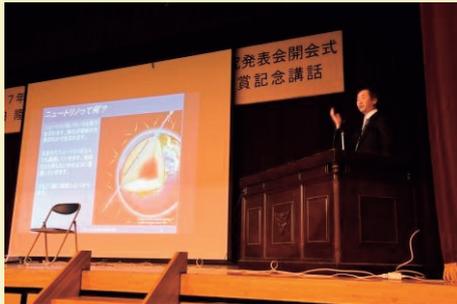


コラム 2-7

受け継がれる「自主自立」の精神 - 梶田氏と埼玉県立川越高等学校

2015年のノーベル物理学賞に輝いた梶田隆章^{ひじた たかあき}・東京大学宇宙線研究所長は、埼玉県東松山市出身であり、埼玉県立川越高等学校（以下、川越高校という。）の第29期卒業生である。川越高校は平成18年からスーパーサイエンスハイスクール（SSH）の指定を受け、国際的な研究者を育てることを目指している。梶田氏と川越高校のつながりは、平成22年SSH全校講演会で「ニュートリノと宇宙と素粒子」という演題で全体講演が行われたことに始まり、平成25年からは梶田氏は川越高校SSHの運営指導委員として、SSH事業運営について、川越高校のSSH授業である「地球環境とエネルギー」、「生命と物質」、「物質とテクノロジー」、「数学」といった異分野間の授業連携について助言を行ったり、生徒の課題研究について、とことん突き詰めていくことが研究者となるためには大事であるといった指導を行ったりした。



ノーベル物理学賞受賞記念講話

提供：埼玉県立川越高等学校

大発見につながったという話を聞き、自分もちょっとした疑問を大事にし、詳しく調べてみようと思った。」と感想があった。

開会式及び全体講演の後には、生徒発表会が続けて行われた。梶田氏が研究している宇宙物理分野である「かに星雲の偏光観測」や「BSアンテナで分かる太陽電波と黒点の関係と太陽の表面温度」などの発表もあった。昨年度の生徒発表会で梶田氏から指導を受けた生徒からは、「重力加速度に関する発表を英語で行ったが、梶田先生から若い時から英語で発表することは良いことだ」というコメントをいただいた。私は、ロボット研究に関心があるが、これからも自分の興味のある分野について積極的に学んでいきたい。」とコメントがあり、川越高校の「自主自立の青年教育」という建学の精神を引き継いで、様々な研究に意欲的に取り組む生徒の姿が見られた。

平成28年2月に開催された「平成27年度 埼玉県立川越高等学校スーパーサイエンスハイスクール（SSH）生徒研究発表会・事業報告会」では、「ニュートリノの小さい質量の発見」というテーマで全体講演を行った。講演では、「研究の原動力はアイデアの良さとそれを実現する人にかかっている。私はよい師、よい仲間、よい研究テーマとの出会いがあり恵まれていた。目と心を開き、大切なものに出会った時のために準備を続けてほしい。」と高校生にエールを送った。

講演中は、写真を交え、高校生にも分かりやすくニュートリノ観測実験について説明し、多くの高校生が食い入るように真剣な表情で話を聞いた。また、講演を聞いた生徒からは、「ちょっと気になった所を詳しく調べたことがノーベル賞を受賞するような



川越高校SSH生徒研究発表会

提供：埼玉県立川越高等学校

第3節 国際水準の研究環境及び基盤の形成

1 大学及び公的研究機関における研究開発環境の整備

(1) 大学の施設及び設備の整備

① 国立大学等の施設・設備

国立大学等の施設は、創造的・先端的な学術研究、独創的で優れた人材の養成、高度先進医療の推進などの活動の拠点として重要な役割を果たしている。

このため、文部科学省は、第4期基本計画を踏まえ、平成23年8月に「第3次国立大学法人等施設整備5か年計画（平成23～27年度）」（以下、「第3次5か年計画」という。）を策定し、計画的かつ重点的な施設整備を推進している。

第3次5か年計画では、1) 老朽改善整備：約400万㎡、2) 狭隘^{きょうあい}解消整備：約80万㎡、3) 大学附属病院の再生：約70万㎡（計550万㎡）を優先的に整備すべき対象としており、最終年度

