

「工学とバイオ」

渡邊 正 (東京大学生産技術研究所 教授)

渡邊でございます。このメインタイトル、別な折に使ったものをそのまま持ってきたもので、今回の中身とは少しはずれますが、要はバイオと工学の融合だと思っただけじゃいけないです。

昔はさておき、最近では工学系の人間がバイオ関係のことをやっているというのは決して珍しいことではありません。工学系というか、産業界でも一時は鉄鋼屋さんがバイオをやっているという時代もありました。けれども冒頭に浦室長が申しましたように、うちは100人ちょっとというサイズで、工学のほとんどの分野の人間が常に交流するような雰囲気というか、物理的な雰囲気もあるため、工学部の某研究室で何かバイオのことをやっているという雰囲気とは一味違うことができつつあるのではないかという気がしております、そのへんをご紹介したいと思います。ただ、時間も押しているようなので、できれば20分以内ぐらいにやめさせていただこうかと思います。

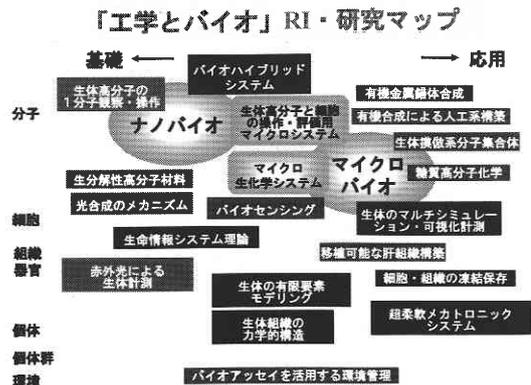
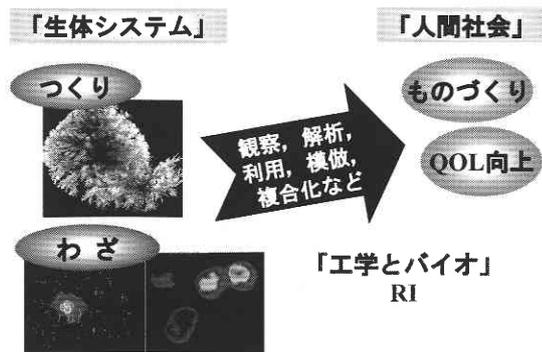
ここにあっさり書いたのですが、生き物というのは30何億年の歴史を持っていて、いろんな意味でリファインの極地にあるという気がします。1つはつくりであります。これはたしか肝臓の血管系の実物ですし、ここには「わざ」と書きました。たぶん何かの酵素でしようが、「わざ」の典型をいえば、例えば細胞というのがあります。これは基本単位なんですけど、基本的には1ミリの100分の1ぐらいのサイズの空間中の水溶液の中で常時何百種類、何千種類という化学反応が混戦せずに時間空間的にきちっと進んでいる。そういうすごいものが生き物というものなんですけど、それを、ひとつはものづくりというか、とにかく役に立つ

何かものをつくりたい。ものというのは物質とか材料だけではなくてシステムも含めたものです。それでできれば生活をよくしたい、そんな発想をするのが工学屋ではないかと思えます。そのために見たり解析したり、なんだかなだしなければいけない。このへんの道具をつくるというのも工学の仕事になるわけです。そんなイメージでやっている話です。

このグループは99年にできましたので、およそ5年の歴史があります。一昨年ぐらいは15人ぐらいだったのですが、現在24人ということで、分子レベルから固体、環境のレベルまでずっとサイズが大きくなる。それからこちらは、基礎から応用へ、あるいはアナリシスやセンシングからシンセシスの方向ですね。

それぞれ1人ずつだと思っていたらいいのですが、こんな感じのマッピングのできる人員というかメンバーを擁して、年間(毎日やっているわけではないのですが)適宜会合をしています。きのうも午後、シャープさんのお三方と、こちら側10人ほどと3時ぐらいから夜まで懇親会もやりましたが、何かジョイントでできるような芽はないかと、お互いにやっていることを話す会をやりました。

