

CBI 学会人材育成シンポジウム：2004 年 8 月 18 日（化学会館）
「先端的学際領域の専門教育と仕事の機会」 Background Paper

次なる社会における働くことと学ぶこと

CBI 学会事務局担当理事 神沼 二眞
(広島大学量子生命科学プロジェクト研究センター)

はじめに

最近雇用が大きな問題になってきた。しかしこの問題は、世代や個人個人の事情によって大きく異なっている。すなわち、いわゆる若者、中高年、定年年齢に達した者、女性と男性、受けてきた教育や訓練、職種などによって大いに異なっている。以下では、CBI 学会の立場からこの問題を考察してみたい。CBI 学会の特徴は、先端的かつ学際的な科学技術分野を関心領域としているということ、これらの領域が新しい雇用を生みつつあること、あまり伝統に捉われず若手の研究者が大いに活躍していること、これまで産学官の交流を促進してきた実績があることなどである。これらの特徴を頭に置きながら、科学技術分野における人材育成と雇用というように、多少問題を一般化して今何をなすべきか、何ができるかに焦点を合わせて本日の討論の参考としたい。

新しい学際領域の認知と専門性および雇用

CBI 学会は自然科学、とくに化学や生物学と、情報計算技術すなわち IT (Information Technology) との学際領域における学術研究の推進、情報交換のための諸活動を行ってきた。自然科学の中でも物理学は昔から理論の役割が大きく、計算機とその文化は抵抗なく研究者に受け入れられた。しかし、化学や生物学においては必ずしもそうではなかった。しかし現在、Cheminformatics (あるいは Chemoinformatics) や Bioinformatics がようやく専門領域として認められ、大学院レベルの専門家養成課程が設置され、働き口も増えてきた。これは世界的な傾向である。だが、重要な分野であるにも関わらず、全体としてはこの分野の専門家の就職の機会はまだ少ない。このことは我が国の科学技術の競争力という観点から残念なことである。

一方で、この学際領域で専門家としてやっていくことにはいくつかの困難がつきまとう。その第 1 は「情報 Informatics と計算 Computer」は、科学技術のさまざまな分野における基盤要素になっているが、学問としての性格付けや体系化がなされていないことである。したがってこの分野の人材（専門家）をどう養成するかについては、まだ固まっていない。第 2 の困難は、こうした学問の基盤である情報技術 IT が猛烈に進歩していることである。このことは常に後から来る世代が有利であり、古い知識や経験は尊重されるどころか有害すらありうることを意味している。第 3 は、情報や計算学の応用分野である、例えば、生物学や Biotechnology も猛烈に進歩しており、仕事のスタイルが激しく変わっていることである。このことは Bioinformatics の専門家に期待されることも大きく変化し続けていくであろうことを意味している。さらに一般的な傾向として、多くの IT 関連技法は特別な専門家を必要としないように常にパッケージ化されてきていることが挙げられる。多くの実験装置の内部がブラックボックスであるように、実験家は難しい理論を理

解する必要なくソフトウェアのパッケージを道具として使ってことが済むようになってきている。そもそもコンピュータが普及してきた歴史もプログラミングからの開放と道具としての使いやすさの劇的な進歩にある。したがって、いつまで IT に関連した学際的な専門家が需要とされるかは、見えにくいところがある。

さらに、化学も生物学もその関連科学もまだ実験が主流であり、物理学における理論物理学者のように、理論や計算の専門家がある種の先導役を果たすことが難しい状況にある。このことは上記の学際領域における理論や計算の専門家の役割が、本質的に実験家へのサービスであることと表裏の関係にある。このことは、華やかなイメージに惹きつけられて参入してきた優秀な人材にある種の失望感をもたらす怖れがある。

Bioinformatics に代表されるように、上記のような学際領域における働き口が増えてきたようだ。この傾向は歓迎すべきものと考えている。しかし、そうした働き口を得た若手研究者たちや、現在すでにこの分野で活躍している専門家たちの将来を考えると、Career Path/Career Up に対する対策を早めに講じておく必要があるように思える。とくに重要なのは、継続的な学習の機会と新しい働く機会の創出である。人間にとって「学ぶことと働くこと」は分かち難く結びついている。とくに進歩と変化の激しいこうした学際領域においては、学習を継続し、職場あるいは職種を変えながら仕事をする能力を向上させていくことが求められている。したがって、こうした領域や分野における雇用の問題は、教育や学習の問題でもある。「働くことと学ぶこと」の問題は、実は CBI 学会の関心領域に固有の問題でない。次により一般的な視点でこの課題を考察してみたい。

いま起きつつある重要な変化と要因

私たちの世界は絶えず変化してとどまることがない。だが、何を変化と見るかは人ごとに違う。それにどう対処するかも人によって違う。しかし現在が日本にとって、明治維新あるいは昭和の敗戦時と同じぐらいの大きな変革期にあるという認識は広く受け入れられるようになった。世界的にも第 2 次世界大戦後の米ソの冷戦時代が終結し、東アジアの経済的な台頭、イスラム世界と欧米の対立、アフリカの混乱と惨状という新しい不安定な構造の時代に突入した。我々日本人はこの世界的な変化と我が国に固有な歴史的な変換とが相乗した社会に生きている。この社会の中で起きている変化のうち、「働くことと学ぶこと」に関することがらを考察してみたい。