である平成27年度までの整備面積と整備目標に対する進捗率は、1) 老朽改善整備（進捗率）約251万㎡（63%）、2) 狭隘^{きょうあい}解消整備（進捗率）約87万㎡（109%）、3) 大学附属病院の再生（進捗率）約77万㎡（109%）となっている。また、第5期基本計画を踏まえ、平成28年3月に「第4次国立大学法人等施設整備5か年計画（平成28～32年度）」（以下、「第4次5か年計画」という。）を策定し、1) 安全・安心な教育研究環境の基盤の整備：約475万㎡、2) 国立大学等の機能強化等変化への対応：新增築40万㎡及び大学附属病院施設の整備70万㎡（総合計585万㎡）を優先的に整備すべき対象としているほか、3) サステイナブル・キャンパスの形成のために、省エネルギー対策や社会の先導モデルとなる取組の推進をすることとしている。

国立大学法人等においては、長期的な視点に立って、大学の基本理念やアカデミックプラン、経営戦略等を踏まえたキャンパス全体の整備計画（キャンパスマスタープラン）を策定・充実するとともに、同プランに基づいた計画的で、より効果的かつ効率的な施設整備に努める必要がある。また、戦略的な施設マネジメントの取組や、多様な財源を活用した施設整備を一層推進することとしている。施設マネジメントについては、大学の理念やアカデミックプランの実現に向けて、経営的視点から施設全般に係る様々な取組を行う施設マネジメントを一層促進するために、平成25年11月から有識者会議¹を開催し、国立大学等の経営者層に向けて、施設マネジメントの基本的な考え方、具体的な実施方策、先進的な取組事例等を示した報告書²を平成27年3月に取りまとめた。

国立大学等の設備は、最先端の研究を推進させるとともに、質の高い教育研究を支える基盤であり、その整備・充実が必要不可欠である。現在、設備の老朽化・陳腐化や設備を有効かつ効率的に運用するための人材不足が生じていることから、文部科学省は、各法人が中・長期的な視野の下で、計画的・継続的な設備整備に向けて策定した「設備マスタープラン」を踏まえた財政支援を行うとともに、「設備サポートセンター整備事業」により、設備の共同利用の促進等、有効活用に資する体制整備に必要な支援を行っている。

そのほか、「大型低温重力波望遠鏡（KAGRA）計画」をはじめとした、我が国発の独創的なアイデアによる世界最高水準の研究設備についても「大規模学術フロンティア促進事業」により支援を行っている（本章第1節1参照）。

さらに、平成27年度においては大学の防災基盤の強化のために必要な経費を補正予算において計上し、教育研究基盤の整備・充実への支援を行っている。

¹ 国立大学等施設の総合的なマネジメントに関する検討会

² 「大学経営に求められる施設戦略～施設マネジメントが教育研究基盤を強化する～」

第2-4-8図 / 老朽化した施設の整備事例



資料：文部科学省作成

② 私立大学の施設・設備

文部科学省は、私立大学の優れた研究プロジェクトに対し研究施設・設備等の一体的な支援を行う「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」を推進し、私立大学の研究基盤の強化を図っている。

(2) 先端研究施設及び設備の整備、共用促進

整備や運用に多額の経費を要し、科学技術の広範な分野で共用に供することが適切な先端研究施設・設備については、これまで公的研究機関が中心となって整備や運用を進めてきたが、公的研究機関に対する財政支援が減少傾向にある中、その維持管理の在り方が問題となっている。このため、公的研究機関等が施設・設備の整備や運用、幅広い共用促進を行うことができるよう取組を進めている（第3章第1節5（2）参照）。

なお、民間企業における社外の先端研究設備・施設の活用状況については、科学技術・学術政策研究所の「民間企業の研究活動に関する調査」において調査を行っている。平成25年度に自社の主力製品・サービス分野で先端的研究開発を実施した企業（431社）のうち、社外の先端研究施設・設備を活用した企業は46.6%と約半数に及んでいる。

また、社外の先端研究施設・設備を活用したことによる効果について回答した企業（189社）のうち、製品化に向けた研究成果が得られたと回答した企業の割合が82.5%、外部組織（他企業、大学等）との共同研究のきっかけとなったと回答した企業の割合が40.7%、合計すると回答企業の約88.8%が、社外の先端研究施設・設備を活用したことにより何らかの効果があつたと認識していることが分かっている（第2-4-9表）。

