



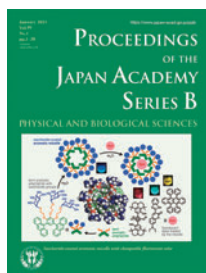
PJA

No.16

News Letter

<https://www.japan-acad.go.jp/pjab> 日本学士院

Proceedings of the Japan Academy, Ser. B ニュースレター



| 目次 | |
|---|----|
| 挨拶 | 1 |
| インタビュー 原 昌宏氏 | 1 |
| トピックス 新型コロナウイルス感染症 パンデミックを振り返る | 8 |
| Vol. 99 掲載論文紹介 | 9 |
| Vol. 100 記念企画について | 12 |
| Proceedings of the Japan Academy, Ser. B について | 12 |
| Editorial Board | 12 |

挨拶

Editor-in-Chief
長田 重一

昨年12月より、Proceedings of the Japan Academy, Ser. B (PJAB) の編集長に指名されました。重い責任を痛感しています。1912年に創刊されたPJABは本年1月第100巻第1号を発行しました。この間、数多くのインパクトの大きな原著論文、日本の代表的な研究者による総説論文を掲載してきました。例えば、一昨年の「小惑星探査機はやぶさ2」の成果、今年の「巨大ブラックホールの近傍にある恒星」の観測の成果は発表以来、大きな反響を呼んでいます。また、2017年に発表された「ウイルスRNAポリメラーゼ阻害剤」に関する総説はすでに660回引用され、「高引用文献」と認定されています。本PJA News LetterはPJABの活動を補足する目的で、その時々トピックをインタビューと随筆形式で掲載しています。今回のインタビューは昨年恩賜賞・日本学士院賞を受賞された原 昌宏氏へ金出武雄日本学士院会員が「QRコード」発明の経緯をお聞きしています。随筆は喜田 宏日本学士院会員による「新型コロナウイルス」パンデミックの総括です。

印刷物に記されたウェブサイトへのリンクやキャッシュレス決済などで目にしない日はないほど普及しているQRコード。そのQRコードを開発したのが原 昌宏株式会社デンソーウェーブ主席技師です（QRコードは同社の登録商標）。従来から使われているバーコードが1次元であるのに対し、QRコードは2次元で設計され、様々な工夫により飛躍的に情報量を高め、また高速かつ正確に読み

インタビュー

原 昌宏

×

(聞き手)

金出武雄

取ることができる特徴があります。1994年の開発以来、QRコードはその便利さや機能拡張に加え、ライセンスフリーで利用できるようにしたことなどから、世界中で利用されるようになりました。原氏と情報学・ロボット工学・人工知能が専門の金出武雄カーネギーメロン大学ワイタカー記念全学教授に、QRコードの発明から、学術的な意義、今後の発展まで、ともに語っていただきました。



金出： 恩賜賞・日本学士院賞のご受賞、おめでとうございます。QRコードはまさに情報インフラです。実は私は、「日本発」とか「日本独自」ということを強調するのは、そのくくりの中でないと大したことではないと暗に認めているようなものなので好きではないのですが、QRコードの場合は本当の意味で、日本発で世界の情報インフラになったおそらく唯一のものであります。非常に素晴らしいお仕事であり、改めてお祝いを申し上げます。

原： 本当にありがとうございます。

金出： 何度も聞かれて何度も話されていることだとは思いますが、PJAの読者のために、開発のいきさつ、どんなふうに進んだかをまず、お話していただけますでしょうか。

原： 開発にとりかかったのは1992年です。当時はバブルが崩壊し、自動車業界でもニーズの多様化に対応して、大量生産から多品種少量生産へ、いろいろな車を作ることが必要になってきていました。トヨタの生産現場では、よく知られているようにカンバン方式が使われていて、部品はバーコードで管理していたのですが、多品種少量生産で部品点数が飛躍的に増えることになりました。情報量が増大する一方で、小型の部品管理のためにはできるだけ小さいコードも求められ、バーコードでは限界が見えてきていました。それともう一つ、自動車の生産現場では油汚れや破損がつきものですが、バーコードは汚れたり破損すれば読めなくなります。太いか細いかで読むので、最悪の場合、太いバーが細いバーに化けて間違えて読まれてしまう。ある部署では何度か読ませて多数決で決めるようなこともやっていて、作業員に大変な負担がかかっていました。こうしたことを見たときに、いかにも作業効率が悪いし、疲労の原因にもなる。こ

れではだめだ。バーコードはこれからさらに情報が増えた時に使えない。情報化時代に対応するためには、まったく新しい仕組みを開発しなければならなかったのだと思います。

金出： なるほど。バーコードは1次元だから情報量を増やすには2次元にする。素直な考えではありますが、すんなり進んだのでしょうか。いろいろ考えたけれど、やめたとか、そういうことはありましたか。

原： 最初はバーコードを多段に並べたものを考えました。米国などではこの方式でした。それをスキャンして読む仕組みです。もっと情報を入れたいとなれば、何段にも高くするわけです。一方で、マトリクスにして格子状に並べると、どんどん分解能が高くなり、はるかに多い情報が入れますが、問題は当時のプリンタの性能でした。線を引いてもゆがんだり、インクがにじんだりする。マシ目が黒く塗れなかったりして読めなくなるんじゃないかと非常に心配していました。情報をたくさん入れても、実際に工場で読めなくては困ります。なんとか工場の悪環境でも読めるものにしなければなりません。

金出： それをどう乗り越えたのですか？

原： 私は囲碁をやっているんですが、碁石を置くときに必ずずれがあります。また、その素材は、プロが使う高級品はハマグリですが、私たちが使う

のはプラスチック製で、欠けることもあります。それでも問題なく使えることを考えると、インクのかすれをAIなどを使って読み取り装置側で判断すれば、多少汚れや破損があっても読めるんじゃないか。思い切ってその方式で行こうということになりました。

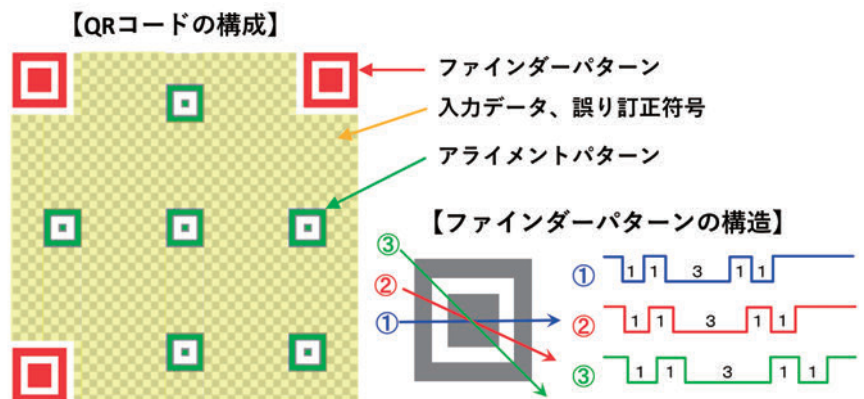
金出： いい話ですね。そして、次に出てくるのが、今度は数学的な話として、ガロア体理論に基づくリードソロモン符号による誤り訂正ですね。豊田中央研究所（以下、豊田中研）の人たちと一緒に取り組まれたそうですが。

