

# J-PARC NEWS

Japan Proton Accelerator Research Complex

大強度陽子加速器施設

令和2年2月28日発行

発行元: 日本原子力研究開発機構(JAEA)・高エネルギー加速器研究機構(KEK)

J-PARCセンター

〒319-1195 茨城県東海村大字白方2-4 Tel: 029-284-4578

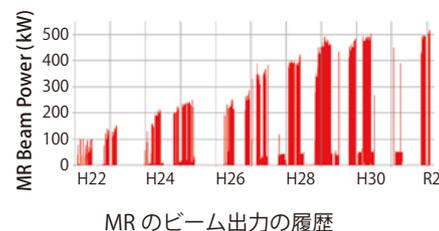
## Topics

### 1. ハイパーカミオカンデ計画の開始(2月12日、J-PARC HP 掲載)

ハイパーカミオカンデ計画は、日本をホスト国とするニュートリノ研究に関する国際協力科学事業です。この度、2019年度補正予算が認められ、正式に開始される運びとなりました。ハイパーカミオカンデ計画では、T2K実験が目指す宇宙の物質の起源解明をさらに加速させるため、スーパーカミオカンデの8.4倍の有効体積を持つ水槽と超高感度光センサーからなる検出器の建設と、J-PARC加速器やニュートリノ施設の高度化を行います。世界17ヶ国(2019年6月時点)が参加する国際共同研究で、装置製作などを分担しあい、2027年の実験開始を目指しています。

### 2. ニュートリノ実験施設(Nu)が500kWの利用運転を開始

J-PARC MR(Main Ring)加速器は、2009年からハドロン実験施設とニュートリノ実験施設(Nu)に向けた利用運転を開始し、Nuへのビームはこれまで約100kW運転からステップ by ステップで出力増強を進めてきました。令和2年1月上旬から現状のMRの運転周期約2.5秒で得られる最大のビームパワー500kWでNuへビーム供給を開始しました。この達成はMRの最大出力設計値750kWに向けた大きな一歩です。高周波加速器空洞(RF)の増強、電磁石電源の入れ替えなどを行い、運転周期を現状の約半分にして高出力化を達成する予定です。

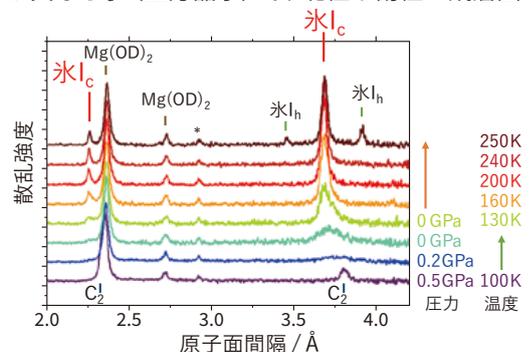


### 3. 乱れない氷をつくる(2月3日、プレス発表)

通常我々が目にする氷は、水分子のレイヤーが交互に並んだ六方晶氷(氷<sub>1h</sub>)です。一方、温度や圧力を変えると分子の並びの異なった様々な氷になります。そのうちの1つである“氷<sub>1c</sub>”は、レイヤーの積み重なり方が異なる氷(立方晶氷)で、北極や南極の成層圏にある雲の中や宇宙空間、もしくは急速凍結した生体試料・冷凍食品などに存在することが知られています。

氷<sub>1c</sub>に関して、これまで数々の作成例が報告されてきましたが、それらは皆、レイヤーの積み重なりが部分的に乱れているものであり、完全な立方晶氷は作成されていませんでした。東京大学の小松准教授らは、J-PARCの超高压中性子回折装置PLANETにおいて自ら考案した低温高压プレス「水戸システム」を用い、氷<sub>1c</sub>と同じ骨組みを持つ「水素ハイドレート」を室温高压下で合成した後、冷却・減圧して水素を抜くことによって、積み重なりが乱れない氷<sub>1c</sub>の合成に世界で初めて成功しました。このようにして作った氷は、乱れのあるものに比べ、240K(-33℃)という低温の世界としては相当高い温度まで安定に存在することが分かりました。今後、この氷の物性を測定し、乱れのあるものとの比較を行うことによって、乱れが及ぼす氷の性質への影響が明らかになり、さまざまな応用が期待されます。