現在の日本を形容する言葉は、「経済的な不況」である。現在この不況が回復しつつあるという観測が一部になされ、その根拠として主要な企業の業績の回復が挙げられている。しかしこの回復は、これまで企業では行われることのなかった大量の人員整理と労働の非正規従業員への大幅な移転に支えられているという指摘がある。ここでいう非正規従業員とは、いわゆる派遣社員、パートタイマー、アルバイトなどである。不況は、隅田川、大阪城公園、名古屋公園など大都市のホームレースの増加、中高年の自殺者の増加、初老の初犯犯罪者の増加からもうかがえる。この中には、過剰な借金に負われていた者、これまでまじめに働いてきたのに、定年後の生活が成り立たなくなった者が多数含まれている。(自殺率が最も高いのは沖縄であるが、ここでの原因も失業と借金だという。ただ、いわゆる内地から見ると暖かそうだからなんとかなるというイメージがあるためか、最近の沖縄には年間 2 - 3 万人が移住している。)

若者に関しても以下のような現象が問題とされている。

- ・ 中学から高校の履修を途中で断念する者の増加
- ・ いわゆる引きこもりの増大
- ・ 学校を出ても次の人生段階への行動をしない、つまり就職もしない、学校へも行かない、何かの研修や訓練も受けていない (Not in education、employment、or training) いわゆる NEET の増大
- ・ 短期的なアルバイトなど正規の就職でないフリーターの増大

こうした若者たちの将来を憂う声も少なくない。その一つは、彼らの生涯賃金が極端に少なくなるだろうという試算である。反対に正規の安定的な職についている者にとっては、デフレ時代は暮らしやすく、快適な生活を楽しんでいるとも言われる。ここにおいて「安定的な働く機会に恵まれ、経済的にもゆとりのある」デフレ時代の勝ち組と、「不安定な雇用、不十分な年金」状態で生活に余裕のない階層という二極化が確実に進んでいるように見える。それにも関わらず、これまで、安定的なエリート職場と見られていたいわゆる一流会社や高級公務員に就職しながら、そうしたポストをあっさり離れる者も増えていると聞く。働く形態が多様化しただけでなく、働くことの価値観も多様化してきたといえよう。

高度成長期の日本を支えた世代は、子供が多かった世代である。だから、土地や家を親から与えられることは期待できず、自分の稼ぎで入手しなければならなかった。そのためのコストは生涯賃金の数分の1に近かった。子供が少なくなれば、親の土地や家などを相続できる確率は高くなる。あくせく自分で稼ぐ必要はない。恵まれた子供の世代は生涯賃金の低さを気に掛けなくてもよいのかもしれない。家族のための食い扶持と住居を確保するという戦後の高度成長を支えた働く者の主要な動機づけはすでに消失してしまった。それに変わる価値観はまだ形成されていない。若者の抱える問題は、こうした価値観の変化と関係しているのではないか。

仕事を担う者と形態の変化

多様化は仕事の内容に関しても進行している。これまでの労働者の典型的な区分は、工場のブルーカラーと事務系のホワイトカラーであった。現在の多くの仕事は、情報と知識を基盤としているため、「知識労働者」が急激に増加している。さらに、多くの仕事が階層的な命令系統から、よりダイナミックな協力と自主的な判断が求められるものに変化してきている。仕事の担い手も正規の雇用者、臨時の雇用者、派遣者などと多様化している。ある種の仕事だけが外部に委託されることもある。アウトソーシングと呼ばれるこうした業務形態は増大しつつある。こうした派遣と代行ビジネスは世界的にも伸びているという。

こうした派遣と代行は、従来の公的な組織にももっと受け入れられるようになるだろう。例えば、独立行政法人の事務を含めた支援部門などは、すべてアウトソーシングできるだろう。日本の社会は右に倣えの風潮がある。大学や研究機関などの独立法人化のそもそもの動機は、公務員の（見かけの）数の削減にあった。だからどこかがこうしたアウトソーシングを始めたら、流れは一気に加速するかもしれない。そうなれば、学生の就職に関する部門を代行するビジネスも誕生しよう。

確実に起きるさらなる変化

このような変化は時代が大きく転換していることを示す、いくつかの兆候に過ぎない。変化はさらに続く。もっとも確実に予測できるのは人口構造の推移である。これと疾病構造の変化を調べてみるとよい。後者に関しては、倉科周介博士が東京都臨床医学総合研究所代に始めた世代年代別の疾病構造の推移に関するデータ（疾病動向予測システム SAGE）が役立つ。すでによく知られているように、我が国の平均寿命（余命）は男女とも世界一であり、約80歳である。働いている期間の約半分を働かないで暮らすことになる。こうしたことはこの半世紀の間に起きた変化である。つまり、今から約20年前の1980年代の中頃で見れば、過去50年の間に平均寿命は30年伸びていたのである。現在の出生率の低下を考慮すれば、人口構造の変化は、確実に予測でき、このことから、

- ・ 従来型の教育需要の減少
- ・ 従来型の医療需要の減少

が結論できる。

教育の需要は、従来の教えることよりは、自発的に学ぶことの支援に新しい機会が存在する。また、医療は、寝たきりを含めた単なる延命でなく、働く期間を長くし、快適な老後を過ごすための支援への要請に応えることが求められるようになるだろう。

