

# バイオの散歩道

## 目次

### 速報

黒川新農場(仮称)の  
建設工事がはじまりました!

菅野 博真

### 研究のフロンティア1

ブルーベリーの果粒サイズと成熟時期の変動

岩崎 直人

### 研究のフロンティア2

疾病の原因となる生体内化学反応の解析

渡辺 寛人

### 研究のフロンティア3

環境に育まれた発酵大豆・  
テンペにみる伝統の技

加藤 英八郎

### 研究のフロンティア4

貪欲なアメリカ政府の  
再生可能エネルギー推進政策

大江 徹男

### バイオの目

「自然科学には哲学は要らない」か?

角田 幸彦

### 学科・専攻の広場1

台湾大学農業経済学科との交流

池上 彰英

### 学科・専攻の広場2

シンポジウム「酸化ストレスと健康」

竹中 麻子 長田 恭一

### 連載／キャンパスを食べる 第5回

ニホンミツバチ(蜂蜜と幼虫)

荒谷 博

農学は変わった。

食料、環境、生命の「新たな知」が、

新世紀を切り開く。

しかし、原点は変わらない。

人間のため、社会のため、そして地球のため。

「温故知新」のフロンティアを私達は目指している。

## 速報

黒川新農場(仮称)の  
建設工事がはじまりました!

農学科 環境デザイン研究室 菅野 博貢



菅野 博貢

未来型エコシステム(環境共生)、里山共生システム(自然共生)、地域連携システム(地域共生)の三つの理念を掲げた黒川新農場(仮称)の造成工事が本格化しています。今回は新農場マスタープランを担当した農学科の菅野が、農場建設工事を担当する戸田建設の現場担当者にインタビューする形で、新農場建設の現状をお伝えします。

(K:菅野、T:戸田建設黒川新農場整備計画担当)

K:景観的に農場全体を樹木が取り囲み、内部は緑に包み込まれるようなとても居心地のよい空間になりました(写真1)。計画の際に心配していた送電用の鉄塔も思ったより目立たなくなりましたね。



写真1: 緑に囲まれた造成工事中の農場予定地

T:農場周囲の尾根線上に比較的高い樹木が茂っていたのですが、それを敷地境界にそって積極的に残したことで、このような効果が出たようです。鉄塔もちょうどそれらの樹木と同様に農場を取り囲むような位置にありましたので、工事が進むにつれてかえって目立たなくなりました。当初は鉄塔だけが目印だったのですが(笑)。

K:工事前に比べるとずいぶん広く見えますね。

T:実習農場予定地に三つの小さな谷が入っていたのですが、そこを水の処理をしながら埋め立てましたので、工事前に比べてこのように広々とした空間が現れました。密生していた竹を取り除いたことも地形の見え方に大きな影響があったようです。

K:一部谷筋を埋めるといことで、水の処理が課題でしたが。

T:敷地北側の埋め立てをする土地では、下部に排水層を設けてそこから敷地の外に流す予定です。敷地内の植生は大きく変化したから、これまで通りの水量が保てるかどうかは未知数のところもありますが、最大限これまでの水環境を変えないように努めています。

K:計画策定時は農場入口から本館に至るアクセス道路の勾配の緩和、実習農場の勾配を1%以下に抑えることが大きな課題で、とても苦労したところでした。

T:アクセス道路は現時点ではまだ勾配が10%ぐらいあります

が、完成時には8%まで緩和されます(ちなみに生田坂の最大斜度は約29%(16度)、筆者)。実習農場は途中に段差を設けて農地面の勾配を1%以内にする計画ですが、最終的に段差なしでも勾配1%が達成できないか検討中です。

K:この場所はもともと三菱のキャタピラ実験場ということで、土壌の改良が心配されていました。

T:その点は思ったよりも障害は少なかったようです。排水用のU字溝など多少は撤去するものが出てきましたが。

K:農場敷地内の希少種の保護とビオトープの再生も大きな課題ですね。

T:広い実習農場を確保したことにより生じた北側法面のちょうど真下に希少植物がいるということが、工事を進める上でとても大変なところですよ。ご覧



写真2: 希少植物の保護エリア

の通り(写真2)希少種を保護する地点をロープで囲って、工事の影響が及ばないように細心の注意を払っています。

K:計画段階では農場南側に隣接する民家との関係がちょっと気になっていたのですが、いかがですか。

T:境界線がはっきりしないため少し苦労していますが、これから植栽が入れば視覚的には気にならなくなると思います。

K:先ほどからけっこう臭っていますが(笑)。

T:整地の際に切った竹や抜根した樹木の根をチップ化して土に混ぜ、堆肥化していますので、その臭いがしています(写真3)。あとでこの堆肥化した土



写真3: チップ化され堆肥化されているバイオマス

を農地に用いる計画なのです。これもゼロ・エミッションの一環ということで行っています。

工事段階から希少種の保全やバイオマスの肥料化等、環境への配慮が十分に伺える工事現場でした。

(インタビュー実施日2010年7月12日)