詳しくはこちら(J-PARC HP)をご覧ください。 <http://j-parc.jp/c/press-release/2020/02/03000401.html>

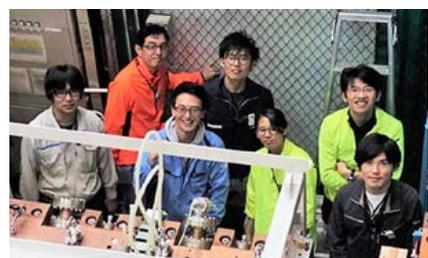


低温・減圧時の中性子散乱パターンの変化：下から上に、減圧その後の昇温過程を示す。0.5 GPa, 100Kでは、水素ハイドレートC<sub>2</sub>のピークが見られるが、0.2 GPaではほぼ消失する。その後0 GPaまで減圧後、徐々に温度を上げていくと、130K付近から氷<sub>1c</sub>のピークが現れる。さらに250 K(-23℃)まで昇温すると、氷<sub>1c</sub>は氷<sub>1h</sub>に変化していく。

### 4. 名古屋大学大学院生 須江祐貴さんと四塚麻衣さんが、高品質のミュオンビーム実現に不可欠なビームの時間分布モニタを開発(2月12日、J-PARC HP 掲載)

J-PARCでは、素粒子ミュオンの基本的性質の一つである異常磁気能率(g-2)と電気双極子能率(EDM)を同時精密測定するための実験を計画しています。精密測定には、ビームの空間的、時間的広がりが抑えられた高品質のミュオンビームが不可欠です。そのために、生成されたミュオンビームを一旦減速し、再び加速します。須江祐貴さんと四塚麻衣さん(名古屋大学大学院生)達は、加速後のミュオンビームの時間分布を測るモニタを開発し、J-PARC物質・生命科学実験施設(MLF)のテストミュオンビームラインで、加速前と比べて1桁以上短い500ps(ピコ秒; 1ps=10<sup>-12</sup>s)のビームの時間幅の測定に初めて成功しました。実際のg-2/EDM測定時にはさらに1桁以上短い数十psの時間分解能が必要です。

詳しくはこちら(J-PARC HP)をご覧ください。 <http://j-parc.jp/c/topics/2020/02/13000418.html>



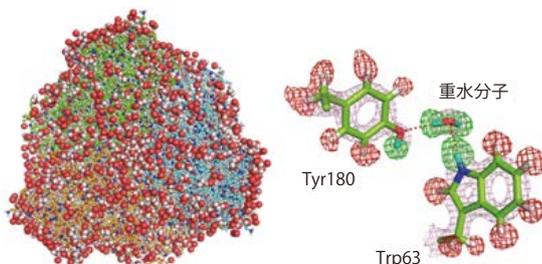
実験グループの皆さん。後列右が須江さん、前列右から2番目が四塚さん。

## 5. 生命現象の本質を探る量子構造生物学の挑戦—地球の窒素循環を担う酵素の反応機構を全原子構造決定により解明— (2月10日、プレス発表)

近年の人類の活動によって窒素化合物の過剰流入による環境汚染が問題となっています。本研究の対象は、土壌中や水中の窒素化合物が微生物の働きによって窒素ガスにまで段階的に再変換され、大気中へと戻される「脱窒」において、亜硝酸イオン( $\text{NO}_2^-$ )を一酸化窒素ガス( $\text{NO}$ )に変換する銅含有亜硝酸還元酵素(CuNIR)です。生体で起こる化学反応を促進させる物質である「酵素」と呼ばれるタンパク質の働きを理解するためには、その分子の立体構造を原子・電子レベルで正確に決定し、その構造に基づいて、どの部分がどのように動くのか、他の分子にどの部分が作用するのか、どこを電子が流れていくのか、といったことを実験的に計測したり、理論計算で予測したりすることが必要です。そこで、量子科学技術研究開発機構の玉田氏は、J-PARCに建設された茨城県の中性子実験装置 iBIXを用いてCuNIRの高精度中性子結晶構造解析を行い、CuNIRによる化学反応の理解に欠かせない水素原子を正確に観測することで、反応機構の詳細に迫る知見を得ました。観測結果はミクロの現象を記述する量子力学を用いた理論による予想を支持したものです。中性子構造解析による水素原子の直接観測が、生命現象の本質を量子のレベルから理解しようとする「量子構造生物学」という新しい領域を切り拓くものです。本成果は、水素イオンや電子の移動といった、CuNIR 中で進行する化学反応の各段階を適切に制御する技術の基盤