働き手の構造変化は国の経済活動にも大きな変化をもたらす。我が国を戦後の荒廃から立ち直らせ、21世紀は日本の時代になるという予定調和説が流れた1980年代の活気はいまや失われた。世界に溢れる Made in China 製品、半導体に象徴される先端技術に関する台湾や韓国企業の躍進、小さいながら頭脳立国により、アジアにおける物流と情報のハブをめざすシンガポールなど、アジア各国の経済的な地盤と国際競争力の強化は確実に進んでいる。日本の競争相手は、米国と統合が進む欧州だけでなく、近隣のアジア各国にもなってきた。我が国が受け入れる労働力も工場労働やいわゆる Dirty Job だけでなく、介護や看護のような根気がある仕事にも広がるだろう。こうした変化には悪いことだけでなく、よい機会を提供してくれる可能性もある。変化をチャンスに変える柔軟性を備えていれば、こうした変化は大きな好機の到来だとも言えよう。

これから起きるかもしれない変化

経済競争が地球規模で行われている現在においては、ある1つの国の特異な事象がもしその国に国際競争力を弱めるように作用している（あるいはそう見える）とすれば、そうした特異事象は遅かれ早かれ改められるようになるだろう。こうした視点から、教育と雇用に関係した我が国の制度や慣習のうち、近い将来改められるだろうと思われる事象を列挙してみよう。

- ・ 期待する仕事を定めずに大学の新規卒業生を大量に採用する習慣は、企業がそうしたコスト負担に耐えられなくなっているため、早晩無くなるだろう。仕事の内容を明確に定めた中途採用が常態になるだろう。
- ・ 米国などに較べると大学院の博士課程の卒業生が少ない。海外からの優秀な人材の応募を含め、これを大增員する必要がある。このためには、奨学金やパートタイムによる収入確保の道を増やす必要がある。また、大学院生の学部学生の授業のような Teaching Assistantship から、図書館や研究室の事務仕事までも含め、キャンパス内に学生のパートタイムの仕事を増やす

べきである。また、成績と学業を継続する支援とをリンクより直接的にリンクする。

- 米国に比較すると我が国の博士号取得者のうち、民間企業で働く者は少ない。これからは民間企業、行政機関、科学ライター、NGO など多様な組織で働く博士号取得者が増えるだろう。
- 我が国の大学院教育は、狭い専門性を迫することに偏っている。これからは、研究にはもとより、それ以外の仕事をする場合においても自らの判断で行動できる「大人の専門家」の養成をめざさねばならなくなる。
- 我が国における教育研究の場における雇用に関する競争の原理は、今のところ Postdocs のような若手の層だけに適用されている。このことがいずれ問題になるだろうことは、彼らが年をとることを考えれば明らかなことである。雇用における流動性は関係するすべての人の集団に一斉に適用しなければどこかで皺寄せが起きる。Postdocs の雇用問題は、焦眉の急になりつつある。
- 海外からの質の高い留学生の受け入れ、外国籍の研究者の定住の可能性が拡大されるだろう。
- 現在固定的な中高年の雇用がより流動化する。それも、同じ職種であるが、働く組織が変わるといような変わり方ではなく、仕事自身が大きく変わるような挑戦型の転職が増える。
- 子育てのために仕事の継続を断念した女性の再就職への可能性と選択肢を増やすべきである。それもいきなりフルで働くというだけでなくステップアップしていく選択肢が増えるだろう。
- 現在のように、組織が定めた年齢で一律に仕事をやめる定年退職制度は、いずれ改まるだろう。研究職の場合、その専門性を生かした仕事の可能性を広げる必要がある。

変化にどう適応するか

変化がどのようなものであれ、一般に若者は年配者より柔軟に対応できる。次の時代は、学ぶ機会も働く機会もそれらの内容も多様化する。とくに教わることで学ぶための機会が増大する。もっとも大切なのは、人生の早い時期に、自ら学ぶ習慣をつけることである。膨大な情報と知識が開放されているインターネットを適切に利用すれば、かなりな程度自分で学ぶことができる。

ただ、若者は人のネットワークに関しては年配者のような蓄積がない。研究者の世界では、いわゆる世間的に知られたボスの下で仕事をするのが、絶対に有利である。ただし研究者の人格と業績には相関がない。ある種の業績は「一将成って万骨枯る」の結果かもしれない。こうしたことは外からはよくわからない。そもそも研究室が何をやっているかは、看板（研究室の名称など）からは分からないことが多い。応募者と応募する者との情報交換は、一過性のものではなく蓄積的なものであることが望ましい。CBI 学会はこうした情報交換のためのネットワーク構築をめざしている。

職がないという問題をよく見ると、単純に仕事の口が足りないというだけでなく、求人をしていのにそれに見合う人材がないということも少なくない。求人と求職のミスマッチである。一般に、仕事のフロンティアは、新しい領域にある。「自分にあった職業を探す」というより、「新しい可能性に自分を適応させる」必要もあろう。これからは、そうした適応が人生の多くの段階で求められる時代に入っているのかもしれない。そうであるとすれば、そうした適応のための教育や訓練のプログラムが常に開発されねばならないが、それと同時に、大学や大学院の教育においても、「新しい状況に適応できるように、「常に自分で学習していける能力」を身につけさせる

