

「第7回iSALE講習会」参加報告書

黒崎 健二¹

2022年6月17日から7月15日にかけて第7回iSALE講習会がオンライン形式で開講した。iSALEはImpact-SALE(Simplified Arbitrary Lagrangian Eulerian)の略称で、数値衝突計算コードの1つであり、欧米の科学者を中心に現在でも開発が進められている[1-4]。本年度は国立天文台シミュレーションプロジェクト(以下、CfCA)の支援のもと、週1回・全5回のオンライン形式で開催された。講習会Cisco WebExを用いた講師による講義スライドを用いた

解説、CfCAの共同利用計算機でのiSALE実行およびpySALEPlotを用いた解析の実習を行った。講習会の内容は、講師が執筆した講習会テキストの内容を基にしている。本年度の参加者は10名であった。本講習会はCfCAの協力のもとで開催されており、計算サーバを一部講習会専用に貸し切って使用した。専用の計算サーバはジョブ投入後の待ち時間がないため快適に使える。講習会の時間割は以下のとおりである。

■2022年 6月 17日(金)

- 13:30 - 13:45 講習会の流れについての説明
- 13:45 - 15:30 iSALEの概要と衝突物理学と数値流体計算の基礎1(講義編テキスト3章途中まで)
- 15:30 - 15:35 国立天文台共同利用計算機についての解説 (by 国立天文台 CfCA 伊藤孝士氏)
- 15:35 - 15:40 国立天文台共同利用計算機へのログイン方法についての解説
- 15:40 - 16:10 講習会専用サーバ上でのiSALE実行と配布ファイルの解説(実践編テキスト 1, 2章)
- 16:10 - 16:30 iSALE開発チームによる例題の紹介(実践編テキスト 3.3節)

■2022年 6月 24日(金)

- 13:30 - 14:45 衝突物理学と数値流体計算の基礎2(講義編テキスト3章続き)
- 14:50 - 15:20 iSALE入力ファイル(asteroid.inp)の読み方解説(実践編テキスト 3.1節)
- 15:20 - 16:00 iSALE入力ファイル(material.inp)の読み方解説(実践編テキスト 3.2節)
- 16:00 - 16:30 iSALEの計算出力についての解説(実践編テキスト 4.2節)

■2022年 7月 1日(金)

- 13:30 - 14:30 衝突物理学と数値流体計算の基礎3(講義編テキスト4, 5章)
- 14:30 - 15:30 iPythonを用いたpySALEPlotの解説(実践編テキスト 4.3節)
- 15:30 - 16:30 初級課題(実践編テキスト 4.4節)

1. 神戸大学大学院理学研究科
kenji.kurosaki@people.kobe-u.ac.jp

■2022年 7月 8日(金)

13:30 - 16:30 中級課題(実践編テキスト 5章)

■2022年 7月 15日(金) : 中間発表会

13:30 - 15:30 各自の計算

15:30 - 16:15 各自の計算結果発表

16:15 - 16:30 計算サーバへの申請方法の解説

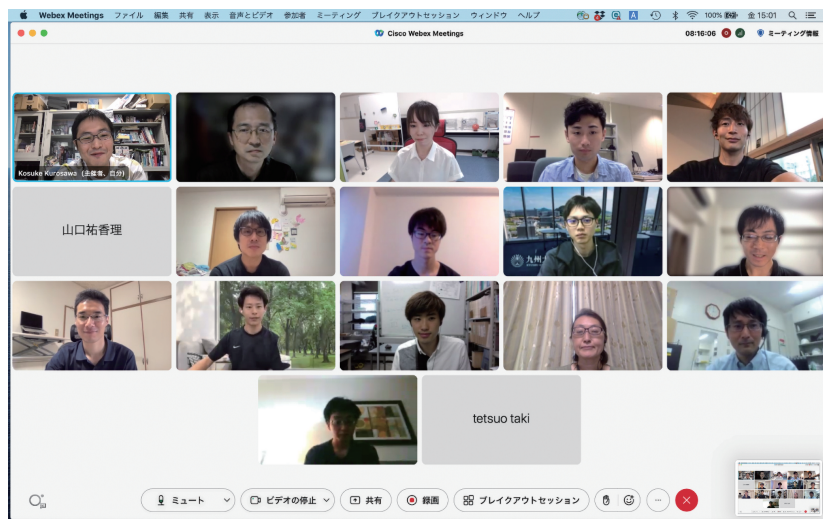


図1: 講習会の集合写真.