を与えるものであり、今後、産業応用にもつながると考えられます。

詳しくはこちら(J-PARC HP)をご覧ください。 <http://j-parc.jp/c/press-release/2020/02/11000412.html>



中性子実験による CuNIR の結晶構造：左が全体構造（水素原子位置は白い玉で表示）。右は部分構造を抜き出したもの。水素原子（赤）や重水素原子（緑）の分布がはっきりと見える。実験には重水を用いているため、水分子として重水分子を観察しており、アミノ酸（Tyr180, Trp63 など）中の水素原子も一部重水素原子に置き換わっている。

## 6. 第7回加速器施設安全シンポジウム開催(1月23～24日、IQBRC)

1月23～24日、第7回加速器施設安全シンポジウムをいばらき量子ビーム研究センター(IQBRC)で開催しました。今回は「加速器施設におけるインターロック」と「機械工作作業における安全確保」をメインテーマとしました。125名の参加があり、インターロックに関して、国内7加速器施設における運用についての口頭発表とポスター発表がありました。機械工作に関して、J-PARCにおける取組みと東京大学での工学系研究における安全管理について報告があり、有意義な情報交換と意見交換が行われました。また、2019年4月に KEK つくばキャンパスの電子陽電子入射器棟加速管組立室で発生した火災の状況と安全考察に関する特別講演があり、安全確保に向けた取り組みについて報告がありました。最後に、2020年11月に大型加速器施設の安全に関する情報交換を行う International Technical Safety Forum(ITSF)-2020 が理研和光キャンパスで開催されることが紹介されました。



講演内容に質問する参加者

## 7. 村松晴嵐「クロマツ林」リジェネプロジェクト～クロマツ植樹体験～開催(2月15日、東海村)

東海十二景の一つである「村松晴嵐」周辺の松林が松くい虫による松枯れの被害を受け、景観が損なわれています。J-PARCは、この松林の一角に建設された研究施設で年間3万人以上のユーザーが訪れます。今回、村松晴嵐「クロマツ林」リジェネプロジェクトとして、東海村主催でクロマツ林を再生するために環境整備とクロマツの植樹が行われ、大井川宏之 原子力科学研究所長、齊藤直人 J-PARC センター長、二川正敏 副センター長が村内の小学生らと共に参加し、緑の松林の再生を願いました。



山田修 東海村長らによる植樹

## 8. サンジェイ・クマール・ヴァルマ駐日インド大使がご視察(2月5日)

2月5日、ヴァルマ駐日インド大使ら一行が KEK と J-PARC を訪れました。J-PARC では、齊藤直人センター長から J-PARC における研究の概要の説明を受け、その後 MLF、ニュートリノ実験施設、ハドロン実験施設の3施設を視察しました。今後、素粒子原子核、物質生命科学分野における、両国の研究協力が一層促進されると期待されます。



ヴァルマ駐日インド大使(前列中央)らと J-PARC 関係者

## 9. 加速器運転計画

3月の運転計画は、次のとおりです。なお、機器の調整状況により変更になる場合があります。

3月	日	月	火	水	木	金	土
	1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14	
15	16	17	18	19	20	21	
22	23	24	25	26	27	28	
29	30	31					

RUN # 84 : 1/9 ~ 5/1

- 保守
- 加速器チューニング&スタディ
- 物質・生命科学実験施設(MLF)調整・利用運転 (  ) 半日運転
- 主リングシンクロトロン(MR)及びハドロン調整運転