■第2-4-9表／社外の先端研究施設・設備を活用したことによる効果（クロス集計）

		外部組織との共同研究の きっかけとなった		
		はい	いいえ	合計
製品化に向けた 成果が得られた	はい	34.4%	48.1%	82.5%
	いいえ	6.3%	11.1%	17.5%
	合計	40.7%	59.3%	100.0%

資料：科学技術・学術政策研究所「民間企業の研究活動に関する調査報告2014」NISTEP REPORT No.163（平成27年6月）

コラム
2-8

重力波から見える宇宙～ブラックホールの解明とその先にあるものは～

重力波とは、アルベルト・アインシュタイン博士が1916年に一般相対性理論でその存在を予言したものである。例えば、非常に重たい天体が動くと空間が歪み、それが「波」のように宇宙を伝わっていくとされており、太陽の10倍以上重い恒星がその役割を終え、最後に大規模な爆発を起こす「超新星爆発」が起こった際にも、重力波が発生すると言われている。

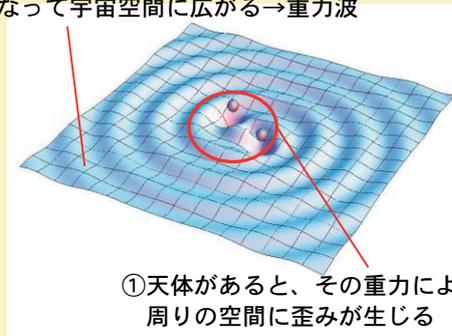
2016年2月、アメリカの重力波望遠鏡（LIGO）において、世界で初めて重力波を直接観測したとの発表があった。これにより、望遠鏡や衛星などによって、宇宙から届く電磁波（可視光、電波など）や放射線（X線やガンマ線など）を観測し、宇宙現象の解明を目指す天文学に、重力波という新たな観測手段が見つかったことになる。

我が国においても、重力波の観測に向けては東京大学や国立天文台等において1980年代後半からレーザー干渉計型重力波検出器の検討が行われ、重力波を観測するためのプロトタイプの検出器の開発が進められていた。

しかし、重力波を地球上で観測するためには、レーザー干渉計の観測精度の向上が不可欠であることから、より大型の検出器の開発が検討され、平成22年から建設が始まった。これが「KAGRA（大型低温重力波望遠鏡）」である。

「KAGRA」は、平成22年度から平成28年度までの7年計画で、神岡鉱山（岐阜県飛騨市神岡町）の地下200mの場所に、1辺3Kmの直行するレーザー干渉計を整備する計画となっている。大きな特徴としては、①地面の振動等を低減できる地下に設置すること、そして、②熱振動を低減するため反射鏡を極低温（マイナス253℃）に冷却することであり、高感度の観測が可能になるとされている。例えば、ブラックホールがどのようにして誕生するのかについては未知の部分が大いだが、ブラックホールの解明に「KAGRA」を用いた重力波の観測が大きく貢献することが期待されている。

②天体が動くと周りの歪みが「波」となって宇宙空間に広がる→重力波



①天体があると、その重力によって周りの空間に歪みが生じる

重力波のイメージ

提供：東京大学宇宙線研究所

「KAGRA」は平成28年春から試験運転が開始され、平成31年度以降に本格的な観測ができるように着々と準備が進められている。「KAGRA」が計画どおりに完成して本格観測が開始され、重力波の観測を通じた研究を進めていくことにより、「重力波天文学」という新たな学問分野に貢献ができるよう、文部科学省としても、引き続き、支援を行っていく。

重力波の観測については、国際的な連携・協力も重要となる。例えば、重力波の発生源をより正確に決定するためには、地球上の離れた複数の地点から観測を行うことが必要とされており、日本の「KAGRA」による観測の開始は各国からも期待されている。特に、「KAGRA」には地下設置と低温ミラーというLIGOにはない2つの大きな特徴があるため、将来に向けた先進性についても注目されている。

