

公開シンポジウム
超大型レーザーによる高エネルギー密度科学の展開
サマリー

日時： 第一日 : 平成 23 年 2 月 14 日 (月) 9 : 30 ~ 17 : 15
第二日 : 平成 23 年 2 月 15 日 (火) 9 : 00 ~ 16 : 45
場所： 第一日 : 日本学術会議講堂
第二日 : 泉ガーデンコンファレンスセンター
主催： 第一日 : 日本学術会議総合工学委員会
第二日 : 大阪大学レーザーエネルギー学研究センター
共催：プラズマ核融合学会、レーザー学会
協賛：日本原子力学会、日本物理学会、日本天文学会、I F E フォーラム、
浜松ホトニクス株式会社、大阪大学レーザーエネルギー学研究センター
後援：原子力委員会

(1) シンポジウム概要

アポロ 11 号以来の巨大科学プロジェクトとも言われる米国立点火施設(National Ignition Facility: NIF)が完成し(2009 年 3 月)、ここ両三年の間に人類初の制御された核融合燃焼の実現が見込まれている。NIF のマシンタイムの相当な割合が世界の基礎科学研究に開放される予定であり、宇宙物理や高エネルギー物理をはじめとする基礎科学の最先端の課題を探求する全く新しい実験ツールとしての NIF に対する期待が高まっている。今回、NIF の科学的重要性を広くアピールすることを目的として、公開シンポジウムを開催し我が国の基礎科学と関連分野の展望を議論した。

平成 23 年 2 月 14 日当日、学術会議講堂(東京都港区六本木)にて標記シンポジウムが開催された。当日は会場に設けられた同時通訳用のマイクロフォン席の上限数(230)に迫る 215 人の来場者があり満員御礼となった。この日、米国からは D. Crandall エネルギー省科学次官輔や E. Moses 国立点火施設所長等を初めとする総勢 10 名が来日した。国内からは鈴木厚人氏(KEK 機構長)、永宮正治氏(J-PARC センター長)、田島俊樹氏(ミュンヘン大教授)、海部宣男氏(国立天文台名誉教授)、加藤義章氏(光産業創成大学院大学学長)高部英明氏(大阪大学レーザーエネルギー学研究センター教授)の方々が並んだ他(添付プログラム参照)、産官学各界から多くの方々が席を連ねた。

開会挨拶の後、基調講演 3 名、招待講演 4 名の計 7 件の講演が行われ、エネルギー、物質科学、宇宙物理、高エネルギー科学などの諸分野において NIF のような超大型レーザーを使って今後非常に魅力的な研究展開が可能となる事が論じられた。続くパネル討論では、立花隆氏をコーディネーターに迎え、7 名のパネリストが様々な角度から討論を行った。国家安全保障・エネルギー開発・基礎科学の 3 要素をミッションとして持つ米国 NIF と完全平和目的の基礎科学研究の展開を図ろうとする我が国のスタンスの違いと今後の国際協力のあり方に関して、かつて無い程踏み込み、活発且つ生産的な議論が展開された。

二日目の専門家会議（泉ガーデンコンファレンスセンター）には、80名余が参集した。まずオープニングでローレンスリバモア研究所の E. Moses と C. Keane から NIF の実験計画と公開実験プログラムに関する概要説明があり、その後、疇地宏・阪大レーザー研センター長より前人未到の超高強度場実現に向けた激光エクサ計画についてプレゼンがあった。さらに、実験宇宙物理、高圧・惑星物理、核融合、超高強度レーザーと物質との相互作用といった、NIF を使って大きな成果が期待される各研究領域のセッションを設け、日米双方の研究者から実験提案・実験計画が報告された。最後に、今後も今回のような日米研究者を対象にした専門家会議を定期的に開催して NIF を利用した基礎科学の可能性を検討する方向を確認し、二日間に渡る公開シンポジウムの幕を閉じた。