原： はい。汚れたり破損したりした部分にどういう情報があったのか、それを割り出すのが誤り訂正機能ですが、それにはソフトウェアに関する最先端の知識が必要です。私たちはハードは強いけれど、ソフトは必ずしもそうではない。そこで、豊田中研に支援を求めたのです。

金出： バックグラウンドが違う人と一緒にやることは、いろいろな開発プロジェクトが成功するうえで重要なファクターです。それが自然に出てきたのは素晴らしいなと思いました。

原： バーコードの研究をしていたので、多少はわかっただけでしたが、やるからにはこだわっていいものにしたい。それなら詳しい人に頼んだ方がいいだろうということになりました。

金出： そういう雰囲気があったということでしょうか。重要な開発に外の力



を借りる。デンソーにとってトヨタは外なのかということはあると思いますが。

原：もちろんグループ会社ですし、豊田中研にはデンソーも出資していて、その双方にかかわるテーマについては委託できることになっており、それを利用しました。

金出：それはいい仕組みですね。

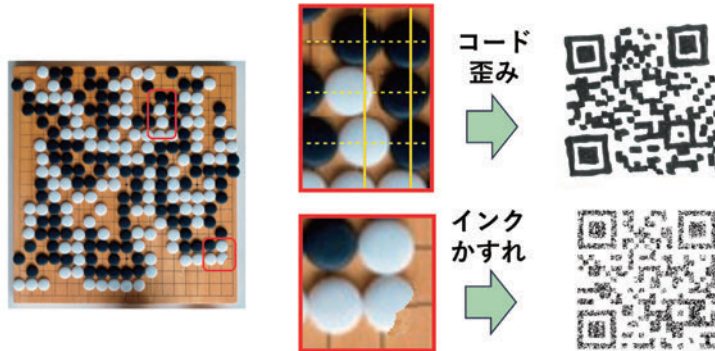
原：この分野ではどうしても欧米が強く、日本はなかなか通用しません。なんとか世界に通用するものを作りたいと考えていたので、そのためにはもっと強い人たちと組もうと思いました。豊田中研から、ソフトウェアに強い2人の研究者が参加してくれました。

金出：元に戻って、QRコードのヒントが囲碁だったということをもう少しお話しいただけますか。

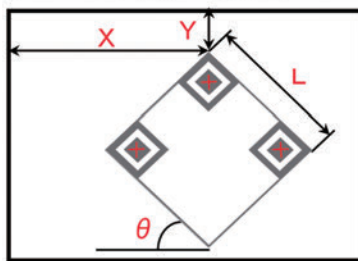
原：最初のヒントになったのは碁盤でした。それが基本構造になりました。大変だったのは、コードであることが間違いなく認識されるための特徴的な模様を見つけることでした。本、雑誌、新聞からさまざまな書類まで世界中の印刷物を集めて分析し、文字にはほとんど出て少ない点や線の特殊なパターン(1:1:3:1:1)を発見しました。黄金比と呼んでいますが、この比率でつくった白黒の四角形をファインダーパターンとして三つの隅に置くことで、速く読み取れるQRコードをつくりました。

金出：生産現場で使うことを目的に開発されたQRコードが、これほどまでに日常生活の中で一般に広く使われるようになる日が来ると想像しておられたのでしょうか。

原：最初は、そういう感じはまったくありませんでした。ただ、コード開発の当初は、流通での利用を考えていたんです。私自身、コンビニのレジでバーコードを読んだり、伝票をOCRで読ませたりといった仕事に携わっていて、



【コード外形の特定】



- ・ X, Y : コード位置
- ・ L : コードの大きさ
- ・ θ : コードの傾き

生産効率を上げるというより、業務の効率化と正確さ、そしてコンピュータへの情報入力のところを効率化できる、といったあたりまでを想定していました。その後、いろいろな用途で使われ始め、ペーパーレスが言われ、液晶画面がついたスマホも出てきたので、ドコモと用途開発を始めたりもしたんです。自販機でQRコードを読ませることも考えましたが、日本ではまったく普及しませんでした。2000年ごろのことです。中国の人がQRコードを見て、使えるなと思っていろいろな使い方を始めたとも聞いています。

金出：いい技術は、いろんなところに関係しているものなんだと思います。必ずしも始めから先を読んでなくても、いい技術はとっかかりがいろんなところにあって、それをつかんで発展するという性質があるのかもしれませんが。つかむかどうかは、運があります。そう言う意味で、QRコードが発展した最も大きな理由は、CCDカメラがこれだけ細かいものを読めるうえに安くなった、そして、コンピュータが小さく強力になったことです。それがスマホに載った。

原：当時難しかったのは、バーコード並みの速さで読むことでした。

金出：ここで私が科学技術的に面白いと思うのは、最初は、QRコードは2次元なので読み取りが難しくなると考えられたらうということです。バーコードは1次元だからレーザーで1方向にスキャンして素早く読み取っていた。だから、回転とか面の向きとかの影響を受ける。そのままの考えでは2次元のQRコードになると読むのがもっと難しくなるように思う。しかし、実は、まったく逆でQRコードは2次元だったからこそ発達した。つまり、2次元CCDセンサーを使い、十分な処理能力のあるコンピュータを使うと、回転とか面の向きを2次元として一挙に対処できるのでむしろ問題はやさしくなった。センサーとコンピュータの発達で2次元の読み取り装置が高精度高速度になったことで、2次元であることが足かせでなくなり、逆に自由度を増したことになるんです。

原：当初はそこまで先を読んでいたかどうかはわかりません。ちょっと言い訳をすると、ビジネスではいかに早く市場に出すかが大事です。バーコード

が使われているなかで、5、6年かかるからといって、それまで出さないわけにいかないんです。

金出：良い考えは良い偶然を呼ぶのです。新しい考えが本質的なアドバンテージを持っていたということでしょうか。難しいと思って克服するためにいろいろアイデアを出して考えられた。そのうちに、新しい技術のおかげで難しいと思ったものが楽になって利点になってきた。実に面白いところです。