24人と申しましたが、その中で最近いっぱい書いたからいやだという人も何人かいましたので、そういう方を除いた14名が、なるべくふつうの方にわかりやすいようにということで縦書きにして、それぞれの人が一番いばれるというか、世間におもしろいだろうと思っていること、それをまとめたのがこの本で、ちょうど先週の末にできました。本屋に出るのは来週ぐらいだと思います。



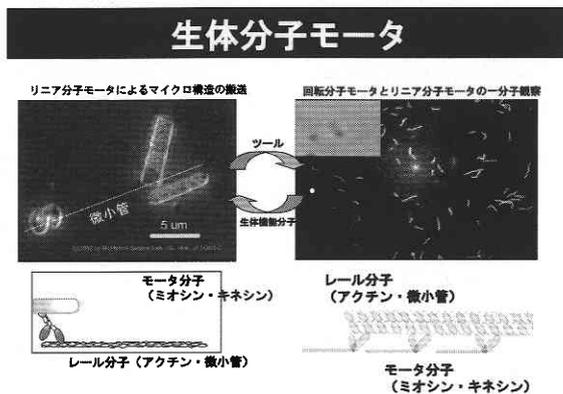
皆様のお手元に1冊ずつ行ってまして、個別の話はたい
ていこの中に出ていますので、このあと、用意したシート
の一部をスキップしながら、なるべく12時手前でやめた
と思っています。

まずは、これからさき10枚ほどは、個別研究のうち私
が独断と偏見で選んだ一部で、それもスキップしながらや
らせていただくのがよかろうと思っています。

実は宮山先生の発表にもバイオというのがずいぶん出
てきました。浦先生のマップにもありましたように、いろん
な形で複合化したグルーピングをしています。これは野地
先生のお話なんですが、宮山先生の話にも出てきました。
野地先生の言葉で言いますと、「動くというのが生き物の
本質である」と。これはナノスケールの、つまり1分子の
動きを、初めて観察したものです。

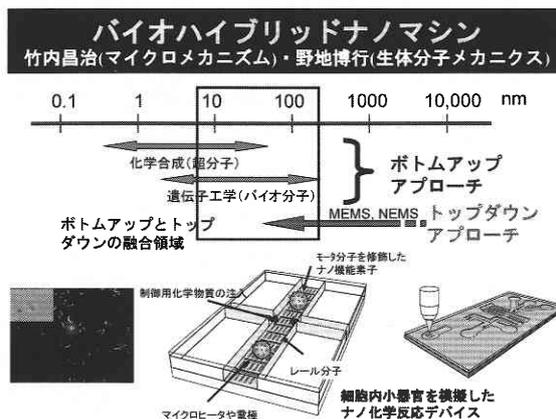
ろいのですが、時間の関係で省略します。

これも宮山先生の話に出てきました。うじ虫ではなくて、
さっきの回転する分子モータ、これが直線運動するミオシ
ンという分子です。それをこういう、まだミリメータスケ
ールだと思うんですが、これをやっておられるのは生化学
出身の例えば野地先生、それからこういう加工をするのが、
ここには竹内先生と書いてありますが、あるいは機械工学
というか元船舶工学の藤井先生とか、本郷だったら建物が
まったく別々ですから交流もないような分野の人たちが一
緒になって、こういうものをこういう加工をしたものの上
で動かして挙動を見るとか、そういうことがらくらくでき
るといふ、そんなイメージをお伝えすれば十分かなと思
います。

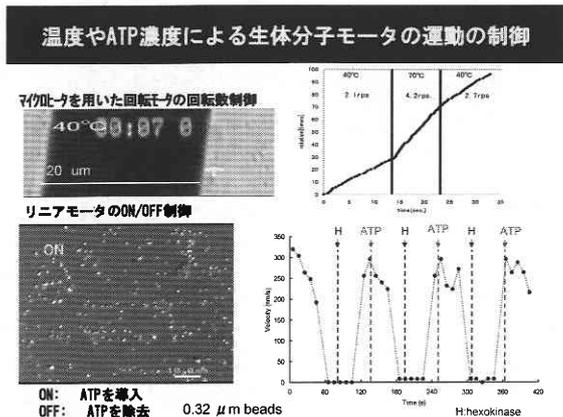


これはくるくる回る分子なんですが、120度ずつ、つま
り3段階のステップモータふうな動きをしているというこ
とを世界で初めて見つけられ、きのうも野地先生にお話
していただきました。こういう本当にナノスケールのナ
ノマシン、ミクロの決死隊、ミクロというのはミクロンで
すから、もっと小さいですか、そういうものをつくれたら
なと、きのうもおっしゃっていました。細かい話は省略し
ます。