## 研究のフロンティア1

# ブルーベリーの果粒サイズと成熟時期の変動

農学科 果樹園芸学研究室 岩崎 直人



岩崎 直人

日本の国土は南北に長く、南の端から北の端まで実に3000kmにも及ぶ。年間の平均気温も沖縄県那覇市の22℃前後から北海道札幌市の8℃前後まで、その差は非常に大きいことが特徴である。したがって、日本国内では熱帯性の果樹から、より冷涼な気候条件を好む冷温帯性の果樹まで多種・多様な果樹を栽培することが可能で、明治以降に欧米諸国から様々な果樹が導入されて栽培が試みられてきた。

ブルーベリーが北海道に初めて導入されてから60年が過ぎ、現在では南九州でも栽培されるようになったが、国内での生産量は2000t/年程度である。近年は機能性が注目されるようになり、家庭果樹としても人気が高い。海外から導入された品種の果粒重は1~2g程度であるが、日本では生食することが多いので小さい果粒よりも大きい果粒が好まれる傾向にあり、大果系品種の育種も行われている。



ブルーベリー果粒の成熟

ブルーベリーは鐘形あるいは壺形の小花が10個程度集まって1つの花房を形成し、小花は花房の基部から順次開花する。しかしながら、果粒の成熟は開花の早晩と明瞭な関係はなく、1樹当たりの開花期間は1~2週間程度であるが、果粒の収穫期間は1ヶ月から1ヶ月半程度継続する。このような成熟の変動は観光農園や家庭果樹としては適しているが、収穫果実を市場へ出荷する農家としては困る。果粒には40~50個の種子が含まれるが、成熟の早晩は種子数に影響される。果粒当たりの含有種子数が多くなると、開花から成熟までの日数が短くなる傾向にある。



ブルーベリーの花

ブルーベリーの花は下を向いて着生するので、一般的には開花時の自家受粉で結実する。この傾向はハイブッシュ系の品種で顕著であるが、他品種の花粉で他家受粉すると自家受粉に比べて種子数が増える傾向にあり、自家受粉に比べて他家受粉で果粒の成熟が早くなる傾向がある。さらに、果粒の大きさも受粉の影響を受ける傾向にあり、自家受粉に比べて他家受粉で果粒は大きくなる傾向にある。



ブルーベリーの果粒サイズの変動

ダローはアメリカで育種されたハイブッシュブルーベリーの大果系品種で、平均果粒重は3g程度になることが知られているが、時には5g以上になる場合もある。大果になる理由は明らかではないが、他家受粉であっても花粉親の品種が関係しているようで、特定の組み合わせにおいて果粒の巨大化が顕著になる傾向にある。

ブルーベリーでは先に述べた理由から他家受粉のみで確実に結実させることは、今のところ困難である。しかし、それが可能になれば5g以上の果粒を常に生産することも可能になるだけでなく、用途に応じて適した大きさの果粒を自由に生産することも可能であろう。

# 疾病の原因となる 生体内化学反応の解析

生命科学科 生体機能物質学研究室 渡辺 寛人



渡辺 寛人

2007年度調査によれば、わが国の糖尿病患者は2210万人に上り、腎症・網膜症など患者のQOLを著しく低下させる「糖尿病合併症」への対策が急務となっている。合併症の予防・治療法開発には発症機構の解明が不可欠であるが、そのためには医学・薬学だけでなく、栄養科学・食品科学など幅広い分野からのアプローチが重要であると考えられる。

糖尿病患者の体内においては、慢性的高血糖によりメイラード反応が亢進している。メイラード反応とは、グルコース(ブドウ糖)などのカルボニル基と、タンパク質などに存在するアミノ基との非酵素的な反応であり、複雑な過程を経て「糖化タンパク質」(advanced glycation end product; AGE)が形成される(図)。近年このAGEが受容体を介して細胞の機能を変化させ、合併症をひきおこすことが明らかとなってきた。したがって、AGEの構造や生成機構、作用を明らかにすることは、合併症の発症メカニズム解明のための重要な課題となっている。