教育」が重要になってくるのではないだろうか。

CBI 学会の強み

何が、先端的な科学技術であるかについては、意見が分かれるだろう。現在は Nanotechnology、Biotechnology、Information Technology (IT) が注目されている。「分子からデザインする」、「コンピュータを駆使して生体への影響をしらべる」という設立趣意書に書かれている CBI 学会の精神は、これらのいずれの学術領域にも関係している。この意味で、会の設立精神はまったく古くなっていない。むしろ時代がやっと CBI 学会の目指してきたことに気がつきだしたという感じがする。では、次なる先端技術は何だろうか。米国では、Nanotechnology、Biotechnology、Information Technology (IT) に認知科学 Cognitive Science を加えた国家計画の可能性がすでに議論されている。これまで CBI 学会は、Chemical Computing and Informatics、Biological Computing and Informatics に焦点を合わせてきた。しかし、次なる時代は基礎分野としては、これに Physics を加えた、Information and Computing in Physics のような方向に発展していくだろう。一方、応用という意味からは、医学特に臨床医学や食品、農業、環境問題などとの関連を模索すべきではないだろうか。いずれにしても進取の気性に富み、時代を先取りし、学際的であるというのが、CBI 学会の特徴である。

学際的な人のネットワーク

CBI 学会のこのような特徴は、学ぶ機会と働く機会を提供することに関しても、他の学会にない強みを発揮できるだろう。そうした強みの第一は、幅広い分野を越えた人のネットワークの構築である。新しい分野を勉強したい時や、新しい分野に参入したい時、または新しい分野に働く機会を見つきたい時、自分の現在の専攻分野を踏み台にして機会を模索するのが効率的であろう。異なる関心領域を包括し、文字通り産官学の異なる分野の専門家からなる人のネットワークを有する CBI 学会は、これまでも異なる分野の方々の多くの出会いの機会を提供していた。これからは、こうした人のネットワークの構築や、学ぶことと働くことの機会を創出することにより大きな努力を払うべきではないかと考えている。

こうしたネットワークを海外に広げ、国内の学部卒業生の海外の大学院への正規の応募、大学院生の短期的な交換留学、Postdocs の相互交流などは、特別な財務的な支援がなくとも可能である。もちろん、こうしたネットワークの構築やそれを利用した交流プログラムを支援する資金が確保できればなおよい。

知識基盤の整備

CBI 学会の第 2 の強みは、Cheminformatics/Bioinformatics に関係した関心領域の知識基盤である。この強みを活用して、これらの関心領域を学ぶための教科書を作成することも有意義であろう。このことは CBI 学会の長年の懸案事項であるが、実際にそのような教科書の作成はそう容易ではない。その主な理由は、実践的な役立つ手法や事例を並べただけでは学問としての深みと体系に欠けること、また、多くの著者に執筆を分担してもらわねばならないからである。それらは、数学や物理や化学や生物学のような自然科学の教科書と同じようなイメージの教科書というより、実技的な Manual のような本になるだろう。こうした本の価値は数年、否早ければ半年もすれば半減してしまう怖れがある。もちろんそうした Manual 本に価値がないわけではない。ただ執筆者へ

の負担と経費を考えると、二の足が踏まれるのである。

すでに述べたように、「流行を追った直ぐに役立つ本は、直ぐに役立たなくなる」という問題は教科書だけでなく人にもあてはまる可能性がある。現在の Cheminformatics/Bioinformatics における情報と計算技法 Informatics and Computing は、Chemistry や Biology に特有のものではない。この意味では、1970-80年代の医療情報学 Medical Informatics とは異なる。なぜなら、当時の医療情報学においては、米国の医学人工知能学派や私たちの専門医の判断能力を組み込んだ心臓病の鑑別診断システムのように、後に人工知能や知識工学、エキスパートシステムなどとして、コンピュータの開発や応用研究に大きなインパクトを与えた普遍的な方法論が生まれた。しかし現在の Cheminformatics/Bioinformatics からは、まだそうした普遍的な技法は生まれていない。Informatics and Computing 研究という視点で見た場合、これでは自立した学問領域ではなく、サービスの学ということになる。

サービスの学は、サービスがされる化学や生物学の興味の変遷に依存、追随していかねばならない。すなわち、そこに学問としての主体性はないことになる。このことは、現在この分野で仕事をしている若い研究者の将来を占う上で非常に重要な要素であり、これらの働き手を生み出す養成講座を考える上で極めて重要な要素となる。彼らの将来を考えるなら、単に現在流行の役に立つ技法を教えるだけでなく、化学、生物学あるいは情報計算学などの歴史と基礎を教え、自分の仕事領域が変遷していく中で、主体的な対処ができるように「自ら考えられる」素養も身に付けさせなければならない。実は Bioinformatics には、独自の重要な課題がある。それは、「生命は、プログラムを内蔵した情報機械である」という分子生物学が明らかにした基本事実と関係している。すなわち、「生命とコンピュータの相違と相似」を明らかにすることこそ、サービスの学問でない Bioinformatics の究極の目的である。Cheminformatics/Bioinformatics に関して、実用的な知識を教えられる組織は、内外にすでに多数存在している。しかし、流行の中にあって流行に流されず、上記のような不易の課題を含んだ研究や教育について考えられるのは、CBI 学会のような組織だけであろう。一般論としては、学際領域における教育こそ、即席的な役に立つ教育だけに陥ることを意識的に避ける必要がある。