このように、重力波を観測できることが分かったことで、未知なる宇宙の現象解明のために新たな手法が加わり、ブラックホールの誕生の瞬間だけでなく、未知の天体及び現象の観測など、宇宙の様々な謎の解明に向けて、人類の知的好奇心の探求が更に広がっている。今回観測された連星ブラックホールの合体という重力波現象では、太陽の3倍もの質量エネルギーが一瞬にして宇宙空間に放出された。これは、ほぼ重力波でしか見えないような天体現象であり、これまで人類が知りえなかったものが観測できるようになったといえる。このように知の地平線を拡大していき、最終的には重力波による初期宇宙の観測も可能となるだろう。



KAGRA

提供：東京大学宇宙線研究所

2 知的基盤の整備

研究開発活動を効果的、効率的に推進していくためには、研究成果や研究用材料等の知的資産を体系化し、幅広く研究者の利用に供することができるよう、実験、計測、分析、評価など研究開発の基本となる活動を支える知的基盤について、質・量両面での安定供給、安全性・信頼性の確保等が必要である。研究用材料、計量標準、計測・評価方法等の整備はこれまでも順調に進捗しており、更に多様な利用者ニーズに応えるため、質の充実の観点も踏まえつつ、知的基盤の整備及びその利用、活用を促進している。

ライフサイエンス分野の研究を支えるため、文部科学省は、日本医療研究開発機構を通じ、「ナショナルバイオリソースプロジェクト」においてバイオリソースの整備を、科学技術振興機構は「ライフサイエンスデータベース統合推進事業」においてライフサイエンス分野データベースの統合化に必要な取組を行っている（第2章第3節2参照）。

また、文部科学省は、世界最先端の研究者やものづくり現場のニーズに応えられるオンリーワン、ナンバーワンの先端計測分析技術・機器の開発等を産学連携で推進している（第3章第1節5（1）参照）。

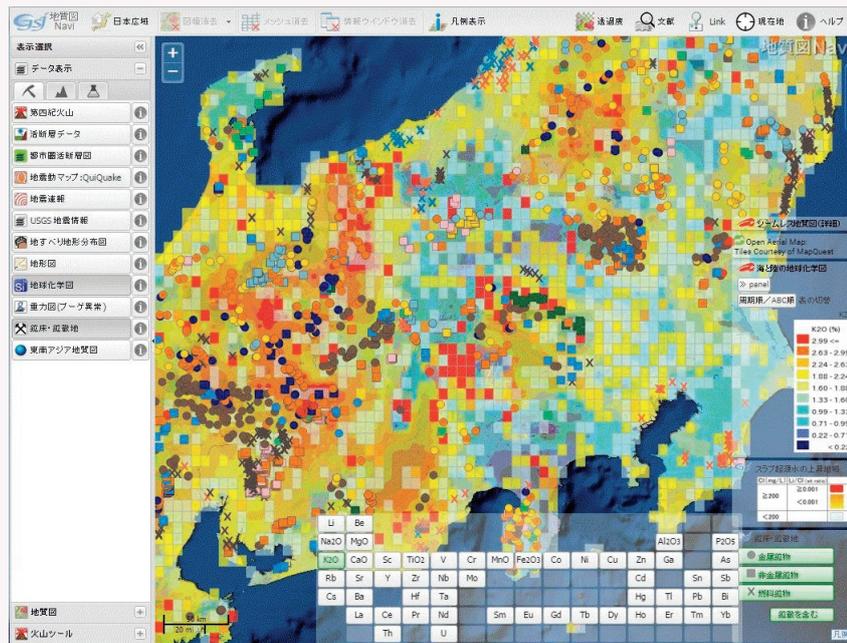
そのほか、我が国で日常摂取される食品の成分を収載した「日本食品標準成分表」を公表している。現代型の食生活に対応した質の高い情報の集積が求められていることから、平成27年度は改訂を行い、掲載食品数の拡充及び炭水化物成分表編の新規作成を行った。

経済産業省は、計量標準、微生物遺伝資源及び地質情報の3分野の新たな知的基盤整備計画及び具体的な利用促進方策について、平成27年11月にその進捗状況の確認と計画の見直しを行った。