講習会一日目はiSALEの概要と衝突物理学の基礎的な内容の講義から始まった。iSALEは科学利用目的では無償で利用できるコードであり、アイデア次第で様々な理論研究のテーマに取り組める。iSALE講習会 の講師をしていただいている黒澤耕介氏と寫木有理氏はともに実験系出身の方々であり、もともと理論系出身ではない人や、周囲に理論系や数値計算の経験が豊富な研究室出身でなくても活用できるように配慮された講習会となっている。さらにiSALEコードでは弾性体や塑性体をモデル化して取り入れてあるため、実在の物質の実験結果との比較にも適している。

講習会二日目は実際にiSALE のデモンストレーションコードを動かしてみて、pythonスクリプトと併用して計算結果の可視化を実施した。iSALEコードは衝突体と標的の形状や大きさ、衝突速度、物質モデルの設定を容易に変更できる。それらの計算設定

の扱いを手動的に取り扱い、各々が計算したい系をどのように作るかの解説がなされた。

講習会三日目は、座学でiSALEが取り扱える計算モデルのほかに、iSALEでは取り扱えない物理現象など、iSALEを使った研究を実施する上でのコツや注意点についての解説がなされた。計算設定ファイルの操作方法を前回の授業で理解した次に、実際に計算を動かしてみてその計算結果の可視化と解析をおこなった。

講習会四日目ではiSALEの解析でトレーサー粒子を用いた計算結果の解析をした。トレーサー粒子を活用することにより、流れ場に沿った動きの物理量を追跡することで衝突に伴う物理現象を追跡し、衝突を経験した物質が経験した圧力や温度を知ることができる。衝突現象が標的や衝突体にどのような変化をもたらすかを数値計算から探るために重要な手法であるといえる。図1にiSALEを用いた数値

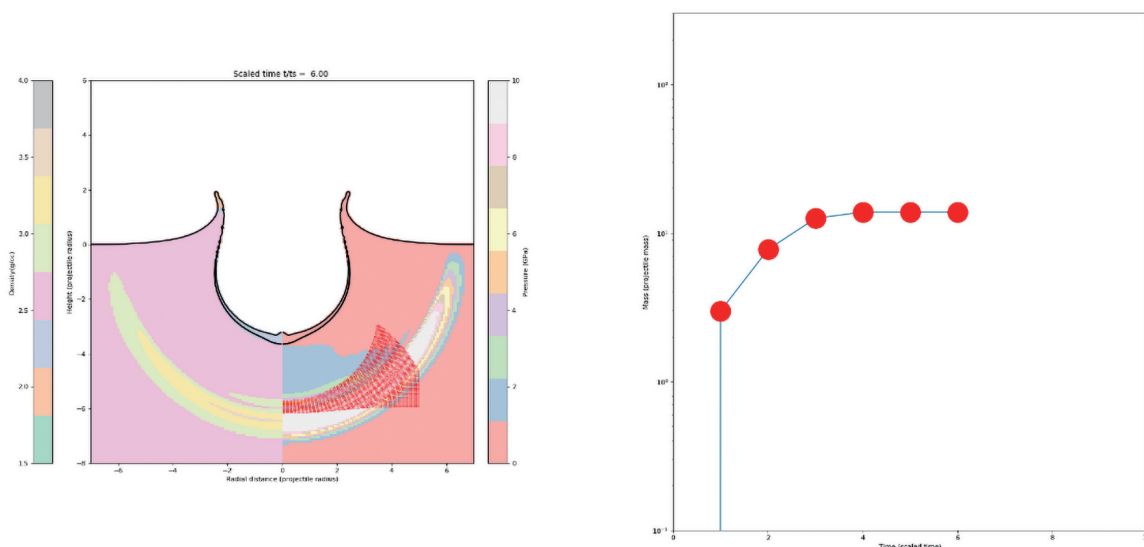


図2: 衝撃波面とpySALEPlotを用いた解析の一例。左図は衝突に伴う密度および圧力の変化を表す。右図はトレーサー粒子の解析を活用し、速度が上向きとなったトレーサー粒子の総質量の時間発展を書いたもの(講習会四日目の課題より抜粋)。

