開催しました。

巡検には、地震学会会員の20人が参加しました。最初に栗駒山麓ジオパークの活動拠点施設であるビジターセンターからの中継で、入り口から内部の様子、栗駒山麓ジオパークの概要、栗原市全体の床地図やシアターの説明がありました。その後、岩手・宮城内陸地震（なゐふる70号、74号、114号参照）で大きな地すべりが生じ、現在でも一般の方は立ち入り禁止となっている荒砥沢（あらとさわ）崩壊地で撮影した解説映像を用いた説明がありました。事後のアンケート結果では、崩壊地からの映像解説は回答者全員から「良かった」という評価を受け、また、多くの参加者が、地震後も崩壊地をそのまま残すジオパークの姿勢に感心していました。

初のオンライン巡検ということで、一部音声が聞きづらい場面もあり、今後の課題となりました。アンケートでは、今後の巡検の開催形態について、半数強が現地開催を希望する一方、3割弱が現地巡検に加えてオンライン巡検の開催も希望していました。北海道で開催予定の2022年の地震学会秋季大会では、可能であれば現地での巡検を行いたいと考えています。

謝辞

・「主な地震活動」は、国立研究開発法人防災科学技術研究所、北海道大学、弘前大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、高知大学、九州大学、鹿児島大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国土地理院、国土研究開発法人海洋研究開発機構、公益財団法人地震予知総合研究振興会、青森県、東京都、静岡県、神奈川県温泉地学研究所及び気象庁のデータを用いて作成しています。また、2016年熊本地震合同観測グループのオンライン臨時観測点（河原、熊野座）、米国大学間地震学研究連合（IRIS）の観測点（台北、玉峰、寧安橋、玉里、台東）のデータを利用しています。
・「主な地震活動」で使用している地図の作成に当たって、地形データは米国国立環境情報センターのETOPO1を使用しています。
・「主な地震活動」に描画した地震の震源要素等について、2022年1月12日現在、2021年4月19日から12月5日までの地震について、暫定的に震源精査の基準を変更しているため、その前後の期間と比較して微小な地震での震源決定数の変化（増減）がみられます。なお、地震の震源要素等は、再調査後、修正することがあります。

広報紙「なゐふる」購読申込のご案内

日本地震学会は広報紙「なゐふる」を、3カ月に1回（年間4号）発行しております。「なゐふる」の購読をご希望の方は、氏名、住所、電話番号を明記の上、年間購読料を郵便振替で下記振替口座にお振り込み下さい。なお、低解像度の「なゐふる」pdfファイル版は日本地震学会ウェブサイトでも無料でご覧になれ、ダウンロードして印刷することもできます。

■年間購読料（送料、税込）
日本地震学会会員　600円
非会員　800円
■振替口座
00120−0−11918　「日本地震学会」
※通信欄に「広報紙希望」とご記入下さい。

日本地震学会広報紙
「なゐふる」第128号
2022年2月1日発行
定価150円（税込、送料別）

発行者　公益社団法人 日本地震学会
〒113−0033
東京都文京区本郷6−26−12
東京RSビル8F
TEL.03−5803−9570
FAX.03−5803−9577
（執務日:月～金）
ホームページ
https://www.zisin.jp/
E-mail
zisin-koho@tokyo.email.ne.jp

編集者　広報委員会
佐藤 利典（委員長）
松澤 孝紀（編集長）
桑野 修（副編集長）
土井 一生（副編集長）
生田 領野、石川 有三、入江 さやか、小泉 尚嗣、迫田 浩司、篠原 雅尚、白濱 吉起、武村 雅之、田中 聡、田所 敬一、津村 紀子、野田 朱美、松島 信一、矢部 康男
印　刷　レタープレス（株）

※本紙に掲載された記事等の著作権は日本地震学会に帰属します。