計量標準については、産業技術総合研究所が、基礎物理定数（アボガドロ定数、プランク定数）の精密決定を実施した。これは基礎科学分野や平成30年に予定されている国際単位系（SI）改定への貢献が期待されている。また、化学標準物質については臭素酸イオン標準液及び塩素酸イオン標準液の開発を行い、SIトレーサビリティが確保された評価方法による、安全な水道水供給への活用が予定されている他、同位体標準物質（鉛）等の開発を行い、質量分析計による地下資源の精密成分評価技術への貢献が期待されている。

地質情報については、産業技術総合研究所が、5万分の1地質図幅2区画、20万分の1地質図幅1区画、20万分の1海洋地質図3区画等を整備した。さらに、20万分の1日本シームレス地質図¹の更新を引き続き行うとともに、次世代シームレス地質図の公開に向けた調整を実施した。また、シームレス地質図ビューアに、岩石種と形成時期を分かりやすく指定して地図表示する選択システムの実装を行った。その他、平成25年度に正式公開した地質情報統合ポータルである地質図Naviに、地球化学、鉱床、深層地下水のデータ表示機能を追加した（第2-4-10図）。

■第2-4-10図 / 地質図Naviの追加レイヤの表示例



地球化学図（K₂O濃度分布）、鉱床、深層地下水データを表示した。
提供：産業技術総合研究所

生物遺伝資源については、製品評価技術基盤機構が、生物遺伝資源の収集・保存・分譲を行うとともに、これらの資源に関する情報（系統的位置付け、遺伝子に関する情報等）を整備、拡充し、幅広く提供している（平成27年12月末現在の分譲数は7,103株）。また、微生物資源の保存と持続可能な利用を目指して13か国23機関のネットワーク活動（アジア・コンソーシアム、平成16年設立）に参加し、多国間の交流を進めるなど、生物多様性条約を踏まえたアジア諸国における生物遺伝資源整備を積極的に支援している。

農林水産省は、農林水産物のゲノム、遺伝子等の情報を大学・民間企業等の育種関係者に提供するため、当該情報のデータベースの整備と次世代ゲノム解析機器から生み出される膨大な塩基配列情報を高速・高精度でつなぎ合わせて整理するゲノム断片整列化機能や、整理されたゲノム配列から新規の有用遺伝子の存在を予測する機能の開発を行っている。また、農業生物資源ジェンバンク事業として、農業に係る生物遺伝資源の収集、保存、評価、提供を行うとともに、DNAをはじめとするイネ等のゲノムリソースの保存・提供も行っている。

1 20万分の1地質図幅を基に、全国を統一した基準で統合し、ウェブサイトから閲覧可能にした地質図

3 研究情報基盤の整備

(1) ネットワークの整備

情報通信研究機構は、構築・運営している新世代通信網テストベッド（JGN-X）により、新世代ネットワーク技術などの研究開発・実証実験を推進している（第3章第1節2（2）参照）。

国立情報学研究所は、大学等の学術研究や教育活動全般を支える基幹的ネットワークとして学術情報ネットワーク（SINET¹）を運用している。平成27年末現在で、国内の800以上の大学・研究機関がSINETに接続しており、教育・研究に携わる数多くの人々のための学術情報の流通が確保されている。また、国際的な先端研究プロジェクトで必要とされる国際間の研究情報流通を円滑に進めるため、米国や欧州など多くの海外研究ネットワークと相互接続している。今後の教育研究における更なる通信ニーズの増大や、大学におけるクラウドコンピューティング²の更なる普及を想定し、平成28年4月から、更なる高速化と利便性を向上させた新システム（SINET5）の運用開始を予定している。

農林水産省は、農林水産関連の研究機関を相互に接続する農林水産省研究ネットワーク（MAFFIN³）を構築・運営しており、平成27年度現在で87機関が接続している。MAFFINはフィリピンと接続しており、海外との研究情報流通の一翼を担っている。

環境省は、科学的情報に基づく自然保護施策の推進に寄与することを目的として、国や地方自治体の自然系調査研究機関が情報交換・情報共有するための自然系調査研究機関連絡会議（NORINAC）を運用しており、現在46の研究機関が参加している。また、地球規模での生物多様性保全に必要な科学的基盤の強化のため、アジア太平洋地域における生物多様性観測・モニタリングデータの収集・統合化などを推進するアジア太平洋地域生物多様性観測ネットワーク（APBON）の事務局を務めており、多くの国から参画を得ている。