独立性を高める教育

我が国の高等教育（大学の学部と大学院）に共通して欠けているのが、書かれた文書を分析する力と自らの考えを整理して論述をする訓練であろう。大量の文書を読んで要点を把握したり、学期ごとの小論文 Term Paper や Report を書く訓練である。こうした機会が無いわけではないのだろうか、組織的な訓練される機会はないようである。実社会に出た時、あるいは他の分野に出ていかざるをえなくなった時、頼りになるのは、こうした基礎的な能力である。こうした情報収集と書くことに関する訓練の中で、英語と図書館、コンピュータ、インターネットを使いこなせるようにすれば一石二鳥であろう。基礎教育というのは「読み、書き、ソロバン」と昔から言われていたが、上記の項目はその現代版にあたる。なお、英語に関する訓練はとりわけ重要であるが、英語に関しては、教育や訓練だけでなく使う環境をつくるのが伴う必要がある。

最近、起業をめざす技術系の卒業生のために、Management を教えようという Management of Technology (MO)講座の設置が盛んであるが、こうした個別知識の習得は実はそう難しいことではない。Business School と同じで MOT の真髄は、優秀なクラスメートと顔見知りになれるところに

ある。この意味では、「司法試験に受かる」というような単純明快な目標を掲げた法科大学院と違って Business School や MOT の授業は、実は二次的な意味しかもたないように思われる。

ベンチャー企業の人材

優秀な人材確保がもっとも渴望されるのは、Start Up Company、我が国でいうベンチャー企業であろう。ベンチャー企業には資金と時間の余裕がない。社員の教育に時間を取られていたらあっという間に経営は傾いてしまうだろう。しかし、人材が集めにくいのもこうしたベンチャー企業であろう。不動産業界でいう千三つではないが、ベンチャーの成功率も寄せられる投資要請企画書の数からすれば、千に3つぐらいと言ってもよいだろう。

大学の教官や独立行政法人である研究機関の研究者も、会社を設立する例が増えている。そこまで行かなくとも、これまでの研究成果を世に出したり、研究のための人材を確保したりするために、会社を起こすか企業と関係できないか思案しておられる研究者は少なくないようだ。こうした問題は、個々に取り組むより、産官学の人的なネットワークのある CBI 学会として組織的に取り組む方がうまくゆくであろう。

CBI 学会の活動目標

学会の当面の具体的な活動目標は、

- CBI 学会の関心領域、すなわち Cheminformatics/Bioinformatics が学べる講座の案内
- CBI 学会の関心領域が独習できる Web-based な講座の開発と整備
- 知識労働者の能力向上のための情報提供および Tutorial
- 求人および求職に関する情報提供
- 会員および非会員を含む人のネットワークの構築

であると想定している。世界的に言えば、科学界の権威ある雑誌である Nature は、Naturejobs という欄を設けて雇用状況や学ぶ機会の紹介をしており、また Science は、Career Development Center for Postdocs and Junior Faculty によって、研究費の獲得や研究室の運営のノウハウなど実用的な能力向上のための情報を提供している。こうした情報提供には人手とコストがかかり、CBI 学会のような小さな組織のできることはないが、CBI 学会は CBI 学会なりに、よりニッチ Niche な分野における有用な情報提供とネットワーク構築をめざしている。巻末付録にその概要を紹介する。

新しい分野と雇用の機会の確保

現在 CBI 学会では2つの研究会を立ち上げようとしている。生体分子を扱える大規模精密な計算を実現し、Drug Design に本当に役立つことをめざした計算化学研究会と、Pathway/Network to Disease をめざした知識を扱うためのプロジェクトである。その最初の目標は核内受容体と生活習慣病 (Nuclear Receptor Syndrome X 計画) である。前者の場合、基盤となる方法論と人材はすでに十分育っている。しかしながら、後者に関しては研究推進のエンジン役となる若手研究者がいない。さらに、我が国の場合、そうした専門家が仮にいたとしても現在の仕組みでは、おそらく彼らが次の仕事の口を見つけるのは困難であろうと予想される。優れた仕事をしてくれた若手を昇進させるポジションがない、というのは、私の研究生活で感じた最もつらい経験だった。Bioinformatics などへの関心が高まり、実験家とならんで理論家が責任者を勤める研究室も生物医

学系の研究組織に生まれてきた。これはうれしい現象であるが、十分であるとはとてもいえない。新しい分野の研究 Power を担う若手の育成を考えるならば、彼らの次の就職先を考えねばならないというのが、私の新しい認識である。この「夏の探索シリーズ」を人材と雇用の問題、新しい Bioinformatics 分野への Tutorial、実際に重要となっている話題と 3 部で構成したのも、そうした問題意識があったからである。

眼をさらに先に向けてみよう。CBI 学会に隣接する学問分野はこれからどう発展し、それに伴って雇用の機会はどのように変化するだろうか。紙数の関係で議論の根拠は諸略し、結論だけを述べてみよう。

(1) 情報学のフロンティア

情報学の流れを見れば、基盤的な方法論は、1960-1970年代に整備され、それ以後は応用の時代になっている。ここから、医療情報、化学情報(情報化学)、Bioinformatics が生まれた。技法的に言えば次のフロンティアは、「知識」を扱う技法の研究であろう。

(2) 情報計算学と自然科学のフロンティア

Cheminformatic/Bioinformatics があるのに、なぜ Physico-informatics がないのだろうか。Physics には Informatics の方法論に頼るような応用分野がないからだろうか？超伝導物質の探索や合金のデザインには、Informatics の探索の方法論が使えるだろう。また、情報物理学と称する分野も台頭している。ただ、これは情報の物理学ではなく、統計力学におけるスピングラスのような、ある種の多体系に関する計算技法が複雑な計算を必要とする (NP 完全) 問題などに役立つという意味である。情報計算と物理学の関係において、むしろ注目すべきは Quantum Information、Quantum Computing と呼ばれる分野である。