私達が画像処理の研究を始めた1970年前後には「カラー画像と白黒グレー画像の長短を述べよ」などという試験問題があって、「カラー画像は色という情報を表現できるが、データ量が多いので処理が遅いという欠点がある」が正解だった。つまり、白黒2値画像より、8ビットで階調を表せるグレー画像は8倍のデータ量、さらにカラー画像になるとそのまた3倍のデータ量となるから実時間処理はとても手に負えない。だからカラー画像を使うのは不利という発想が強かった。今では、考えにくいですがね。

原：確かに1980年頃、黒と白にしてから読ませていました。グレーは時間がかかると言われていたのです。

金出：扱える階調が増えてくると、むしろ細かいパターンが読めるようになってアドバンテージになりました。50、60程度の階調では、あんな細かいパターンは読めませんでした。

原：確かに、コンピュータの発展が大きかったと思います。シャープが最初に、携帯で読めるような技術を開発したんです。周辺技術の発達で、ネックを克服しました。

金出：技術の発達のおかげで、細かいドットパターンをこんな小さな装置で読めるようになりました。以前では考えられません。実は随分昔、デンソーを訪ねた時QRコードを見せていた

いたことがあるんです。コードを壁に張って、デモをしてくださった。A4の大きな紙にコードが描かれていて、なんだか不細工だなあと、すごいものだとは思いませんでした。それが最初の印象でした。恥ずかしながら、見る目がないことを証明していたようなものです。

原：見せ方も悪かったんでしょう。QRコードに関する本を書いたイノベーションの専門家も、1996年当時、今のようなことになるとはまったく思っていなかったと言っておられました。開発当初に今日を予想するのは難しかったと思います。

金出：今回のQRコードに対する恩賜賞・学士院賞が異例とみる向きもあるのですが、QRコードの発明が、「単なる技術の工夫で便利なものができた」というのでなくて、学術的に優れたものであると認識すべきと言っているのだと思います。

原：産業的に貢献したということで賞をいただくことは多いのですが、今回は学術面で評価していただき、とくに基礎研究として認められたことは、エンジニアにとって大いに励みになるとありがたく思っています。

金出：それはこちらとしてもありがたいです。今回の授賞については、その意味が授賞審査要旨にもしっかり書かれています。審査に関わった一人としては、よくできた文章だと思っているんです（笑）。過去の授賞から見て確かに「異例」なんです。学士院賞の授賞対象は「学術上特にすぐれた論文、著書その他の研究業績」とあります。QRコードの業績は論文や著書ではないので「その他」に含まれることになります。要旨では冒頭から「異例」との言葉が述べられています。それを読んで、「あの学士院が、と驚いた」という声も聞きました。授賞審査要旨

から引用してみます。

「原昌宏氏は博士号の学位を持たない企業研究者であり、論文リストは7件、多くはQRコードについての技術解説論文で、厳密な意味での「学術論文」としては1件、1996年情報処理学会全国大会講演論文集に収録されているのみである。日本学士院賞候補への提議は異例なものであるかもしれない。」

そして、最後にもう一度、異例という言葉が繰り返され、こう結論づけられています。

「従来の『学術論文としての貢献』の観点からは異例かもしれないが、原昌宏氏のQRコードの発明と普及への貢献は日本学士院賞に十分に値するものと考えられる。」

「十分に値する」に込められた趣旨は学士院の会員にも十分理解されたと思います。論文の多寡にかかわらず、学術として高く評価すべき業績であるとの認識で一致し、恩賜賞にも選ばれました。従来の授賞対象とは確かに違うかもしれませんが、社会を支える情報インフラとしての貢献の大きさを考えれば、前例にすべきよい授賞になったと思っています。

原：私も恩賜賞・学士院賞と聞いて大変驚きましたが、そういう評価をしてくださって、本当にありがたいと思っています。

金出：もう一つ、重要なのはタイトルです。「QRコード・システムの開発とその世界的普及への貢献」となっています。単なるQRコードの開発でなく、システムが対象だということです。QRコードの仕組みやルールを決めただけでなく、読み取るための装置、さらには普及も含めた情報インフラシステムとしての評価です。ですから、生産管理の現場などでの大きいものからスマホの中の小さいものまで、また真ん中に絵を入れたり、さまざまな使わ

れ方をしており、ここに学術的な意味があると考えています。つまり、工学というものが本来あるべき姿です。一つの応用にとどまらず、広がりを持ち、利用法まで含めて考えたシステムとして、社会のさまざまな場所で役立っている。そこが実に素晴らしいと思います。

原：私自身、エンジニアとして、広く使われること、役立つことを常に考え、開発に取り組んできましたので、そう言っただけだと、本当にうれしいです。

金出：私達の思いもそこにあります。学術的という意味は何か。一つひとつの工夫や発明ではなく、システムが重要であり、そこまで考えているからこそ、いろんな用途が出てきて、広く使われるようになる。そういう「考え方」は、まさに学術にほかなりません。

原：私自身にとっては、QRコードはツールという位置付けでした。

金出：QRコードの普及には企業としての戦略があったのでしょうか。QRコードに対する米国IEEEのマイルストーンという画期的な発明に与えられた賞は、会社としてのデンソーが受賞されています。

原：開発した人が所属する会社という意味だったかと思います。

金出：会社としても大きな貢献をしたことは間違いありません。IEEEは、この業績をマイルストーンに選ぶことで立派な見識を示したと思います。過去には新幹線も選ばれていて、同じように評価されたことは大変素晴らしいです。

企業の戦略としては、オープンとクローズドがあります。この辺はなかなか難しいんですが、デンソーは、QRコードについては権利を主張せず、利用を広げるオープン戦略をとり、その結果として世界中に利用が広がりました。しかし、日本人の見方からすると、



原 昌宏氏

米国のIT企業は強欲だから、自分の利益を追求することを考えて、こうしたコードの利用に対しても対価を要求したのではないかと、という声が出るかもしれません。例えば、スマホでの利用について1台当たり1銭でも課金すれば、大変な利益になったはずですから。ただ、逆に考えると、技術は広まって使われてこそであり、いくらいい技術でも使われないと意味がない。使われれば、人々は便利になり、世の中もよくなってくるので、そうした技術を考えて人や広めた人、使われるようにしたことなどに対して対価を与える、というのはあり得ると思います。

原：エンジニアからすると、使ってもらえるようにすることが使命です。確かに、スマホ1台あたり0.01銭でも大変な金額になります。しかし、課金していたら、皆が使ってくれたかどうか。一方、ビジネスの面から考えると、どうしても得意不得意があります。ものづくりは得意でも普及させるのは不得意、となると、オープンにして使いやすい環境にするというのがリーズナブルなセオリーだと思います。でも、ここまでくると、これだけ用途が広がることを最初から考えていなかったの