計算結果の解析の一例を掲載する。

講習会五日目、最終日は中間発表としてそれぞれが設定した課題に取り組み、その中間成果を報告した。参加者の発表内容はどれもサイエンステーマが明確で、計算したい内容や研究目標に沿った計算設定を構築しており、今後iSALEから優れた研究が多くなれることが期待できる内容であった。最後に、iSALEを用いた研究を継続するためにCfCA共同利用申請方法が紹介された。講習会がすべて終了した後に、参加者同士の親睦を深めるため懇親会を行った。懇親会ではiSALEに関する議論を行う場と、学生同士で今やっている研究や興味がある分野について語り合う場に分かれて親睦を深めていた。図2に参加者の就航写真を掲載させていただいた。

以上、簡単ではあるが第7回iSALE講習会参加報告を行った。講習会期間中はSlackワークスペースを作成し、講義資料配布・質疑応答・情報交換などができ、iSALEに関する質問は黒澤耕介氏が、CfCA計算サーバの取り扱いに関する質問は伊藤孝士氏が即時対応し、無理なく講習会についていける。第三回以降は講義開始前の12:30-13:30に演習問題の解説・質問を受け付ける補講を希望者向けに設けて

いた¹。さらに、講義の様子の録画も用意されていて、講習会期間中は自由に閲覧できるようになっており、講義内容の復習がしやすい環境を整えていただいた。そのため参加できなかった場合や、忘れてしまった内容を確認したい場合などで録画を活用し、効率的に学べるような配慮がされていた²。筆者は2019年に国立天文台三鷹キャンパスで開催された第4回iSALE講習会にも参加している。対面で開催された講習会と比較してみた場合、参加者が少人数であるならばオンライン形式の講習会のほうが良い面もあると考える。筆者が考えるオンラインの利点を以下に挙げる。

1. オンライン講習会は毎週金曜開催であり、自分でコードを扱ったり調べたりする時間を比較的とりやすい。数値計算は自分で手を動かして学習することが重要であるため、短期集中の対面式講習会

¹時間に都合がつく参加者はほぼ全員参加していたようだ。演習問題を独力で解いていても、講師の解説や質問を通して内容の把握に努める参加者が多くみられた。

²講習会後の懇親会で録画についてアンケートを取ったところ、演習課題や各自の計算課題の取り組み中に内容の復習で録画を見直す人は参加者の半分以上を占めていた。講習会中に限定して録画を残すことは非常に有益であるようだ。

よりもオンラインで週一度開催される講習会のほうが試行錯誤する時間を多くとれる³。

2. 今年度から録画を再度確認することができるため、自分で復習する際に資料として活用しやすい。
3. Slackを用いた質問でも即時に対応がされるなら対面で行う場合と大きな差がない⁴。
4. 計算を行う上で誰かがつまづきやすいポイントは他の人もつまづくポイントであるため、質問がログとして残るSlackは講習会用FAQとして共有される。FAQを読むだけでも自分が通らなかった試行錯誤を知る機会になるため理解が深まりやすい。

以上のことから、比較的小規模で密度の高いiSALE講習会では、オンラインでも十分な学習成果をあげられると考えている。

最後に、本講習会の開催にあたりご尽力いただいた講師の黒澤耕介氏、寫木有理氏に感謝いたします。また、国立天文台CfCAの伊藤孝士氏、加納香織氏、波々伯部広隆氏には講習会中の計算サーバ・解析サーバの利用などの環境の提供や講習会中のフォローをしていただきました。この場をお借りして感謝申し上げます。

参考文献

- [1] Amsden, A. et al., 1980, Los Alamos National Laboratories Report, LA-8095:101p.
- [2] Ivanov, B. A. et al., 1998, International Journal of Impact Engineering 20, 411.
- [3] Collins, G. et al., 2004, MAPS 39, 217.
- [4] Wünnemann, K. et al., 2006, Icarus 180, 514.

³課題に真面目に取り組む場合は、まとまった自習時間を確保する必要がある。

⁴その反面、講師はSlackの対応に追われやすい。特に中間発表会前日は多数の質問が入り乱れるため講師の負担が大きいようだった。

著者紹介

黒崎 健二

神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻特命助教、
東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻博士課程修了、博士(理学)、東京大学特任研究員、名古屋大学博士研究員、日本学術振興会特別研究員PDを経て、2022年9月より現職。専門は天体衝突、惑星内部・大気構造。日本天文学会、日本惑星科学会、日本地球惑星科学連合に所属。