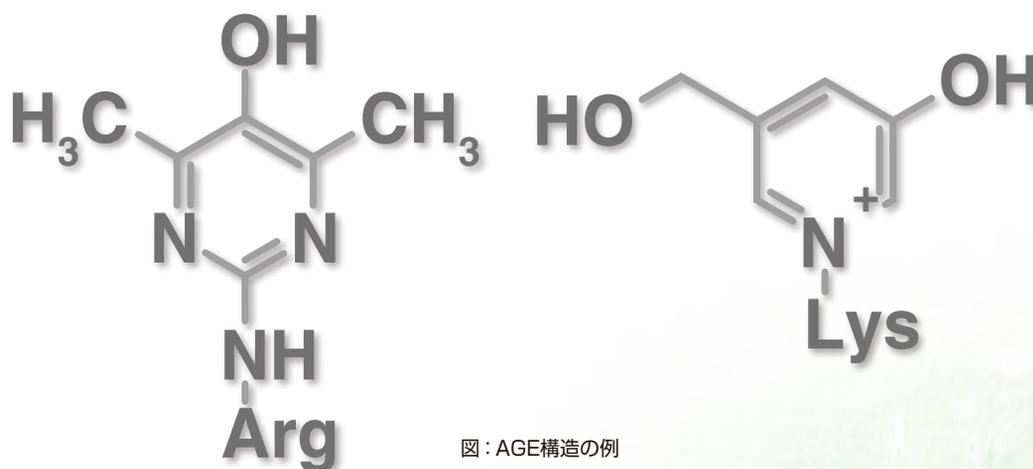
1912年のメイラード反応発見からまもなく100年目を迎えるが、この反応はもともと食品の褐色化をひきおこすものとして見出されたものである。そのため、農学とくに食品化学分野で研究が進められてきた。食品成分と生体との相互作用を研究対象とする当研究室においても、農芸化学科食品機能化学研究室と共同で、AGEの構造と作用の両面から以下のような研究を進めている。

## (1) AGE構造と作用の関連性の解析

さまざまなAGE構造のうち、どれが合併症発症に大きく関与するか明らかにすることが重要な課題である。さらにそのような「悪玉」構造の生成機構を解明することにより、合併症予防・治療法の開発に貢献することを目指している。また特定のAGE構造の存在量と病態との関連性を明らかにすることにより、合併症診断マーカーの開発にも寄与できると期待される。

## (2) AGE形成抑制因子の探索

メイラード反応を抑制し、AGE形成量を低下させることにより、合併症を予防・治療できると考えられる。このため、国内外で抑制因子の探索が行われているが、既存の抑制因子には副作用の強いものが多い。当研究室では、食品由来の抑制因子の探索を行い、いくつかの候補分子を見出している。今後、これら因子の効果を動物実験により検証することにより、安全なメイラード反応抑制因子の開発を目指している。



図：AGE構造の例

## 研究のフロンティア3

# 環境に育まれた発酵大豆・ テンペにみる伝統の技

農芸化学科 応用微生物学研究室 加藤 英八郎



加藤 英八郎

テンペはインドネシアで500年ほど前から庶民の貴重なタンパク源として食べられている大豆の発酵食品である。

日本の納豆との違いは、粘りがなく、特有の臭いがなく、カマンベールチーズの外見に似た白い菌糸で包まれている、調理して食べることなど。

その特徴から、欧米人にも受け入れ可能な植物性のタンパク食品として研究されている。

## ところ変われば菌変わる

日本で大豆の煮豆を稲わらに包んで放置すれば、自然に粘ってくる。納豆細菌が自然に繁殖する環境が整っている。インドネシアは日本以上に高温多湿で、赤い屋根瓦も数年で黒ずんでくるほどカビが猛烈に繁殖している。バナナやハイビスカスなどの葉にテンペの種になるカビが生息している。生煮えの大豆をバナナの葉でつつんでおくと、真っ白い菌糸で包まれたテンペができる(実際のテンペづくりでは種菌を混ぜる)。納豆菌も相当いるはずだが、繁殖の遅いカビが優勢であるのは不思議である。じつは上手くテンペができる仕掛けができているのである。大豆を一晩水に浸しておくと、野生の乳酸菌が増殖し豆が酸っぱくなる。酸性になると納豆菌は増殖できない。そこでカビが悠々と繁殖してテンペができるのである。日本や欧米では乳酸発酵の代わりに乳酸液を添加している。このことは清酒の酒母造りにおける生酏(乳酸発酵)と速醸(乳酸添加)の違いに似ていて、伝統の技に共通点があり興味深い。