(3) 医療と健康に関する Informatics のフロンティア

現在 CBI 学会は、臨床系の学会や医療サービスに関する医療情報学との関係を深めようとしている。これはかつて (20 年ほど前まで) 私自身が仕事をしてきた分野である。当時あまり理解されなかった Biostatistics や Medical/Clinical Data Analysis の重要性や跳梁手段の評価を客観的に行う方法論の開発 (Evidenced Based Medicine)、最適治療などの概念もようやく理解され始めた。「20 年遅かった」というのが、率直な感想であるが、こうした分野に情報計算の専門家がリクルートされるようになるだろう。こうした専門家は、Clinical Informatics、Health Informatics、Neutri-informatics の専門家を称するようになるかもしれない。(私たちの定義では、Bio Statistics や Medical Statistics も Informatics の一部である。)

こうした新しい領域が発展することで新しい専門家教育と雇用の機会が生まれよう。Informatics の応用分野における参入障壁は低い。例えば物理学や理論化学を専攻していた情報学に転じた者は少なくない。しかし、その逆の例はほとんどないと思われる。現在の Cheminformatic/Bioinformatics の専門家の中から、将来 Clinical Informatics、Health Informatics、Neutri-informatics に進む者がでてくるかもしれない。こうした転進は本来容易でなければならない。学問の発展は異質な専門家の交流から生まれることが多いからだ。こうした新しい職の創出とそれへの転出を促進し、支える

のが継続教育である。

一般論で言えば、とくに先端的な科学技術においては、「働くことと学ぶこと」はもっと一体として捉えられ、対処されなければならないと考える。このシリーズがこうした問題を考える一助になれば幸いである。(本件に関するご意見は、kaminuma@cbi.or.jpにお寄せください。)

参考文献

- (1) この小論の日本の科学技術に関する筆者の認識は、紀伊国屋書店刊行の拙著、「ハイテクと日本の未来」、1992年、および「第三の開国—インターネットの衝撃」、1994年、を継承している。最近の雇用の一般的な問題に関しては、
 - ・ 玄田有史、ジョブ・クリエイション、日本経済新聞、2004年また、科学技術分野の人材育成に関しては、文部科学省の科学技術政策研究所 (<http://www.nistep.go.jp/index-j.html>) の刊行している政策研ニュースに参考となる報告書がいくつか紹介されている。これらの文書はウェブから入手できる。例えば、
 - ・ 博士号取得者の就業構造に関する日米比較の試み、(No. 186, 2004年5月)
 - ・ 国際級研究人材の養成・確保のための環境・方策、(No. 185, 2004年3月)また、最近(04年)の「化学」の7、8月号には、安田修祥(のぶよし)氏によるメルクの研究所の採用方法や、我が国の大学院教育への提言がある。
- (2) 次の本は、理科系大学、大学院の学力問題を論じている。
 - ・ 岡部恒治、戸瀬信之、西村和雄；算数ができない大学生、東洋経済新報社、2001年
- (3) 東京図書編集部；理工学系のための大学院の歩き方(第3版)、1999年
- (4) 次の本は、博士号取得者を含む、理工系の学生の就職問題を扱っている。米国の報告文書の訳である。
 - ・ NAF 他編/小川正賢訳；理工学生のためのキャリアガイド、化学同人、2002年
(NSF, NAE, IM; Carriers in Science and Engineering, 1996)
- (5) 疾病動向予測システム SAGE については、
 - ・ <http://www.tokyo-eiken.go.jp/SAGE/sage-j.html>
- (6) 米国は、Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology、さらに Cognitive Science を統合した国家プロジェクトを考えている。以下はその報告書であり、全文インターネットで入手できる。
 - ・ M.C. Roco and W.S. Bainbridge, Converging Technologies for Improving Human Performance Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology, and Cognitive Science, NSF/DOC-sponsored Report :
(wtcc.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC_report.pdf)
- (7) 生命科学とコンピュータ研究の深いつながりに関しては、以下を参照されたい。
 - ・ 神沼二眞、中野達也；生命科学とインターネット、オーム社、1997年
- (8) 我が国においてバイオ統計学の優れた人材養成をめざしているのは、久留米大学医学研究科である。これについては例えば、以下を参照されたい。
 - ・ <http://www.med.kurume-u.ac.jp/med/gmed/bio/lesson.html>

付録：人材養成やキャリアアップ支援に関連した CBI 学会のサイトについて

作成協力 小宮山直美 (CBI 学会事務局)

はじめに

CBI 学会キャリアアップ支援サイトは、本文にあるような理念、目的意識をもって現在 CBI 事務局のスタッフが作成している。まだ十分な時間がとれず、内容はリンク集のようなものであるが、本文と関係した部分を中心に以下簡単に紹介する。

CBI 学会のトップページ (<http://www.cbi.or.jp/>)

学会のトップページには、

- (1) 学会活動のお知らせ
- (2) 創薬に関する総合 Portal サイトとしての情報提供
- (3) キャリアアップ支援、求人求職
- (4) CBI 学会の基盤となる科学技術へのガイド
- (5) より一般的な学術情報検索