ではないかとよく言われるんです。それに対する答えは、もちろん考えてはいたけれど、果たして本当にそこまで使われるようになるのか、なかなか確信が持てなかったというのが正直なところなんです。そこは、青色LEDとは違うところなんです。

金出：いわゆるソフトや考えのようなものは評価しづらいこともある。日本の会社はソフトは得意じゃないと言われる。見えるもの以外は評価が難しいですから。

原：会社にとっては形があるものの方が判断しやすく、ソフトは上層部も判断しにくいことはあると思います。

金出：最近では、変わってきているのではないのでしょうか。

原：そうですね。変わってきていると思います。ハードがある程度進んでしまえば、今は進歩があまり考えられませんが、以前はソフトがあっても、ハードが追いつかなかった。QRコードもそうでした。今は、どちらかといえば、ハードが進んだので、ソフト面でいろいろできるようになりました。

金出：ハードとソフト、両方の兼ね合いがポイントですね。原さんのように実際にやってこられた方がおっしゃる



金出武雄氏

と、説得力があります。

原：オープン戦略をとったのは、画期的なものを作って特許にしても、普及に時間がかかってはコストをなかなか回収できないということもあります。実際、海外にまで普及したのは2010年代になってからで、十何年という時間がかかっています。

金出：コロナ禍で普及が大きく進みましたね。

原：はい、非接触ニーズが出てきて、注目されました。コロナ禍でQRコードがどれくらい役立ったか、2021年に4カ国を対象に行った調査があります。「QRコードを利用したか」「QRコードが役に立ったか」を聞いたところ、日本はそれぞれ61%、42%だったのに対し、中国は88%と73%、米国は77%と58%、英国は91%と81%と、海外の方がはるかに利用が進んでいるという結果でした。

金出：海外の方がより使われています。

原：東南アジアへ行くと、QR自販機やQRメニューなどが広く使われています。日本では、仕事で自治体を訪ねても、機械が古くて、まだファクスを使っていたり、バーコードが残っていたり。QRコードはデンソーという企

業のものというイメージがあって使にくいのかもしれません。

金出：もっと広いDXという点で日本の遅れがありますね。よく日本はいろいろな技術が好きだと言いますが、例えばQRコードを政府に取り入れるなど、公的な場で取り上げるのは遅く、やっとコロナで始まったという面もあります。中国はとにかく早かった。日本はQRコードでお金を扱うことには慎重でしたが、中国の人はまったく気にしない。

原：偽札をつかまされるよりはQRコードの方がむしろ安全という感覚があるようです。中国では電子決済に不可欠の手段となっています。

金出：技術の普及にも社会性が関係あるということですか。

原：すごいです。フランスは伝統的に保守的で、欧州で普及が最も遅い国の一つでしたが、コロナでようやく使われ出したようです。お国柄もあります。

金出：これからますます広がっていきそうです。今後の展開として、どんなことを考えておられますか。

原：当初は7000文字、34万画素程度でした。どんどん大きくしたいし、要求が出てきたらやろうと思っていますし

たが、まだネットワークが発達していませんでした。しかし、最近ネットワークが発達する一方で、今回の能登半島地震のような災害が起きたときにはネットワークが使えない事態もある。地震がおきたときなどに一番困るのは医療関係です。患者さんのデータが必要ですから。QRコードにデータを入れておけば、そういうときに役立つはずで、多くのデータが入るようになれば、心電図やレントゲン画像なども入れられるし、RGBで色もつけられます。

金出：たしかにQRコードがあれば、どこにでも持っていけます。通信ネットワークが切れていてもいい。

原：地下でネットワークが来ない場合もあります。オフラインの需要もあるのではと考えています。

金出：オフラインの価値の見直しですか。すばらしい観点だと思います。いざというときに、自分のすべてがわかるというのはありがたい。ただし、特別なコードで、許可した人にしか読めないようにする必要がありますが。

原：はい。そうした医療情報は個人の情報のかたまりになるので、セキュリティが重要です。もともと、多くの人に使ってもらおうというところから始まったので、セキュリティはあまり考えていませんでした。しかし、ここまで使い道が広がってくると、ここはしっかりやりたいと思っています。

金出：医療でも日常生活でも、QRコードが使えるアイデアはますます、いろいろありそうです。これから面白いものが広がっていきそうです。通信があるときに使うシナリオ、通信がないときに使うシナリオと。

原：3次元はと聞かれることもありますが、時間を次元というなら、簡単にできます。面白いかもしれません。

金出：そう、大事なものは考えです。いろんな専門家が入ったら、いろんなア

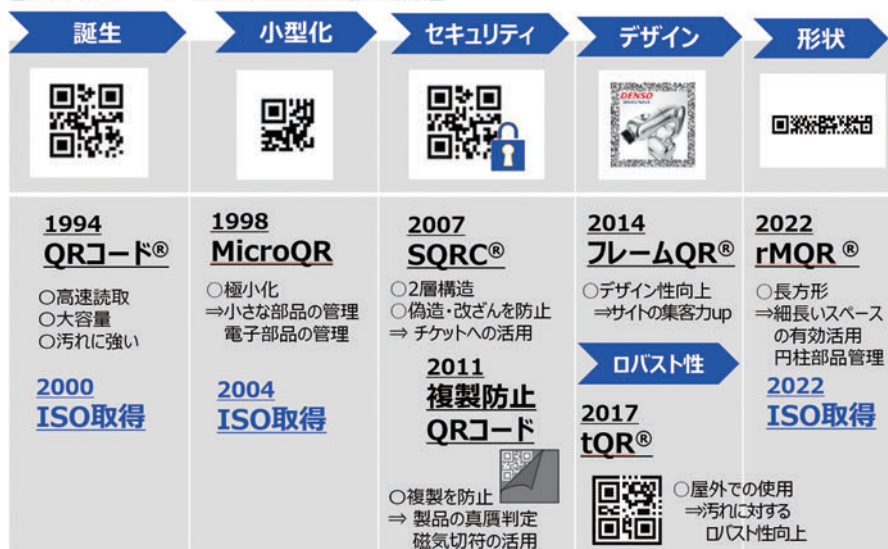
アイデアが出てきそうです。何年か前まで家庭用ロボットの研究をしていたことがあるんです。食器を片付けたり、食器洗い機に入れたり、食器にはとにかくいろんな形や素材があるので、それらを認識させるのに大変な苦勞をしながらやっていた。そんなことはしなくても、食器や皿にQRコードを打って、カレーなどがついて汚れても読めるようにしておけば、ロボットは、それを見て、重いか軽いか、どこをつかんだらいいかがわかる。データとして書いておけばいいと言っていたんです。でも、皿に大きなコードがついているなんてカッコ悪いと言われた。だけど、人間にはきれいなデザインだが、機械が見たらQRコード、そういうものはいくらでも作れるはず。数学やアートの大学院生を集めて、かっこよくQRコードを作ることを考えてもらったらいい。