## 煮汁は思い切って捨てるべし!

大豆をたっぷりの水で煮て、茹で汁は惜しげもなく捨ててしまうのが、東洋のやり方。欧米の科学者は栄養分をロスして無駄が多いと疑問を呈する。カビ毒の世界的な権威ヘッセルタイン博士の話だが、大豆が吸水するぎりぎりの水で煮てテンペを作ってみたところ、意外にも菌の繁殖、味、臭いも悪くなくなった。原因を調べたら、水溶性の成分にカビのタンパク質分解酵素の生成を阻害する物質があることが分かった。つまり、大豆の煮汁を捨てることには理由があったのである。東洋の一見無駄に見える工程にも、ちゃんと根拠があったのだと述懐されていた。

長い歴史をもつ発酵食品の伝統の技に学ぶべきことも多々ある。



写真1: バナナの葉で包んでつくられた伝統的なテンペ

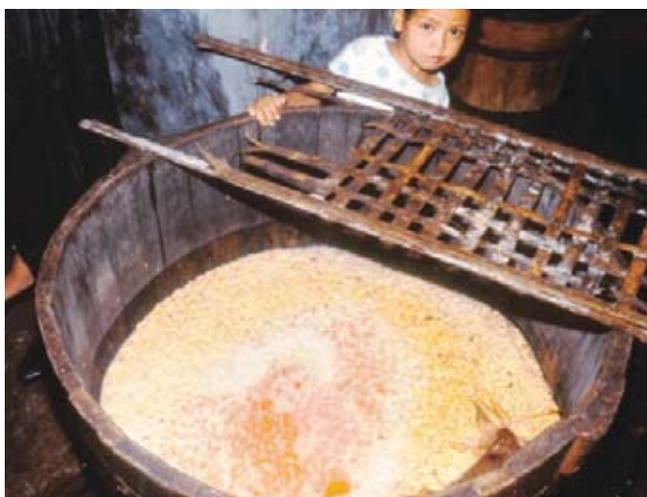


写真2: 大豆の浸漬中に乳酸菌の自然発酵により泡立っている



写真3: クモノスカビでつくるテンペとアカバシカビでつくるオンチョムが同居して発酵。バナナの葉で包むテンペと剥きだしのままのオンチョムの酸素濃度の違いで各々が問題なく発酵できると思われるが、純粋培養に馴染んだ者には驚きの光景。

# 貪欲なアメリカ政府の 再生可能エネルギー推進政策

食料環境政策学科 フードシステム論研究室 大江 徹男



大江 徹男

## 1. エコカー開発競争とアメリカ政府の支援策

筆者は、これまでアメリカ政府がバイオエタノールの使用義務量の設定や各種税額控除、補助金を組み合わせながら、バイオエタノールの自動車燃料への普及を強力に推進してきた経過を検証してきた。食料を原料としない第2世代バイオエタノールの商業化こそ予想よりも遅れているが、多額の補助金投入により各地で実験プラントが立ち上がっている。

また、日産自動車の電気自動車“リーフ”の事前予約が予想以上のスピードで増えている。国内ではすでに2010年度予定分をクリアし、アメリカにおいてもすでに1万台を超えている。これに他社が刺激を受け、トヨタ自動車はアメリカの電気自動車ベンチャーであるテスラ社と提携するに至った。また、プジョーと三菱自動車の提携強化、ルノー・日産連合軍へのダイムラー社の参画をめぐる動きなど、電気自動車の現実性が高まっている。

アメリカ政府はこの分野においてもきわめて積極的である。リチウムイオン電池の正極材を生産している戸田工業やアメリカ国内にリチウムイオン電池工場建設を予定している日産自動車に対しても補助金投入を決定している。日本の技術を丸ごと取り入れようとしているような感じさえ受ける。生産予測台数をみれば電気自動車がすぐに主役に躍り出ることはないが、エコカー開発に大きなインパクトを与え続けることは間違いない。