(2) パネル討論ダイジェスト

立花：4人の未発言のパネリストの自己紹介。頭の部分で NIF と国家安全保障の役割。新しいサイエンス。

海部：レーザーが技術的に進み新しい世界が拓かれる印象。大型の基礎科学と政策的・トップダウン的な科学をどう協力させるかが重要。

永宮：J-PARC と NIF 予算よく似ていて親近感。日本の計画と NIF といかに相互性を持ってやるか。日本にカッティングエッジを切り開く技術あり。日本でやるか世界でやるか両方やるか。

山地：工学と経済の厳しさを考えてやるべし。電力コスト 1 kWh あたり 10 円であるから 1 MJ は 1 円程度で出来ないといけない。いきなりエネルギーではなくビーム応用等がよいのでは。

疇地：原子力平和利用にならって、軍事と平和利用を切り分け転用防止の仕組みが必要。NIF の大エネルギーレーザーと日本の超高強度レーザーがあるので相補的協力が可能。

立花：NIF と核兵器との関係、機密研究はどうなっているのか。

Grandall：機密研究はあるが、点火物理に関しては全て公開されている。NIF には国家安全保障、基礎科学、エネルギー、という 3 つのミッションが有る。NIF の実験データとスーパーコンピュータを使った核兵器の維持管理が可能となったことにより、地下核実験は全く無用となった。現政権になって、オバマ大統領は核廃絶を米国の今後の国策として強く世界に訴えた。地下核実験を無用化し核拡散抑止を担保するという意味において NIF はこの核廃絶政策を実際に進めて行く上で不可欠のツールとして捉えられるべきである。

立花：NIF の公開性、透明性についてはどうか。

Moses：一般人に対してもマスコミに対しても NIF は公開されており十分な透明性が確保されているはず。NIF には上記 3 つのミッションの他に「教育・国際協力」という第 4 のミッションがあることを強調したい。質の高い科学を万民に提供する事が大切だ。将来の社会・経済に大きな影響を与えるであろう核融合エネルギーというファクターも忘れてはならない。また、マスコミに対しては、不正確な情報提供を未然に防ぐという意味から専門家の同席なしの取材は制限せざるを得ない。

立花：私自身、個人的に近いうちに NIF の取材をしたいと考えている。海部さん、学術会議のメンバーとして一言。

海部：日本学術会議は原子力研究に関する次のルールを定めた（１）兵器に転用できる科学技術の研究をしない（２）三原則：自主・民主・公開。これは日米の関係者が合意できると判断されるが、今回の場合この「公開」が特に重要になると思われる。その意味で今回のシンポは非常に有意義な試みと考える。

疇地：米国のお二人の話について、オバマ大統領による核廃絶政策の中で NIF がそれを実現するツールになるという指摘、軍事と学術研究の問題は我が国固有の事情ではなく普遍的な問題であるという事の２点が印象的である。

立花：お金のかかるビッグサイエンスが果たす社会的意義は何か。

Jeanloz：基礎科学に多くの税金を投入することによって初めて得られる知の財産、例えば教育への貢献がある。また基礎科学であってもひいては産業応用への足がかりとなり得る。加えて、ビッグサイエンスには国際協力が非常に大切である事を強調したい。

立花：税金を相当使っているプロジェクトに関係のある海部・永宮氏から一言。

海部：科学者は単に好奇心を満たすだけでなく、得られた知識を社会に伝え還元する義務がある。一方で科学が社会のためになるという場合、それを「経済効果」の面からだけ見る事には反対で、「知識」を伝え蓄積する事自体にも価値を置くべき。例えばレーザーを使って真空の崩壊であるとか宇宙磁場や宇宙線の起源を知ることができればそれは人類共有の財産となる。

永宮：科学は文化であって、直ちに経済性と結びつけられる物ではない。大型計画はお金を沢山使ったら良いという物でもなく、むしろ最先端の技術力がどれだけその計画を支えているかといった指標も大切にすべき。例えば阪大の激光エクサ計画に見られるナノサイズの微細構造を持つメートル長の巨大グレーティングなどの技術フロンティアが出て来ないと駄目。