原：5年前くらいから、テレビなどでもQRコードがやたら出るようになってきました。最初は、なんでわけのわからんものを出すんだと視聴者から苦情が多かったそうですが、今ではむしろ、出さないと文句をいわれるくらい。慣れもありますね。

金出：いくらでもやりようはあるし、AIのための位置合わせといった課題でも役立ちそうです。

原：イノベーションを起こすのはソフトだと言われていますが、日本の場合、携帯に見るように、ソフトのコンテンツに弱みがありました。用途開発には発想力が重要です。デンソーでも、車と関係がない情報分野は弱い面がありました。まったく別の専門家の知恵が必要で、それをどれくらい、持ってこられるか、ですね。また、これまではニーズ志向でやってきたので、ほかの用途などを考える必要がありませんでしたが、シーズを考えるようになって

【QRコードの進化と拡張】



用途開発を考え始めました。ただ最近では、ニーズ志向が強まり、シーズ志向が弱まるのではないかと心配しています。**金出**：ニーズを追求する中からシーズは生まれるので、広く見ている人がいるかどうか大事なのではないでしょうか。

原：どう評価するか、ですね。**金出**：技術をオープンにするかどうか。考えは変化しています。最近、大学でAIをやっている人たちの中にはソフトに関する論文をプレプリントサーバのarXivなどでどんどん出す動きが出ています。特許に関する考え方が変わってきています。大学のアイデアを企業がちょっと変えて特許にし、独占するのはよくないという考えが米国の大学には出てきました。

原：若い人は自己主張したい、そういう風潮もあるのでしょうか。

金出：特に情報系ではそうですね。原さんにはぜひ、若い学生に発明や開発の面白さを伝えていただきたいと思っています。

原：いくつかの大学で客員教授として教える予定になっています。

金出：本当の意味での経験と世界的な実績のある方が若い人に話して下さるのはすばらしいです。大いに期待し

ています。今回の授賞が、日本でまた新しいものが生まれるのに貢献すれば、賞のさらなる効果というか、賞の意義も深まるので、学士院としてもありがたい限りです。私のような一会員でなく、学士院長が言われるべきことかもしれないませんが(笑)

(構成：辻篤子中部大学特任教授)

原 昌宏 (はらまさひろ)

1957年、東京都生まれ。法政大学工学部電気電子工学科卒業後、日本電装(株)(現(株)デンソー)入社。(株)デンソーウェーブAUTO-ID事業部を経て、現在、(株)デンソーウェーブ首席技師、愛知県幸田町ものづくり研究センター技術顧問。QRコードの開発により、米国R&D 100Awards (R&D World Magazine)、日本イノベーション大賞優秀賞、欧州発明家賞コンピュータライズ賞、技術経営・イノベーション大賞内閣総理大臣賞、市村産業賞本賞、IEEEマイルストーン((株)デンソー及び(株)デンソーウェーブにおけるQRコード開発への授賞)、恩賜賞・日本学士院賞を受賞。

金出 武雄 (かなでたけお)

1945年、兵庫県生まれ。京都大学大学院工学研究科博士課程修了。現在、米国カーネギーメロン大学ワイタカー記念全学教授、京都大学高等研究院招聘特別教授。カーネギーメロン大学ロボティクス研究所長、産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センター長など歴任。計算機視覚と知能ロボットの研究者。コンピュータによる顔画像認識、自動運転、多数のカメラを使うVRメディアなど今日日常使われる多くの技術の開発で知られる。Franklin Medal Bower賞、京都賞、IEEE Founders Medalなど受賞。文化功労者、アメリカ工学会アカデミー特別会員、日本学士院会員。

新型コロナウイルス感染症パンデミックを振り返る

日本学士院会員 喜田 宏

2019年11月に中国武漢市で認められた肺炎集団感染事例に始まる新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)感染症(COVID-19)は、これまでに7億6千万を超える人に感染し、約700万人を死亡させた未曾有のパンデミックを起こし、世界を翻弄した。

筆者はWHOの国際保健規則COVID-19緊急委員として、2020年1月22日と23日に開催された第1回緊急委員会(EC)電話会議から2023年5月4日の第15回オンライン会議すべてに出席して、パンデミックの克服に向けた議論に参加した。各ECで議論された内容のまとめがWHOのホームページにStatementsとして委員名簿と共に公開されている。

EC会議毎に秘密保持契約を交わしたので、メディアの取材は、すべて断っていた。COVID-19のECを卒業し、国際機関と各国の限界を知った今、日本の対応を改善するための意見を述べたい。

第1回のECでは、中国の委員から、「本病は武漢の海鮮市場で発生した人獣共通感染症で、人から人への感染は僅かであり、収拾に努めている。」との説明があった。私は、「人獣共通感染症対策の要は、病原体の自然宿主と人への伝播経路を明らかにすることである。まずCoV-2の人への伝播経路を明らかにするために、海鮮市場の動物、まな板、下水と人の疫学調査を実施すべきである。」と述べた。ところが、翌23日に武漢の海鮮市場は閉鎖され、立ち入り禁止となったことに驚いた。23日のEC会議でも納得できる情報が提供されなかったため、1週間以内に正確な情報を収集した上でEC会議を開催しよう提案した。

2020年1月29日に開催された第2回EC会議で本感染症が国際的に懸念される公衆衛生危機PHEIC(Public Health Emergency International Concern)状態であることが確認され

た。WHOの事務総長のDr. Tedrosはこれを受けて1月30日にPHEIC宣言を発出した。

2021年7月15日に開催された第8回EC会議では、研究、診断、変異ウイルス株とワクチンに関して議論された。その中で、2回のワクチン接種の上に3回目をブースターワクチンとして接種する提案が先進国から出されたことに対する意見を求められ、私は、「ワクチンは、2回接種で、感染による発症・重症化予防効果を示すものでなければならない。2回接種後に感染した場合こそ真のブースター効果が期待される。ワクチンを3回以上接種する意義はないものと考え、ワクチンが余っているなら、足りない国に回すべき。」との意見を述べた。その後これがWHOの方針となった。日本では7回も接種を受けた人が大勢いることを恥ずべきではないか。