## 2. 太陽電池の悪夢の再来か

このようなアメリカの動きにどのように対応すべきであろうか。参考になるのが太陽電池であろう。日本には致命的な政策上のミスと急激な太陽電池の「コモデティ化」によって、ドイツ等の後発国に抜かれたという苦い経験がある。近年ではアメリカの生産拡大が著しく、アメリカのファーストソーラー社は、圧倒的な価格競争力を武器にドイツのQセルズ社を抜いて世界最大の太陽電池メーカーとなっている。

リチウムイオン電池についても同様な懸念がすでに出ている。中国や韓国のリチウムイオン電池の性能は日本製にほぼ並んだとの評価もあり、太陽電池や半導体のようにリチウムイオン電池の「コモデティ化」、泥沼の価格競争に陥ってしまう危険性がある。先述したようにアメリカ政府は日本の技術導入を積極的に推進しているだけに、日本政府はリチウムイオン電池技術をどのように開発、普及させようとしているのか、対応が注目される。筆者としても、バイオエタノールを軸としながらも、アメリカ政府のエコカー開発を軸とする再生可能エネルギーの開発状況と政策対応全般についてさらに研究を続けたい。



POET社のプラント(同社のHPより)



バイオエタノールプラント(筆者撮影)



## 「自然科学には哲学は要らない」か?

一般教育 哲学研究室 角田 幸彦



角田 幸彦

私の友人にウイルス学者がいる。彼は私との対話や私の書いたいくつかの哲学書にいわば触発され、農学という自分の専らとしてきた学問領域に自足しないようになったと素直に言っている。そして彼の自宅の書架にはアリストテレス、ハイデガー、メルロ＝ポンティといった大哲学者に関する書物がこのところ次々と増えてきたとのことである。このような方向転換は日本の自然科学者には先ずないであろう。彼はまた「自然科学には哲学は要らない」と常に断定調に主張している友人の農学者のことを私に話した。

こういう哲学不要論は専門学問の成果のみを目指し、そういう生き方で満足する学者には極めて当然である。余生生き方(世界の見方)が変わらない限り、哲学への無関心は大手を振って罷り通る。そしてこれは西洋よりもはるかに日本に顕著な現象である。我が国は明治初年以來、科学(文字通り科別の専門的諸学問)を、それらを育みそれらの基礎にある哲学と切り離して取り入れてきた。西洋では先ず哲学ありきという踏まえ方で諸科学は学ばれてきたのである。更に日本と西洋の違いは、西洋では文科と理科のいずれを選ぼうとも、高度な専門教育を受ける前に若者はたっぷりとギリシアとローマの古典(哲学、文学、史書)によって、考えかつ書く力を鍛えられるということである。

哲学は文科と理科を包み、両方の学の根底を問う「学の学」である。そしてここで言う根底とは、動物の心と人間の心を区別する「言葉と共にある存在」たる人間に他ならない。このことを次の三人の哲学者で示そう。

知と学の殿堂を作ったアリストテレスの学問視界は倫理学、政治学、経済学、心理学、芸術学、論理学という人間の学から天文学、植物学、動物学という自然の学まで広がっている。遺体解剖を嫌がる弟子たちに「生命の構造を表している身体にも神が宿っている」と呼びかけたのは有名である。

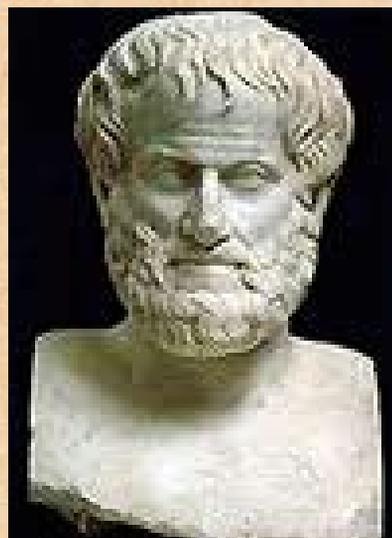
20世紀最大の哲学者ハイデガーは「人間は言葉への途上にある」と説く。これは「人間は言葉を我が物にはできない」と言うことである。言葉は人間の操作物ではない。またメルロ＝ポンティは「科学はものに住むことを止め、ものを操作するのみだ」と科学への批判を出す。この両哲学者の主張は同じ趣旨なのである。