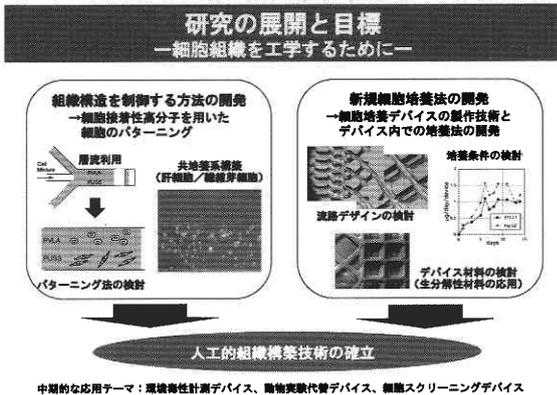
これはその制御ですね。これも動かし始めたらおもし



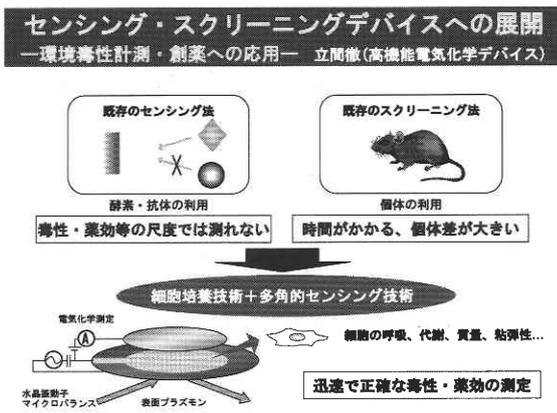
これは、いま申しました元船舶工学の藤井輝夫先生、現
在は浦先生の海中工学研究センターに所属する彼が、応用
化学で化学工学屋の酒井君と、つまりふだんは一緒にでき
ない人たちが細胞を使って環境毒性を測る、医療にそれを
使う、あるいは創薬に使う。例えばこれは肝細胞で、その
ままいじっていてもなかなかラチがあかないとか、ふつ
うの培養法をやっても早くできないとか、そのへんを改善
するために流れをつくり、そのなかで細胞を増やして、さ
っきみたいなことに使う。毒性評価などは大量のものはい
らないわけですから、うまく流れ場を加工するという技術も



ジョイントしてできる。
これも似たようなものなのでスキップします。



これはセンシングというか、毒物や環境中の物質をなるべく迅速に測りたい。あるいは身近な例でいうと、血糖値をあんなに時間をかけずにぱっと測れればと。そんなことでセンサという研究分野あり、産業にもなっていて、例えばグルコースセンサなんていうのは数十億規模の市場がある。並のセンサではなくて細胞を使うと、例えばある毒物とある分子の相互作用なんて細かいことはいくらかでも測れるのですが、生き物にとってオーバーオールに、どのくらい悪いとかいいとかか、そういうことをなかなか簡単には測れない。それでいろんなテクニックを使いながら細胞そのものを使って、いろいろなパラメータを計測値にするというようなセンシングをやっている。彼は応用化学出身の立間先生です。



これはちょっと変わった、西尾所長のお仲間の白樫先生という、彼は熱工学屋さんの仕事です。例えばBSEなんかで肉の話もよく出るのですが、肉の冷凍保存、魚もそうですが、ああいうものはどうやって冷やしてもいいというものではない。どうやら冷やすプロセスが細胞の中の水分の、あるいは水のできようにずいぶんきてきて、そのへんを観察しながら、あとは、液体の凝縮、結晶化というこ