への入り口となっている。

このうち、直接人材養成、教育に関係しているのは、キャリアアップ支援サイト、求人求職であるが、「CBI 学会の基盤となる科学技術」には、Nanotechnology、Biotechnology、IT に関する一般的な案内情報がある。また、「情報を探す」には、さまざまな検索エンジンの利用案内の他、科学技術に関するマスメディアや専門誌への案内がある。例えば、マスメディア・サイトの中のお奨めは、「Science Friday」である。我が国では、午前 4 時－6 時に米国の軍関係者向け放送にダイアルを合わせると、本国からの NPR (National Public Radio) を流しているのを聞くことができる。この時間にはとくに内外のニュースが流れるが、毎土曜日には、Science Friday という番組となる。この番組は、科学技術の新しい話題やその社会的な意義が、専門家の解説と聞いている者からの質問とそれへの回答という形式で、語られる。英語の勉強になるだけでなく、科学技術の新しい話題についても知ることができる。この放送はインターネットでも聞くことができる。米軍の放送が聴ける地域は限られているので、直接インターネットからアクセスした方がよいだろう。

かつての、中央公論社の「自然」や岩波の「科学」のような、専門家と理工系の学生をつなぐような自然科学系の雑誌は我が国では姿を消してしまった。この意味では Scientific American、New Scientist 誌をウェブサイトから読むことを薦めたい。

CBI Digital T&L (http://www.cbi.or.jp/cbi/DigitalTL/degitatTL_index.html)

この頁は CBI 学会の関心領域の概要を独習できるようにしたリンク集である。今日では CBI 学会の関心領域である計算化学と Bioinformatics、およびそれらの関連分野の入門的な内容はすべてインターネットでアクセスできるサイトに置かれたコンテンツで学ぶことができる。それゆえこの頁を CBI Digital Teaching & Learning Materials と名付けた。このリンクではできるだけ参考文献 (コンテンツ) に直接アクセスできるようにしてある。もともと、この頁は 2002 年の 11 月末、作成者 (神沼) がベトナムの国立物理学研究所の求めで行った Chem-Bio Informatics を紹介する集中講義の参考資料として、湯川真澄、小宮山直美氏の協力の下に、作成したものである。

すでにリンクが切れているものもあり、より適切な新しいサイトが存在するため、大幅な改定を考えているがまだ実現していない。

DigitalTL Materials http://www.cbi.or.jp/cbi/DigitalTL/degitalTL_index.html



キャリアアップに役立つ講座(計算化学と Bioinformatics を学べる研究室、講座など)

この頁は、Cheminformatics や Bioinformatics で修士あるいは博士を授与している教育機関や講義に関する情報を提供することをめざしている。我が国にもこうした教程や研修の機会は増えているが、他の専攻の一部あるいは他の専攻の傘の下に行われる教育課程としてではなく、正式な学位を授与する独立した大学院課程としての Cheminformatics や Bioinformatics 専攻課程は、欧米に比較すると少ないように思える。学位の取得を目的としない学習や研修の機会は少なくない。また、第1世代の Cheminformatician や Bioinformatician は、すべて Chemistry、Biology、あるいは他の分野からの転向者であることを考えれば、自己学習やOJT(On the job training)、あるいは短期の研修などさまざまな機会を通じての学習により、専門性を身に着けることは可能である。とくに配列解析が主流だったこれまでの Bioinformatics への参入障壁は、Cheminformatics へのそれに較べて低かったと言える。そこでこの頁には、教育を第1の使命としていなくとも、結果として Cheminformatics や Bioinformatics の専門家を育成している研究室や講習会なども紹介することをめざしている。

新しい、しかも発展途上の分野であるだけ、Cheminformatics および Bioinformatics としてどれだけの知識と技能を身につけていけばよいかは、まだはっきりとはしていない。このサイトの閲覧者からのご意見、ご質問を歓迎する。

キャリアアップに役立つ講座(http://www.cbi.or.jp/cbi/career_up/lecture.html)

- Next Wave's Best of 2003 (Science)

<http://nextwave.sciencemag.org/cgi/content/full/2004/01/08/7>

- JBIC (社団法人バイオ産業情報化コンソーシアム <http://www.jbic.or.jp/>)

- 日経バイオビジネス <http://biobiz.nikkeibp.co.jp/biobiz/>

- JST (独立行政法人科学技術振興機構) <http://www.jst.go.jp/>

- Nature <http://www.nature.com/>

- 2004年4月15日号リソースガイド

<http://www.nature.com/cgi-taf/DynaPage.taf?file=/nature/journal/v427/n6971/index.html#natjob>

- 広島大学 : NaBiT ナノテク・バイオ・IT 融合教育プログラム
<http://minerva.chem.sci.hiroshima-u.ac.jp/NaBiT/NaBiTj.html>
- Nucleic Acid Research
Volume 32, Database Issue, January 1, 2004
<http://nar.oupjournals.org/content/vol32/issue90001/index.shtml>
- Science Magazine
The Academic Scientists' Toolkit
<http://nextwave.sciencemag.org/feature/cdctoolkit.shtml>