立花：阪大では核融合のための FIREX 計画が進行中であり、それに加えて基礎科学指向の激光エクサ計画も立ち上げようとしているが、予算的にはどういう作戦を立てているのか。

疇地：真空の崩壊を最終目標とする激光エクサ計画にとって今一番重要なのはコミュニティ構築と考えている。具体的には従来のプラズマ・核融合・レーザーに加えて天文・高エネルギー領域からのサポートが大切。

立花：NIF も相当予算をつぎ込んでいますが、費用調達に苦労はあったのか。

Crandall：楽に調達できる財源などないが、NIF や LMJ といった国家安全保障に絡んだ計画は J-PARC のような純粋科学に比べれば容易であった事は事実。レーザー核融合に関してはエネルギー省 (DOE) の国家核安全保障局 (NNSA: National Nuclear Security Administration) からではなく科学局 (Office of Science) の方から予算がついた。大型プロジェクトは社会的イベントでもあるという性格から、科学技術的困難さが伴うことは勿論のことであるが、エネルギー省・科学者・議会といった間での人間関係 (コミュニティ構築) も重要。

立花：NIF が点火したら世界中のマスコミが大騒ぎになる。新しいサイエンスが開拓される大変な時代に生きていることを認識していただけたのではないか。

(3) メディアへ発信したシンポ梗概

現在、世界ではレーザー技術の飛躍的向上により大型化・高出力化が進み、各国の国益を大きく左右し得る基礎学術・産業応用双方の面において、激しい国際競争が繰り広げられています。本シンポジウムの目的は、こうして急速な発展を遂げる大型レーザーを使い高エネルギー密度科学とその関連諸分野にもたらされる可能性と国際協力について、多くの我が国研究者に広範な分野から御参加頂き、米国研究者を交え活発な議論を展開することにあります。

米国立点火施設(NIF)は十有余年の建造期間を経て2009年3月、米国ローレンスリバモア国立研究所に完成し、国際宇宙ステーション計画以降では世界最大級の研究プロジェクトと言われています。NIFでは1.8メガジュールものレーザーエネルギーを、直径10メートルのターゲットチャンバーの中心に置かれたミリメートルサイズのターゲットに10億分の1秒という極短時間に照射することで、1億度・100億気圧というかつて地上では達成し得なかった超高温・超高压状態を生成します。太陽の中心部に匹敵するそうした極限状態を実験室で容易に生成し得ることは、超新星爆発やブラックホールに代表される宇宙物理の他、プラズマ物理、物質科学、原子物理といった基礎学術領域における未解明物理を解き明かすための強力な実験ツールを人類が初めて手にしたことを意味しています。

NIFは基礎科学実験のために世界に公開されることが決定され、外部専門委員会からなる審査委員会の下で日本からの宇宙物理実験も難関をくぐり採択され近く実験が実施されるなど、既に日米間の国際協力は開始されようとしています。また同施設には無数の最先端の光技術が凝集されており、今後、我が国のエクサワット級レーザーの提案との関連から、NIFによる国際共同研究では世界トップクラスの光技術を持つ日本で新たな光産業技術が産まれるなどの波及効果も期待されています。

(4) 記者会見

記者から「日本とNIFとの共同研究に関して(マシンタイムにおいて各々15%と85%に区分されているところの)基礎科学とそれ以外の部分との切り分けはどのようにしていくつもりか」との質問が出された。これに対し疇地センター長は「大阪大学レーザー研は、NIFでの点火実験が国家安全保障も目的の一つとした研究であることから点火実験での共同研究には参加せず、エネルギー開発や基礎科学研究という明示的な位置づけがなされ国家安全保障と切り離された共同研究でなければ参加できない」との立場を示した。続けてMosesがNIF所長の立場から「NIFは、核融合エネルギー、国家安全保障、公開された基礎科学、というその3つのミッションを、はっきりと区別し異なる枠組みの下で運営するため、切り分けは明快で何の問題も無いはずである」と記者の質問に答えた。

添付資料 1 : プログラム (1日目)

2月14日 (月)

