



理化学研究所「京」コンピュータ

常行 真司（物理学専攻 教授）

神戸の中心にある三宮駅からポートライナーで約14分、ポートアイランド最南端にある神戸空港までと一駅という場所に、事業仕分けで一躍有名になったスーパーコンピュータ「京」を擁する理化学研究所計算科学研究機構がある。周囲にはスパコンの産業利用を推進する計算科学振興財団、神戸大学と甲南大学の小さなサテライトキャンパス、国際会議のできる研修施設、そしてどういわけか南国の花と鳥の見られる観光施設がある。

計算科学研究機構の建物は、体育館のような空間に「京」が据え付けられ、その2辺に巻きつくように研究室、事務室、会議室が6フロアを使って配置されており、所属する19の研究チーム・研究ユニットの研究者に加え、全国のさまざまな機関の若手研究者がプログラミングの共同作業や講習会、セミナー、ディスカッションのために出入りしている。研究室からは陽光にきらめくおだやかな瀬戸内海が間近に見えるのが、瀬戸内海沿岸出身の筆者にはちょっとうれしい。

1兆の1万倍（10の16乗）を1京という。「京」（英語表記ではK-computer）は1秒間に約1京回の四則演算を行う能力があることから、この名がつけられた。1年半で性能が2倍になると言うコンピュータ業界のこと、ハードウェアの完成から半年以上たちランキング上の指標では世界一の座を奪われてしまったが、いまだに世界トップクラスの性能と安定性を誇る、たいへん優れたスーパーコンピュータである。

「京」の実体は約80,000個の国産CPUが接続された並列計算機である。これを使うには、計算内容を分割して別々のCPUに担当させ、ときどき相互に通信してデータを同期させる必要があ

る。社会経済が発達して規模が大きくなれば流通・交通の役割やコストが増すように、CPU数が増えればそれだけデータ通信の速さが重要になる。「京」ではCPU間のデータ通信を高速に行うため、なぜかToFu

(Torus fusion)

というやわな（柔軟な？）名前のつけられた、日本オリジナルの高速内部ネットワークが搭載されている。さらに実計算でマシンの性能を引き出すには、ソフトウェアも通信量を極力減らすような書き方をする必要があって、ソフトウェア開発者の苦労は並大抵のものではない。そこで人材を育て、分野を振興し、「京」を戦略的に使いこなして成果をあげるため、「生命科学・医療」、「新物質・エネルギー」、「防災・減災」、「ものづくり」、「基礎科学（素粒子・原子核・宇宙）」の5分野で、いわゆる「戦略機関（実態は複数機関の連合体であるものが多い）」が選定され、全国から多くの研究者がその活動に参加している。

筆者が大学院生だった1980年代後半とくらべて、スーパーコンピュータの性能は100万倍以上になり、その性能を生かす数々の新しいシミュレーション手法が開発され、理論、実験と並ぶ第3の科学たる計算科学の守備範囲が広がってきた。「京」の開発と戦略機関の活動はこの流れをさらに加速し、新たな変革



「京」の設置された理化学研究所計算科学研究機構。正面にはそろばんの玉を模したモニュメントがある。

をもたらそうとしている。いっぽうで私のような物性理論の研究者は、いろいろと考え方をえざるを得ない時代になった。これまでは低予算の個人研究だったものが、ことスーパーコンピュータに関しては、加速器や宇宙開発と同様のビッグサイエンスとして、広いコミュニティをまとめ社会的な合意を得ながら進めなければならなくなった。また大規模複雑なソフトウェアの開発にはコンピュータサイエンスの研究者や技術者との協力が必要になり、大きなチームを組んでソフトウェアを開発する例も増えてきた。分野の違いによる言葉の障壁や、価値観の違いを乗り越えるために、コミュニケーションを図る努力と忍耐力が要求されるようになった。

かくして「京」の周辺には、コンピュータといえどもネットワーク経由ではできない仕事の現場が生まれている。この分野を超えた研究者の出会いの場から、遠からず新しい科学が生まれることを期待したい。



水田圃場 –モデル植物イネの栽培と遺伝学研究の場–

平野 博之 (生物科学専攻 教授)