Chem(o)informatics

- Chemoinformatics (text book)
<http://www.wiley-vch.de/publish/en/books/bySubjectCH00/ISBN3-527-30681-1/description/?sID=29665384620c8a9f5205db8009aa6013>
- Cheminformatics/Chemoinformatics glossary
<http://www.wiley-vch.de/publish/en/books/bySubjectCH00/ISBN3-527-30681-1/description/?sID=29665384620c8a9f5205db8009aa6013>
- Chemical Informatics at Indiana University
http://www.indiana.edu/~cheminfo/informatics/cinform_whatish.html
- Chemoinformatics at the University Sheffield
http://www.shef.ac.uk/uni/academic/I-M/is/courses/pg_mscci.html
- Chemoinformatics at UMIST(University of Manchester)
<http://www.umist.ac.uk/departments/chemistry/postgraduate/taught/MScCheminf.htm>
- Chemoinformatics certification at the National Bioinformatics Institute
<http://www.bioinfoinstitute.com/chemoinfo.htm>

Bioinformatics

- 東京大学 <http://www.u-tokyo.ac.jp/jpn/index-j.html>
- 京都大学 <http://www.kyoto-u.ac.jp/>
- 東京大学医科学研究所ヒトゲノム解析センター
<http://www.hgc.ims.u-tokyo.ac.jp/japanese/>
- M.Sc. in Drug Discovery Skill(Kings College London)
<http://www.hgc.ims.u-tokyo.ac.jp/japanese/>
- Text Books
 - Cynthia Gibas and Per Jambeck, Developing Bioinformatics Computer Skills, O'Reilly, 2001
 - D.M.Mount, Bioinformatics, Cold Spring Harbor Laboratory Press, NY, 2001
 - Bioinformatics Resource Guide
http://www.cbi.or.jp/cbi/DigitalTL/Bioinfo_RelatedSite/Bioinfo_Related_Site.html
- Where can you study bioinformatics ? <http://www.nature.com/ng/authors/>
 - Universities http://www.cbi.or.jp/cbi/DigitalTL/Bioinfo_Universities.html
 - Bioinformatics courses worldwide <http://www.nslj-genetics.org/bioinfotraining/>

キャリアアップに役立つ講座 http://www.cbi.or.jp/cbi/career_up/lecture.html

The screenshot shows the CBI website header with the logo and navigation links. The main content is titled "キャリアアップに役立つ講座" (Career Development Lectures) and is divided into two sections: "Chemoinformatics" and "Bioinformatics".

- Chemoinformatics**
 - Next Wave's Best of 2003 (Science)
 - Chemoinformatics (text book)
 - Chemoinformatics/Chemoinformatics glossary
 - Chemical Informatics at Indiana University
 - Chemoinformatics at the University Sheffield
 - Chemoinformatics at UMIST(University of Manchester)
 - Chemoinformatics certification at the National Bioinformatics Institute
- Bioinformatics**
 - 東京大学
 - 京都大学
 - 東京大学医科学研究所ヒゲノム解析センター
 - M.Sc. in Drug Discovery Skill(Kings College London)
 - Text Books
 - Cynthia Gibas and Per Jambeck, Developing Bioinformatics Computer Skills,O'Reilly, 2001
 - D.M.Mount, Bioinformatics, Cold Spring Harbor Laboratory Press,NY2001
 - Bioinformatics Resource Guide
 - Websites
 - Where can you study bioinformatics ?
 - Universities
 - Bioinformatics courses worldwide

求人求職

我が国の雇用事情は、さまざまな要因が重なり合って大きく変化している。研究開発分野においては、大学や国立研究機関の独立法人化がこの変化にさらに相乗している。この結果、研究開発分野の労働市場の流動化が急速に進んでいる。教育機関や独立行政法人における若手の研究者のポストは期限付きとなった。かつて安定していた民間企業の研究所も絶え間ない構造再編の波に洗われ、ポストの削減と新規採用とが激しくせめぎあうようになり、研究者の中途採用の機会が増している。こうした動きは、いわゆる外資系企業においてはとくに激しい。さらに、法律の改正により人材派遣が可能な職種が増えてきた。職の流動性が増しているということは、求人求職の機会が増してきたことを意味する。CBI学会の関係する職種もこの例外ではない。

CBIのような学際領域の研究者の養成にはとくに時間が掛かる。CBI学会の関心領域の専門家への求人は増えているものの、需要を満たすことは困難になっている。一方で、これらの専門家の多くは期限付きや、不安定な一時雇用で働いている。そこでCBI学会は、会員の中の求職者と、雇用組織である法人の便宜を計るために、両者の出会いの機会提供するこのサイトを構築することとした。CBI学会としては、時代の変化に対応するための一種の実験であると考えている。実験であるゆえに、会員および非会員を含め、さまざまな方が、ご意見、ご質問を気楽にお寄せくださることを歓迎する。

求人求職のページ <http://www.cbi.or.jp/cbi/kyujin/kyujin.html>

The screenshot shows the CBI website page for job openings and recruitment. The header is the same as the previous screenshot. The main content is titled "求人求職情報" (Job Openings and Recruitment Information) and includes a section for "求人/求職" (Job Openings/Recruitment) with a list of current openings.

求人/求職 NEW! (4/15更新)

| 求人 | | |
|-----|--------------------------|-------------------|
| ◆J3 | バイオフィーマティクス / 研究員(ポストドク) | 非常勤 NEW! (4/15更新) |
| ◆J4 | バイオフィーマティクス / テクニカルスタッフ | 非常勤 NEW! (4/15更新) |

求職

◆例: SAMPLE.R1 工学系・情報工学 / 常勤

*詳しい求職者情報をご覧になりたいCBI学会会員の方は、CBI事務局までご連絡ください。