司会：植田憲一 電気通信大学教授

- | | | |
|------|-------------------|------------------------------------|
| 9:30 | 開会挨拶 | 後藤俊夫 中部大学副学長
日本学術会議第三部副部長 |
| 9:35 | 米国政府代表挨拶 | David H. Crandall
米国エネルギー省科学次官輔 |
| 9:45 | 日本原子力委員会代表挨拶 | 近藤駿介 原子力委員会委員長 |
| 9:50 | プラズマ核融合分野代表挨拶 | 小川雄一 東京大学教授 |
| 9:55 | 日本学術会議総合工学委員会代表挨拶 | 矢川元基 東洋大学教授
日本学術会議総合工学委員会委員長 |

基調講演

- | | | |
|-------|---------------------------------|--|
| 10:00 | 「国立点火施設 NIF:人類初の制御核融合と新しい科学の機会」 | Edward Moses
米国ローレンスリバモア国立研究所国立点火施設所長 |
| 10:40 | 「高エネルギー物理から高強度レーザーに期待するもの」 | 鈴木厚人
高エネルギー加速器研究機構長 (日本学術会議連携会員) |
| 11:20 | 「大型レーザーが切り拓く挑戦的基礎科学」 | 高部英明
大阪大学レーザーエネルギー学研究センター教授 |
| 12:00 | 昼食休憩 | |

招待講演

- | | | |
|-------|----------------------------|--|
| 13:15 | 「NIF における物質科学」 | Raymond Jeanloz
カリフォルニア大学バークレー校教授 |
| 13:45 | 「仮説：大エネルギーレーザー = 極短パルスへの道」 | 田島俊樹 ミュンヘン大学教授 |
| 14:15 | 「光科学から NIF に期待するもの」 | 加藤義章 光産業創成大学院大学学長 |
| 14:45 | 「NIF を使った宇宙物理研究」 | Robert Rosner
シカゴ大学教授(前アルゴンヌ国立研究所長) |
| 15:15 | 休憩 | |

パネル討論

- | | | |
|-------|---|--|
| 15:30 | コーディネーター 立花 隆 科学ジャーナリスト | |
| | パネリスト 海部宣男 国立天文台名誉教授 (日本学術会議会員) | |
| | David H. Crandall 米国エネルギー省科学次官輔 | |
| | Raymond Jeanloz カリフォルニア大学バークレー校教授 | |
| | 永宮正治 J-PARC センター長 (日本学術会議会員) | |
| | Edward Moses 米国ローレンスリバモア国立研究所国立点火施設所長 | |
| | 山地憲治 地球環境産業技術研究機構理事・研究所長
(日本学術会議会員) | |
| | 疇地 宏 大阪大学レーザーエネルギー学研究センター長 | |
| 17:10 | 閉会挨拶 井上孝太郎 科学技術振興機構上席フェロー
日本学術会議「エネルギーと科学技術に関する分科会」委員長 | |
| 17:15 | 終了 | |

添付資料 2 : プログラム (2 日目)

2月15日 (火) ワークショップ

9:00 AM	Welcome and introductory comments	H. Azechi (ILE/Osaka) D. Crandall (DOE) T. Diaz de la Rubia (LLNL) E. Moses (LLNL)
9:15 AM	NIF Experimental Overview	E. Moses (LLNL)
9:45 AM	NIF Science Program and NIF as a User Facility	C. Keane (LLNL)
10:15 AM	Break	
10:30 AM	Gekko-Exa Project and use of NIF as open facilities for joint research	H. Azechi (ILE/Osaka)
Definition of collaborations (Talks 10 minutes each w/ 20 minute discussion)		
A. Laboratory astrophysics		
11:00 AM	Photoionized plasma Supernova hydrodynamics Plasma astrophysics Collisionless shock	S. Fujioka (ILE/Osaka) C. Keane (LLNL) R. Rosner (Univ. of Chicago) Y. Sakawa (ILE/Osaka)
12:00 PM	Lunch	
B. High pressure physics and planetary interiors		
1:15 PM	Planned NIF experiments C/Fe EOS experiments Sound velocity measurement of iron TBD	G. Collins (LLNL) R. Jeanloz (UC Berkeley) T. Kondo (Osaka Univ.) H. Yoneda (UEC)
C. Fusion		
2:15 PM	Fast ignition and other advanced fusion at NIF Plasma diagnostics in fusion experiments	C. Keane (LLNL) H. Shiraga (ILE/Osaka)
3:00 PM	Break	
D. Short-pulse laser-matter interactions and nuclear physics		
3:15 PM	Pair-plasma and nuclear physics experiments at NIF Ultra-intense Laser Matter Interactions	W. Goldstein (LLNL) K. Tanaka (Osaka Univ.)
4:00 PM	Discussion/action items	All
4:30 PM	Closing remarks	
4:45 PM	ADJOURN	