「理学の現場が、水田？」本コラムのタイトルを目にした誰もが、最初にもつ疑問だと思ふ。これが、筆者が以前所属していた農学生命科学研究科における「農学の現場」であるなら、何の不思議もない。しかし、「理学」と「水田」とはいったい、どのような関係があるのだろうか？これを理解していただくために、まず、植物科学研究の現状を説明することからはじめたい。

植物に限らず生物科学分野では20数年前から、いくつかの特定の生物の研究環境(ゲノムワイドな研究を進めるための分子生物学的なツール)を整備し、その生物の生命現象を遺伝子・タンパク質のレベルから深く理解しようという研究が進められている。この特定の生物は、「モデル生物」とよばれており、動物では、マウス、ショウジョウバエ、センチュウなどが、伝統あるモデル生物である。植物では、ゲノムサイズが小さいこと、世代時間が短いこと、体が小さく実験室内で多数の個体を栽培できることなどから、真正双子葉類のシロイヌナズナ(*Arabidopsis thaliana*)が植物の代表的なモデル生物である。

さて、植物はひじょうに多様である。単子葉類は、真正双子葉類とは進化的に離れており、被子植物の中で大きなグループを形成する。この単子葉類のモデ

ル生物がイネ(*Oryza sativa*)であり、今回の「理学の現場」の主役である。ライフサイクルや大きさなどについてはシロイヌナズナのような利点はないが、ゲノムサイズが小さいこと、遺伝学的な解析に向いていること、形質転換を比較的容易に行えることなど、イネはモデル生物としての条件を備えており、ゲノムワイドの分子生物学的ツールなどその研究環境も徐々に整備されてきた。たとえば、2004年には、シロイヌナズナに次いで、植物では2番目に、全ゲノム配列の解読が完了している。このような研究環境整備と平行して、イネを対象にした生命現象の研究も進められ、発生・分化、ホルモン作用、環境応答などの分野で多くの基礎的知見が得られるようになり、一部では、シロイヌナズナをリードしている分野もある。このように、イネはモデル生物としての地位を確固たるものにし、植物科学の発展に貢献してきている。

遺伝学的な解析には多種類の突然変異系統とひじょうに多数の個体をあつかう必要があり、そのイネの栽培のために水田圃場が必要となる。私たちの研究室では、西東京市にある農学生命科学研究科附属生態調和農学機構の水田圃場を使わせていただいている。例年、

で植えていくことになる(写真)。私たちの小さな研究室では手が足りないため、田植えのときは、興味をもってくれる近隣の研究室の院生たちの協力を仰ぐこともある。夏になると、形質調査やサンプリングのため、炎天下での作業もあり、イネの研究には体力と忍耐力も必要とされる。秋には、次年度以降の解析に必要な量の種子を収穫するが、それ以外の多くの種子(お米)は最終的には廃棄される。この点は、農業のためのイネ栽培とはかなり異なっている。「理学」としては、水田圃場での作業は、実験室内での分子生物学的な研究を通して、論文という形で稔ることになる(当研究室の成果としては、理学部ニュース2010年9月号、2012年5月号「研究ニュース」を参照)。上述したことを除くと、除草や農薬散布など水田での作業は、すべて、生態調和農学機構の技術職員の皆さんが行ってくれている。彼らの日々の協力と農学生命科学研究科の懐の深さには、心から感謝している。

わたしたちのほかには、生態学研究室がイネを研究材料としているが、こちらでは、共同研究先の農水省の研究所で栽培をしているようである。もちろん、田植えや調査には、教員や院生たちが出向いて、水田圃場の現場での研究活動をしている。

私が理学部に赴任したときには、当専攻内でも「理学部でなぜイネの研究を？」という声が聞かれた。それから9年が過ぎ、「理学の現場」に「水田圃場」が指名されるようになった。基礎研究におけるイネの地位が認められるようになってきたことを実感しているが、この企画をたてていただいた、理学部ニュース編集委員会の柔軟さとユーモアにも、敬意と感謝の意を表したい。



田植え風景

12,000 ~ 15,000 個体のイネを栽培するが、その最大行事は田植えである。遺伝学的材料として多数の異なる系統をあつかうため、機械で植えるわけにはいかない。系統番号をつけたラベルにそって、1列12個体ずつ手