2021年10月22日の第9回のEC会議では、ワクチンの接種率が5%に満たない某国の委員がCOVID-19の致命率が季節性インフルエンザと同程度となったので、PHEIC宣言を撤回すべきであると提案した。私はそれに強く反対し、次の意見を述べた。「死亡率などは、数値のみに頼ってはいけぬ。感染が全世界に広がっているため、一般の人々の免疫状態が、重症化と致命率を低く止めていると捉えるべきである。免疫機能障害者や高齢者の重症化と死亡例が減少していないことに注意を払うべきである。さらに、世界の感染者数は増加している。ワクチンと治療薬の開発が未熟である。このウイルスの病原性が高いのは、Sタンパクにフリン開裂部位(塩基性アミノ酸の連続配列)があるために、全身感染を起こすからである。この部位が、何時、何処で如何に挿入されたかを明らかにしなければ、本当の解決につながらぬ。」

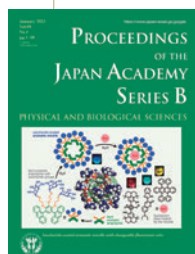
これが他の委員の賛同を得て、PHEIC宣言の終了提案は却下された。

以後2023年1月7日の第14回ECまで反対を続けた。同年5月4日の第15回委員会で、委員長の指名に応え、PHEICの終了を是とする発言をした。その理由として、感染者数の増加が減速し、良い治療薬(ゾコーバ:シオノギと北大の共同研究成果)が開発・実用化されたことに加え、良いワクチンの開発に目途がついたことを挙げた。ただし、PHEICの解除にあたり、次の条件を付すべきことを強調した。すなわち、「SARS-CoV-2の起源が不明のままであること、そのSタンパクにフリン開裂部位の挿入があるために全身で増える特徴があることから、引き続き警戒を怠ってはならない。また、流行が終わったわけでもない。」5月5日にTedros事務総長は、これに沿ったPHEIC終了宣言を発出した。

WHOのECは、19カ国から1人ずつ選ばれた専門家で構成されていた。さらに、国際機関や研究所を代表する専門家12名のアドバイザーが参加して活発な議論が展開された。また、会議の冒頭でWHOの専門職員5名が、それぞれ10分間で現時の世界の疫学情報を要領よくまとめて提供し、その後にECの議論が3~4時間にわたり進められた。

これまでの日本のパンデミック対応には不安を感じる。政府と専門家会議のやりとりだけで対策を決めているのは日本だけである。対策も研究も主に米国に追従している。日本の関係予算は極めて少ないので、米国の真似はできない。日本独自の研究と対策を推し進め、世界を先導する術があるはずである。産・官・学(特に基礎、臨床、病理、免疫アカデミア)の連携で的確な研究と対策を進めなければならない。次のパンデミックに備えて、システムを改善、確立しておくべきものと考え。

No. 1



Reviews

Kimitaka KAWAMURA: Geochemical studies of low molecular weight organic acids in the atmosphere: sources, formation pathways, and gas/particle partitioning

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.001>

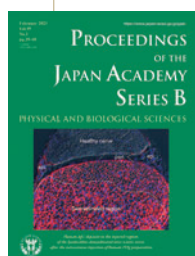
蟻酸・酢酸は大気中に存在する主要な揮発性有機化合物である。本総説では、低分子モノカルボン酸 (C1-C10) のガス・粒子相での分布と分配を議論し、大気過程で果たす雲凝結核など化学・物理的役割を解明する。

Michito YOSHIZAWA and Lorenzo CATTI: Aromatic micelles: toward a third-generation of micelles **Cover Illustration**

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.002>

本総説では新種の「芳香環ミセル」について紹介する。このミセルは2つの芳香環パネルを持つ湾曲型の両親媒性分子から成り、水中で高い集合安定性と広範な分子内包能を有する。また、刺激応答性や脂肪族骨格も導入可能な特徴を持つ。

No. 2



Review

Shoutaro TSUJI and Kohzoh IMAI: Medical application of the monoclonal antibody SKM9-2 against sialylated HEG1, a new precision marker for malignant mesothelioma

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.003>

悪性中皮腫は診断と治療が困難な悪性腫瘍である。著者らは、感度と特異性の高い悪性中皮腫マーカー抗原シアル化HEG1を見いだした。本稿では、抗シアル化HEG1抗体SKM9-2の開発とその臨床応用について紹介する。

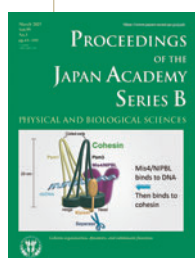
Original Article

Yuki SETOGUCHI, Akiko HAYASHI, Ayami KAWADA, Ayako IBUSUKI, Daigo YANAOKA, Ryota SAITO, Tomoko ISHIBASHI, Hiroaki TAKIMOTO, Yoshihide YAMAGUCHI, Hirokazu OHTAKI and Hiroko BABA: Intravenous immunoglobulin preparations attenuate lysolecithin-induced peripheral demyelination in mice and comprise anti-large myelin protein zero antibody **Cover Illustration**

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.004>

免疫IgG (IVIg) 製剤は脱髄性末梢神経障害の筋力低下を回復する効果がある。その神経系組織への作用は不明である。マウス末梢神経化学脱髄にIVIg製剤は脱髄拡大抑制を示した。また、製剤は末梢神経ミエリン認識抗体を含むことを示した。

No. 3



Reviews

Xingya XU and Mitsuhiro YANAGIDA: Cohesin organization, dynamics, and subdomain functions revealed by genetic suppressor screening **Cover Illustration**

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.005>

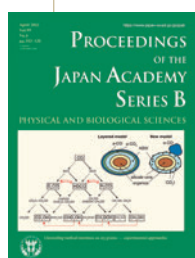
コヒーシンは染色体DNAと結合する基幹クロマチン因子である。本研究で発見されたサブレッサー変異の多くは著者らが示唆した確保と遊離モデルを支持する。さらに、ATPによるコヒーシン頭部とクライシン間の相互作用変化の重要性が示唆された。

Hidehiko KUMAGAI, Takane KATAYAMA, Takashi KOYANAGI and Hideyuki SUZUKI: Research overview of L-DOPA production using a bacterial enzyme, tyrosine phenol-lyase

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.006>

細菌のチロシンフェノールリアーゼ (Tpl) を利用するパーキンソン病の治療薬L-ドーパ合成法に関する、スクリーニング、培養条件、酵素の性質、酵素の反応機構、反応条件など、また、*tpl* 遺伝子の制御タンパク質 TyrR の変異によるTpl構成的過剰生産株の育種について概説した。