ハイデガー



メルロ＝ポンティ



アリストテレス

学科・専攻の広場1

# 台湾大学 農業経済学科との交流

食料環境政策学科 国際開発論研究室 池上 彰英

食料環境政策学科は、学生の海外交流に力を入れており、2000年度カリキュラムから、それまで国内のみで実施されていた「ファームステイ研修」の実施先に台湾を加えました。台湾大学農業経済学科との交流は、そのときに始まり、かれこれ10年になります。台湾でのファームステイ研修中、必ず1日は台湾大学を訪問し、授業聴講や付属農場訪問のほか、学生同士の自由交流も行っています。海外の同じ専攻の学生との交流は、本学の学生にとって大変刺激になるようで、帰国後専門や外国語の勉強に取り組む姿勢が積極的になるという、思わぬ効用があります。

台湾ファームステイ研修は、2008年度カリキュラムから「海外農業体験」という独立した科目となり、国内ファームステイ研修との重複履修が可能になったことで、履修希望者が激増しております。また、台湾大学農業経済学科とは2009年12月に学部間交流協定を締結し、今後は研究面での交流も強化していく所存です。



学科・専攻の広場2

シンポジウム

# 「酸化ストレスと健康」

農芸化学科 食品生化学研究室 竹中 麻子  
食品衛生学研究室 長田 恭一

9月4日(土)13時から駿河台校舎において表記のシンポジウムが開かれます。このシンポジウムは私学助成プロジェクト「生体ストレス応答の分子機構の解明とその農業・食品分野への応用」(研究代表者、生命科学科・渋谷直人)の主催で行われ、近年注目を集めているストレスと健康について、第一線でご活躍中の先生方にお話をいただきます。



プログラム

1. ストレスと生体応答

- 酸化ストレスと情動制御…竹中麻子(明治大学)
- 酸化ストレスとインスリンシグナル…高橋伸一郎(東京大学)
- メタボリックシンドローム発症と酸化・小胞体ストレス…佐藤隆一郎(東京大学)

2. 酸化ストレスと食品

- 食事酸化コレステロールの脂肪肝発症の可能性…佐藤匡央(九州大学)
- ポリフェノールによる酸化ストレス制御と構造相関…五十嵐喜治(山形大学)
- 生体脂質過酸化と疾病:食品による防御…宮沢陽夫(東北大学)



蜂蜜は原始から人類が利用している甘味であり、薬用食品でもある。日本ではハチは「蜂」として認識されているが、欧米では蜂蜜を貯蔵する「bee」と肉食のスズメバチなどの「wasp」の2つに分けて認識されている。生田緑地内にはニホンミツバチが営巣している場所が何箇所かあるようだ。昨年の夏前までは大学構内の木造校舎の壁の中に巣を作っていた。作っていたというのは、昨年夏以降は構内で確認できていないからで、条件が合う場所さえ作ってあげれば戻ってくるであろう。蜂蜜採りの時期は、幼虫がない12月、1月がベストである。写真は昨年取り壊された木造校舎の壁板を取り外して出てきたニホンミツバチの巣の一部である。ニホンミツバチは数十種の花の蜜が合わさった「百花蜜」であり、セイヨウのミツバチの「単花蜜」とは異なり、巣周辺の植生により大きく味が左右されるようであるが、大学構内の物は癖がなく美味しく頂けた。なお、木造校舎解体直前には巣に幼虫が入っている時期であったが、再度巣を採取した。幼虫が入っていない部分からは蜂蜜を採り、そして当然幼虫も食べてみた…。幼虫は小さく柔らかすぎることからそれなりに料理する量を集めるのに苦労を要したが、佃煮に料ってみた。その味はというと残念だが少しアミン系の匂いがしてあまり美味しいものではなかった。知人が「小便くさい」と言っていたことを思い出した。2度と食べまい。(農芸化学科 荒谷 博)



## バイオの散歩道

第5号  
Summer 2010

編集後記

「バイオの散歩道」第5号をお届けします。前号に引き続き「速報」を掲載し、8頁編成とすることができました。多様な研究・大学情報をご提供できたのではないかと思います。ところで、今回は小さな工夫が施されています。環境デザインがご専門の編集委員・菅野先生のご協力により、今後の表紙の色彩が定期的に化するようなルールを設定いたしました。具体的には(財)日本色彩研究所による配色体系(PCCS)を利用して、今回の色彩から色相環上を徐々に移動していきます。この色彩ブロックは全部で230種類もあるようです。つまり、編集委員会としては、この小誌を100号以上も継続したいという「思い」の表現でもあります。読者の皆さんも、小誌を保存していただき、100以上続く(かもしれない)に違い(ない)色彩の変化をお楽しみください。(5号編集担当 小田切徳美)