とに絡むため、そのへんの理論は昔からの熱力とかそのへんであるわけで、そのへんを全部組み合わせながら一番望ましい、この中にもありますが、生ものをとにかく長くもたせるにはどんなふうになればいいか、そんなことをやっておられる研究です。

生体の凍結保存
情報・システム部門 白樫 了(相変化熱工学)

「背景」

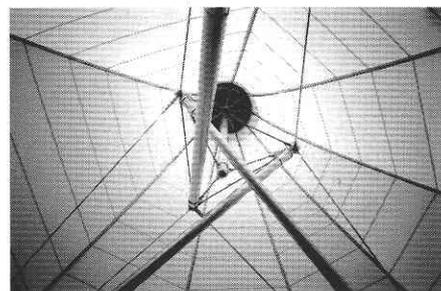
生体組織工学によるハイブリッド臓器、移植用臓器、医療用細胞、生体タンパク質等、医療で使われる生物由来の対象は、劣化しやすい(腐りやすい)ため長期保存することが難しい。劣化を避けるために凍結あるいは、更にはすでに凍結乾燥させ、生体を手軽に保存する技術は不可欠である。

骨の筋繊維細胞の凍結(断面)



これはもっと変わっているといますか、きょうのお世話役の川口先生、建築がご専門で、これは何かというと、本所の西千葉キャンパスに立つ、White Rhino, 白いサイです。テンセグリティという言葉は、彼にこの本に原稿書いてもらって初めて認識したのですが、テンションとインテグリティをくっつけた造語らしいんです。「フラーレン」で有名なバックミンスター・フラーという男が作った言葉だと聞いてます。なるべく少ない部材で十分な強度を出す。川口先生の言葉を信用すれば、世界で初めてこの構造を建築の現物に使ったというものらしいんです。

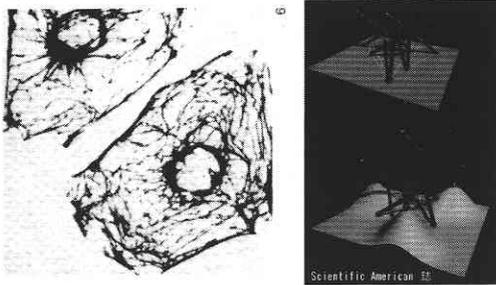
***** Tensegrity と生体 *****
川口徹一@東大生研・人間・社会大部門(空間構造工学)



White Rhino: 世界ではじめて建築骨組に実用化されたテンセグリティ架構

その根元がどうやら生物の中にもある。生き物の細胞の中でいろんな構造を支えるために繊維状の、いわゆるはりというか、そういう構造があるんですね。フラーがこういう構造に注目した最初の人だといいますが、こういうものをじっと見て、モデル的なものをつくっていくと、ふつうの構造物をつくるより部材の数がけっこう減らせた。

*** 細胞骨格 ***



これは縦軸が部材の数で、黄色いのが完全結合。トラスというのはふつうの、がちがちに三角形をつなげていくみたいなイメージですか。ところがテンセグリティというか、その形にすると部材の数が場合によっては相当減る。このへんはフラーが、フラーレンの名前、とにかくこういうものをイメージした根元にどうやら生き物の、海にすむ微生物の、あるいはプランクトンの外側なんかけっこうおもしろい構造のものがあって、そのへんからどうもきている。川口先生の章の最後には、われわれがこういう構造になかなかいいと思うのは、どうやらわれわれの体をつくっている細胞も基本的には細胞分裂のときなんかには、こんな種

類の、一瞬、一時的に構造をつくったりする。そのへんがあるから人の心を引くのではないかという、なかなかうがったことが書いてあります。

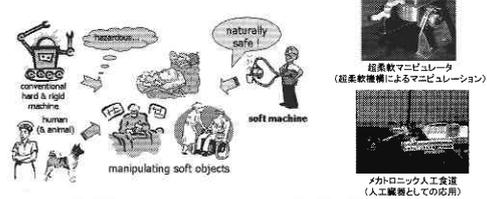
個別の紹介はスキップしまして、本日 50 周年を迎えた奨励会の中に特別研究会というのがいくつもありまして、いま四十幾つあるのでしょうか。それは本所の教官が 1 人ないし複数世話人になって、あとは外の企業の方々とある特定の問題を討論していく。