超大型レーザーによる 高エネルギー密度科学の展開



■日時：平成23年2月14日(月)
▶▶▶9:30~17:15 日英同時通訳

■場所：日本学術会議講堂
東京都港区六本木7-22-34 TEL.03-3403-3793(代)

一般公開
入場無料

プログラム

■開会挨拶

後藤 俊夫 (中部大学 副学長・日本学術会議第三部副部長)
米国政府代表
Steven Koonin(予定) (米国エネルギー省科学次官)
原子力委員会代表
近藤 駿介 (原子力委員会委員長)
プラズマ・核融合分野代表
小川 雄一 (東京大学)
日本学術会議総合工学委員会代表
矢川 元基 (東洋大学・日本学術会議総合工学委員会委員長)

■基調講演

「国立点火施設NIF:人類初の制御核融合と新しい科学の機会」
Edward Moses 米国ローレンスリバモア国立研究所国立点火施設所長
「高エネルギー物理から高強度レーザーに期待するもの」
鈴木 厚人 高エネルギー加速器研究機構長(日本学術会議連携会員)
「大型レーザーが切り拓く挑戦的基礎科学」
高部 英明 大阪大学レーザーエネルギー学研究センター教授

■招待講演

「NIFにおける物質科学」
Raymond Jeanloz カリフォルニア大学バークレー校教授
「仮説:大エネルギーレーザー = 極短パルスへの道」
田島 俊樹 ミュンヘン大学教授
「光科学からNIFに期待するもの」
加藤 義章 光産業創成大学院大学学長
「NIFを使った宇宙物理研究」
Robert Rosner シカゴ大学教授(前アルゴンヌ国立研究所長)

■パネルディスカッション

コーディネーター 立花 隆 科学ジャーナリスト
パネリスト 海部 宣男 国立天文台名誉教授(日本学術会議会員)
Steven Koonin(予定) 米国エネルギー省科学次官
Raymond Jeanloz カリフォルニア大学バークレー校教授
永宮 正治 J-PARCセンター長(日本学術会議会員)
Edward Moses 米国ローレンスリバモア国立研究所国立点火施設所長
山地 憲治 地球環境産業技術研究機構理事・研究所長(日本学術会議会員)
嚙地 宏 大阪大学レーザーエネルギー学研究センター長

■閉会挨拶

井上 孝太郎 日本学術会議「エネルギーと科学技術に関する分科会」委員長
日本学術会議連携会員



■主催：日本学術会議総合工学委員会 ■共催：プラズマ核融合学会、レーザー学会
■後援：原子力委員会 ■協賛：日本天文学会、日本物理学会、日本原子力学会、
IFEフォーラム、浜松ホトニクス(株)、大阪大学レーザーエネルギー学研究センター

■お問合せ 大阪大学レーザーエネルギー学研究センター内事務局 〒565-0871 吹田市山田丘2番6号
TEL: 06-6879-8703 FAX: 06-6879-6877 URL: <http://www.ile.osaka-u.ac.jp/heds/>

2日目 ワークショップ

■日時：平成23年2月15日(火)
▶▶▶9:00~17:00
■場所：泉ガーデンコンファレンスセンター
東京都港区六本木1-6-1 TEL.03-5572-6113