(2) データベースの構築・提供

国立国会図書館は、収集・保管している資料に関するデータベースを作成し、ウェブサイト⁴で情報を提供している。

国立情報学研究所は、効果的・効率的な研究開発活動の促進に向け、イノベーション創出に必要な学術情報を体系的に収集、使いやすいように整備し、インターネット上で公開している。例えば、全国の大学図書館等が所蔵する学術図書・雑誌の目録所在情報や国内の博士論文を含む学術論文を一元的に検索可能なデータベース（Cinii）を構築・提供しているほか、大学等が教育研究成果を保存・公開する機関リポジトリ⁵の構築を支援するとともに、機関リポジトリ間のデータベース連携（JAIRO⁶）を図っている。

科学技術振興機構は、国内外の科学技術に関し、文献、特許、研究者、研究開発活動に関わる基本的な情報を体系的にデータベース化し、そうした情報を相互に関連付けて提供するサービス（J-GLOBAL）や、科学技術に係る文献に関し、日本語抄録を付加したデータベースを整備し、これを国内外の各種データベースと連動させる文献情報検索サービス（JDreamIII⁷）

1 Science Information NETwork

2 ネットワークを経由して、ソフトウェア、ハードウェアなどの各種リソースを利用するサービスの総称。必要なコンピュータ資源を、必要な時に、必要な分だけ、速やかに使用することが可能となる。

3 Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries Research Network

4 <http://iss.ndl.go.jp/>

5 大学及び研究機関等における教育研究活動によって生産された論文等を保存し、発信するためのインターネット上の保存書庫

6 Japanese Institutional Repositories Online

7 JST Document Retrieval system for Academic and Medical fields III

を行っている。また、オープンサイエンスの進展に対応し、学協会の刊行するオープンアクセスジャーナルを育成するため、共用システム環境（J-STAGE¹）を提供している。平成27年度から、査読済みジャーナルだけでなく要旨集等にも掲載対象を拡大し、より幅広い電子コンテンツの流通を促進している。

農林水産省は、国内で発行されている農林水産関係学術誌の論文等の書誌データベース（JASIS）等、農林水産関係の文献情報や図書資料類の所在情報を構築・提供している。また、研究開発型の独立行政法人、国公立試験研究機関や大学の農林水産分野の研究報告等をデジタル化した全文情報データベース、衛星画像データベース、試験研究機関で実施中の研究課題データベース等を構築・提供している。

環境省は、生物多様性情報システム（JIBIS）において、全国の自然環境及び生物多様性に関する情報の収集・管理・提供をしている。

平成27年度の主な研究情報基盤関連施策の概要は、第2-4-11表のとおりである。

■第2-4-11表／主な研究情報基盤関連施策（平成27年度）

府省名	実施機関	施策名
国会	国立国会図書館	国立国会図書館科学技術関係資料収集整備
総務省	情報通信研究機構	最先端の研究開発テストベッドネットワーク（JGN-X）の構築
文部科学省	科学技術振興機構	科学技術情報連携・流通活用促進事業（J-GLOBAL、J-STAGE等）
		ライフサイエンスデータベース統合推進事業（NBDC）
	海洋研究開発機構	情報基盤業務費
	国立情報学研究所	学術情報ネットワークの整備（SINET4）
厚生労働省	国立感染症研究所	感染症情報センター経費
		生物学的製剤の安全性情報収集、解析、評価に係る研究事業費
農林水産省	農林水産技術会議事務局	農林水産研究情報総合センターの運営（JASIS、MAFFIN等）
国土交通省	国土地理院	地球地図プロジェクトの推進（地球地図第3版整備のための技術開発）
環境省	自然環境局生物多様性センター	生物多様性情報の収集・管理・提供の推進
文部科学省 特許庁	科学技術振興機構 工業所有権情報・研修館	特許・文献情報統合検索システムの整備
特許庁 関係府省	工業所有権情報・研修館	リサーチツール特許データベース（RTDB）の提供

資料：文部科学省作成

1 Japan Science and Technology information Aggregator, Electronic