No. 4



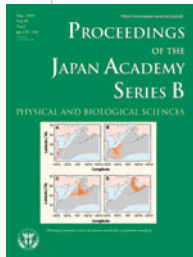
Review

Masashi TSUGE and Naoki WATANABE: Radical reactions on interstellar icy dust grains: Experimental investigations of elementary processes **Cover Illustration**

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.008>

星間分子雲には多種多様な分子種が見つまっている。それら分子の生成・進化の鍵を握っているのが、分子雲に浮遊する氷微粒子表面の物理化学過程である。本論文では、主要な星間分子生成に関する一連の極低温氷表面実験を解説する。

No. 5



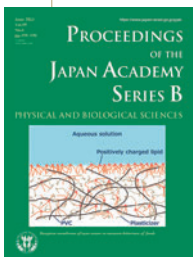
Review

Naohiko OHKOUCHI: A new era of isotope ecology: Nitrogen isotope ratio of amino acids as an approach for unraveling modern and ancient food web **Cover Illustration**

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.009>

アミノ酸の代謝において¹⁵Nが濃縮される現象は、食物網の推定、窒素資源の評価、回遊魚の追跡、古食性の復元などに応用されている。本論文ではその原理を概観し、古典的な問題を再考するとともに、新たな挑戦を解説する。

No. 6



Reviews

Emi HIFUMI, Hiroaki TAGUCHI, Tamami NONAKA and Taizo UDA: Direct conversion of a general antibody to its catalytic antibody and corresponding applications —Importance and role of Pro95 in CDR-3—

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.010>

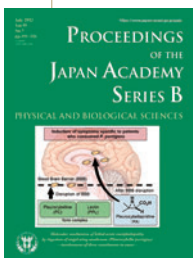
抗原に対する分解能を有する抗体酵素の性能は、抗体を凌駕するものの、開発は難しい。著者らは、既存の抗体を抗体酵素に変換する画期的な変異導入法を見出した。本総説では、着目したアミノ酸残基Pro95の役割と酵素化クロロンのユニークな特徴を概説した。

Kiyoshi TOKO: Research and development of taste sensors as a novel analytical tool **Cover Illustration**

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.011>

味を測る装置である味覚センサは日本発、世界初の科学技術であり、全世界の食品、医薬品業界で使われている。本総説では、その開発経緯と原理、メカニズムと食品適用例、さらにアロステリーを利用した最新の味覚センサについて概説した。

No. 7



Reviews

Hirokazu KAWAGISHI: Chemical elucidation of acute encephalopathy by ingestion of angel-wing mushroom (*Pleurocybella porrigens*) —involvement of three constituents in onset— **Cover Illustration**

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.012>

野生のキノコ、スギヒラタケは広く食されていたが、2004年にこのキノコの摂取による急性脳症で17名の方が亡くなった。私たちはこのキノコから3つの化合物を発見し、「3成分による急性脳症発症機構」を提唱し実証した。本総説では、この研究の20年の歴史を紹介する。

Nobuhito IMANAKA and Naoyoshi NUNOTANI: Environmental catalysts advance focused on lattice oxygen for the decomposition of harmful organic compounds

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.013>

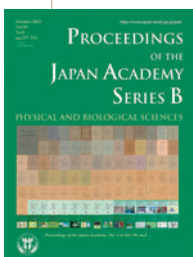
工場等からの排ガス中や排水中に含まれる有害有機物を効率的に酸化分解するため、著者らは触媒自身が持つ格子内酸素に着目することにより、高活性触媒を創成してきている。本稿では、その設計指針および触媒材料について概説する。

Kouji MATSUSHIMA, Shigeyuki SHICHINO and Satoshi UEHA: Thirty-five years since the discovery of chemotactic cytokines, interleukin-8 and MCAF: A historical overview

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.014>

炎症は生体防御反応である一方、様々な疾病の原因にもなる。炎症をもたらす特異的白血球の組織浸潤制御は、炎症・免疫学における大きなenigmaであったが、35年前の著者らによる白血球遊走因子、IL-8とMCAFの発見により、その分子機序が解明された。本稿では、その発見の経緯と今日的意義を概説する。

No. 8



Review Series to Celebrate Our 100th Volume

Masanori IYE: Proceedings of the Japan Academy —History, database, and trend— **Cover Illustration**

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.017>

日本学士院の欧文紀要出版100周年にあたり、これまでに掲載された13591編の欧文論文データベースを作成した。本総説では数学から医学まで全分野の100年にわたる論文出版の傾向と変遷を分析し、日本学士院の出版活動を振り返る。

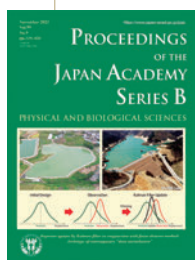
Reviews

Atsushi OHTSU, Koichi GOTO and Takayuki YOSHINO: Improvement of patient care using cancer genomic profiling: SCRUM-/CIRCULATE-Japan experience

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.015>

日本発のがんゲノム医療開発を目指した進行がんでの個別化治療開発研究であるSCRUM-Japanと周期術のリキッドバイオプシーを用いた微小残存腫瘍検出研究であるCIRCULATE-Japanでの成果の中から、世界的インパクトがあるデータを中心に概説した。

No. 9



Haruo KASAI: Unraveling the mysteries of dendritic spine dynamics: Five key principles shaping memory and cognition

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.018>

大脳機能や疾患の基盤には活動電位とシナプス伝達に加えて、樹状突起スパインシナプスの形態的、運動的側面の寄与が大きい。この特徴を5つにまとめて、その発見の経緯や統合的脳機能や疾患への関与を概説した。

Sooyeon KIM, Latiefa KAMARULZAMAN and Yuichi TANIGUCHI: Recent methodological advances towards single-cell proteomics

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.021>

1細胞プロテオーム解析は、全種類のタンパク質の量を基に1つ1つの細胞の働きの包括的な理解を目指す、細胞分析の理想形の1つである。本稿では、最近数年間に報告された1細胞プロテオーム解析技術の様々な進展について概説すると共に、その将来展望について論じる。

Original Article

Taku KITANOSONO, Tomoya KAWASE, Yasuhiro YAMASHITA and Shū KOBAYASHI: Highly enantioselective hydroxymethylation of unmodified α -substituted aryl ketones in water

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.022>

アルドール反応は一般的なC-C結合形成手段であるが、触媒的不斉反応は未だに有機合成上の難題の一つである。本稿では塩基を用いない水中反応により、ラセミ化と触媒失活の問題を同時に克服する戦略について概説する。