その 1 つ、本リサーチインテグレーション関係では、マイクロ・ナノ流体ということで酒井助教授プラス若干名と、いま現在 6 企業さんがジョイントでやっていて、さっきお見せしたマイクロ流路を使った細胞のハンドリングとか、そういうものを考えている。

(財)生産技術研究奨励会 RC-44
「超柔軟メカトロニック機構」研究会

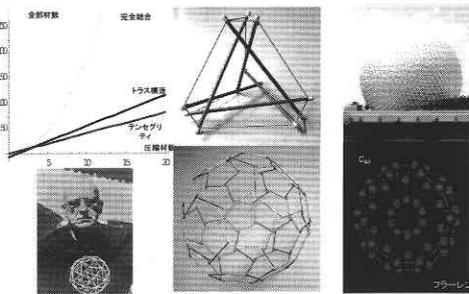
「柔らかさ」を積極的に利用して、
「安全・安心」・「軽薄長大」なシステムへ！

Creation of "soft machines"



■平成16年度：鈴木高宏代表+2~3企業(予定)

More with Less



もう 1 つが、44 番目になる超柔軟メカトロニクス。機械工学の鈴木高宏先生が、これから立ち上げようとしています。鈴木先生が現在やっておられるのは人工食道です。食道がんのときに切って、それを代わりに使う、そういう役に立ついいものをつくるということを考えている。以上 2 つの特別研究会があります。

それから、これはベンチャーというか、藤井先生が一昨年夏の夏に会社を立ち上げてやっておられ、いま現在は、マイクロ流路をもつこういうチップ、あるいはそれをコントロールする道具とかをつくっておられる。

(財)生産技術研究奨励会 RC-41
「マイクロ・ナノ流体デバイスの
バイオ応用を考える」研究会

バイオとのインテグレーションの可能性を探る！



- 平成15年度
- ・酒井康行代表他6名の中堅若手教官+
- ・計6企業+
- ・マイクロマシン研と合同勉強会

セルエンジニアリングデバイスとしての応用例

フルイドウェアテクノロジーズ (株)

藤井(輝)研究室における技術的蓄積をもとに設立されたマイクロ流体デバイス技術研究開発会社



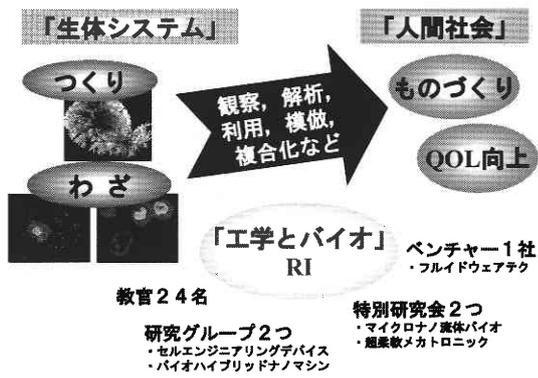
所在地：東京都板橋区西町町
資本金：3000万円
社員数：7名
設立時期：2002年7月30日

■業務内容：

- ・マイクロ流体デバイスの受託作製、受託開発、製造、販売
- ・マイクロ流体デバイス関連技術の研究開発
- ・マイクロ流体デバイス技術に関連する事業の展開

企業連携フォーラム
2004年1月28日(水) 於 東京大学生産技術研究所





とにかくそういう発想で現在24名がやっています。所内のグループとしては、あまり詳しく言いませんでしたが、セルエンジニアリングとか、バイオハイブリッドナノマシンとかもある。また特別研究会が奨励会のお世話で2つ走り、ベンチャー企業が1社、1年半ほど前にできた。こんな感じで今後も、どんどん人数を増やすというわけにいきませんが、24人という4.5人に1人がこのグループにいるという適正規模で、できるかぎり所内のいろいろな合同プロジェクトを立ち上げる、あるいは所外の企業さん等とおもしろいことをやっていけたらなと思っています。ご静聴ありがとうございました。