Review Series to Celebrate Our 100th Volume

Hiroyuki ISOBE and Masahiro HIRAMA: Glancing at the birth of a galaxy of scientists from Rikō Majima

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.019>

真島利行(1874-1962)は、日本発の有機化学に先鞭をつけた偉人の一人である。真島自身が著者としてProc. Imp. Acad.誌で発表した7篇の論文を中心に、その代表的な研究成果、人材育成に関わる横顔を紹介する。

Reviews

Akira MURAKAMI, Kazunori FUJISAWA and Takayuki SHUKU: Developments of inverse analysis by Kalman filters and Bayesian methods applied to geotechnical engineering **Cover Illustration**

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.023>

ベイズ統計の手段のうち、線形/非線形カルマンフィルタ、マルコフ連鎖モンテカルロ法(MCMC)、ハミルトニアンモンテカルロ法(HMC)と有限要素法(FEM)に基づいた逆解析法について、特に地盤工学分野への応用展開を紹介し、その特質と実用性を概説した。

Hiroki SHIRATO: Biomedical advances and future prospects of high-precision three-dimensional radiotherapy and four-dimensional radiotherapy

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.024>

がんの放射線治療は物理的精度が向上し、呼吸などで動くがんも ± 1 mmの精度で0.03秒以内に狙い撃つことが可能になった。本総説では、高精度放射線治療の生物医学的な進歩と臨床成績を紹介し、課題と今後の研究の方向性を探る。

Review Series to Celebrate Our 100th Volume

Hiroyuki ISOBE: At the dawn of novel aromatics: "On the Synthesis of Hinokitiol" by Tetsuo Nozoe et al.

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.020>

野副鐵男(1902-1996)は、新奇芳香族化学を先導した化学者の一人である。野副のはじめての論文から新奇芳香族化学に関わる初報「ヒノキチオールの合成」までを核に、現代科学の底流をなす業績の一端を紹介する。

Reviews

Eiji YASHIMA: Synthesis and applications of helical polymers with dynamic and static memories of helicity

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.025>

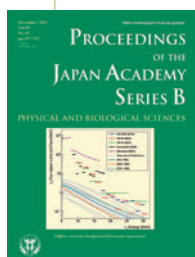
DNAや蛋白質等の生体高分子の多くは一方巻きらせん構造を形成し、精緻な生命機能の発現に寄与している。本稿では、著者らが開発した一方巻きらせん高分子の新たな合成技術の開発と不斉触媒やキラルセンサー、光学分割材料への応用に関する最近の成果を中心に紹介する。

Shin'ichiro ANDO, Nick EKANGER, Shunsaku HORIUCHI and Yusuke KOSHIO: Diffuse neutrino background from past core collapse supernovae **Cover Illustration**

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.026>

過去の重力崩壊型超新星からのニュートリノ背景放射(DSNB)計算の重要な要素について説明し、ブラックホール形成や非標準ニュートリノ相互作用を含む将来の検出から何を学べるかを議論する。また、今後10年間でDSNB検出が期待されるニュートリノ実験についても概観する。

No. 10



Shiori FUJIMORI, Yoshiyuki MIZUHATA and Norihiro TOKITOH: Recent progress in the chemistry of heavy aromatics

<https://doi.org/10.2183/pjab.99.027>

有機化学の中心を担う化合物群の一つである芳香族化合物の芳香環構成元素を炭素と同族の高周期14族元素で置き換えた「重い芳香族化合物」の研究について、その歴史的背景から最近の研究展開まで、著者らの先駆的研究成果を中心に概説する。

Vol. 100 記念企画について

Proceedings of the Japan Academy, Ser. Bは、1912年にProceedings of the Imperial Academyとして創刊され、1926年に定期刊行されるようになり、2024年にVol. 100を迎えました。本誌では、Vol. 100を記念し、「Review Series to Celebrate Our 100th Volume」と題し、これまでに本誌に

出版された優れた論文を再掲するとともに、その論文の歴史的意義を解説する総説論文を掲載することといたしました。これまでに、化学の眞島利行(多くの有機化学者を育成)、野副鐵男(ヒノキチオール合成)、水島三一郎(双極子モーメントおよびラマン効果の測定)、医学の谷口維紹(ヒトインターフェロンcDNA)、地球科学の川井直

人(地球内部超高压発生法)の各氏が執筆された歴史的論文と各分野の専門家による解説論文を掲載して参りました。本年1年をかけて、各分野から選んだ論文をご紹介する予定ですので、ぜひ本誌並びに日本の科学100年の歩みを感じていただければと存じます。

Proceedings of the Japan Academy, Ser. Bについて

Proceedings of the Japan Academy, Ser. Bは、文部科学省の機関である日本学士院が刊行する英文学術誌です。本誌は、物理学、化学、天文学、地球科学、生物学、工学、農学、医学、薬学等、自然科学全分野が対象です(数学はSer. Aに掲載)。年10回刊行し、総説論文(Review)と、原著論文(Original Paper、速報を含む)等を掲載します。冊子の他、インターネットでもJ-STAGE (<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/pjab>)に

おいてオープンアクセス(CC BY-NC)で全文が無料公開されます。もちろん、PubMedにも採録されています。最新のインパクト・ファクターは3.1です。

本誌への投稿資格に制限はありません。オンラインシステムの他、電子メールや郵便による投稿も可能です。投稿された論文は、各分野の第一人者2名による厳正な査読を行っており、

アクセプトされた論文は、英文校閲の上、1カ月程度で出版されます。カラー印刷以外の投稿料・掲載料は不要で、カラー印刷についても1ページを無料としております。また、別刷を無料で50部進呈します。論文の早期公開も可能です。詳しい投稿規程は、本院のウェブサイト<https://www.japan-acad.go.jp/pjab>をご覧ください。

Editorial Board

Editor-in-Chief

長田重一(分子生物学・生化学)

Executive Editors

深尾良夫(地球物理学)

宮園浩平(分子病理学・腫瘍学)

Editorial Board Members

審良静男(免疫学)

磯貝 彰(生物有機化学)

垣添忠生(泌尿器科学)

黒岩常祥(生物科学)

小林 誠(物理学)

鈴木邦彦(神経化学・神経内科)

鈴木啓介(有機合成化学)

関谷剛男(薬学・核酸有機化学)

巽 和行(無機化学)

田中耕一(質量分析)

十倉好紀(物性物理学)

山崎敏光(物理学)



PJA Newsletter
[PJA ニュースレター]

No.16

発行/日本学士院

〒110-0007 東京都台東区上野公園7-32

TEL: 03-3822-2101

e-mail: proc-b@mext.go.jp

発行日/令和6年3月31日

