

<横幹連合・統数研・産総研>
合同ワークショップ

平成 21 年 1 月 19 日（月）

【日 時】 平成 21 年 1 月 19 日（月）13:00～18:10

【会 場】 産総研臨海副都心センター本館第 1 会議室

【議 事】

司会進行 鈴木久敏（横幹連合副会長）

開会挨拶（木村英紀、横幹連合会長）

「構成的研究方法論（シンセシオロジー）とは」（小野 晃、産総研副理事長）

シンセシオロジーの研究事例（持丸正明、産総研）

「知の統合とは」（木村英紀、横幹連合会長）

知の統合の研究事例（鈴木久敏、横幹連合副会長）

「知識社会におけるモデリング」（北川源四郎、統計数理研究所長）

モデリングの研究事例（樋口知之、統計数理研究所副所長）

総合討論（司会 小林直人、産総研理事）

総括・閉会挨拶（小野 晃、産総研副理事長）

開会挨拶

○司会（鈴木横幹連合副会長） どうもお待たせいたしました。それでは、横幹連合・統数研・産総研の合同ワークショップをこれから開催したいと思います。本日は、お忙しい中、お集まりいただきまして、ありがとうございます。

皆さん、おそらくそれぞれの所属組織等からご案内はいつているかと思いますが、この合同ワークショップは初めての試みでございますけれども、今後こういうものが続くのかどうかもきょうのワークショップの成否にかかっているかと思っております。

このワークショップを開催する経緯や趣旨については、後ほど木村横幹連合会長からご挨拶の中でお話ししていただければと思っております。

私は、本日のワークショップの司会を務めさせていただきます横幹連合の副会長の鈴木久敏でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

また、本日は、この会場を設定してお貸しいただいている産業技術総合研究所の皆様方に厚く御礼申し上げます。

それでは、このワークショップが成功するようということを祈りまして、まず横幹連合会長の木村英紀先生からごあいさつをお願いしたいと思います。

○木村横幹連合会長 木村でございます。

経緯をご説明するところから始めたいと思いますが、横幹連合は、現在、43学会6万人という規模で活動が続けておりますが、会長であられましたのは産総研の理事長の吉川先生で、吉川先生のリーダーシップのもとで横幹が発展してまいりました。吉川先生は、まさに横幹の生みの親といえますか、少なくとも思想的には横幹連合は吉川先生の人工物科学以来の極めてユニークな1つの科学技術、さらに産業に至る体系的なお考えを持っておられまして、それに負うところが非常に大きいわけでございます。

吉川先生は4年間会長をやってくださいまして、さらにその間に産総研で長年の先生のアイデアを実施しておられる。例えば、第2種基礎研究ということをお伺いしております、それを何とか横幹連合の活動の中に少しでも取り入れられないかということは考えておりましたが、残念ながらそこまで至りませんで、吉川先生の跡を私が引き継ぐことになったわけでございますが、産総研の中で吉川先生がいろいろやってこられたことを横幹の中で少しでも発展させたいという思いは強くございました。

その先生のお考えのもとで、『Synthesiology』という雑誌を、これは後で副理事長から詳しいご説明があると思いますが、そういう雑誌を創刊されたということです。たまたま私は創刊のときのシンポジウムに出席させていただきましたが、そこでお話を伺うと、これこそ私どもが考えていた横幹連合と密接につながりがあると。連合の活動と車の両輪で、連合が学術の方で、産総研は科学技術の応用の側面で、同じようなことを考えているのではないかと意を強くいたしまして、さらに密接な連携をとって、この考え方を日本の中で大きく育てていきたいと思っております、そういうことを一度何かやりたいと。内藤さんはまだ来ておられないのですが、内藤さんは吉川先生と一緒にずっ

と仕事をしておられて、共著の本も何冊かお持ちで、現在、産総研のサービス工学研究センターのセンター長が吉川先生で、副次長が内藤さんですが、お会いして、いろいろお話を伺いました。こういうことをやってみようということで話が始まりました。

もう一つの第3のきょうの立役者であります統数研ですね。統数研は、言うまでもなく横幹連合の非常に強力なサポーターでございます。統数研を代表するような形で、常に理事や、あるいは委員会の委員長という方々がたくさん活躍してくださっておりまして、産総研と連合とやるのであれば、統数研もぜひ加わっていただきたいと。我々の思想を分かち合う強力な部隊であるということで、統数研の北川所長にお話をしまして、ぜひ加わってくださいということで、快諾をいただきまして、三者で1~2回会合を持ちました。

その後は、実は私は全く抜けまして、実働の産総研から先ほどの内藤さん、統数研からは樋口副所長、横幹連合からは鈴木先生というこの3人の方がおそらく何回か会合を持って、この会の準備をされたんだと思います。この会がどういう形で、どういう趣旨で、どういう展望のもとに行われるかということは実は私は全く存じ上げておりませんで、そういうお膳立てをした後は、ほとんど何も伺っておりません。これについては、後でお三方からご説明があると思いますが、きょうは3組織からクローズドで、招待された方のみ合計して20名ちょっとになるだろうというお話を伺っております。今後これがどうするかについては、きょうの出方次第、先ほどの鈴木先生のお話どおりでありまして、私としては、いろいろな意味でこの三者が束になれば非常に強力なアピールをすることができると思っております、ぜひ何かを今後継続してやりたいと思っておりますが、きょうの結果がどうなりますやらということで、ぜひ皆様方の熱い思いを語っていただけると大変ありがたいと思っております。

長くなってしまいましたが、私の経緯説明とご挨拶に代えさせていただきます。どうもありがとうございました。(拍手)

○司会 どうもありがとうございます。

今の話の中にも出てきましたように、このワークショップは、横幹連合、統計数理研究所、産業総合技術研究所の中で、特に横幹連合では「知の統合」ということを主張されているけれども、その「知の統合」というのは一体何なんだというようなこと。産総研は「シンセシオロジー」という新しい考え方のもとに雑誌を発行されているけれども、果たしてそれと横幹連合の言う「知の統合」と同じなのだろうか。あるいは、統計数理研究所は統計を前提に今まで議論されてこられていますが、「モデリング」というのが非常に重要なキーワードのはずなんだというご主張をされておられて、一方、横幹連合の中でもモデルというのは重要だという話は常にしておりますし、どうも三者が言っていることは、ある部分は共通している。でも、おそらく違うところもあるのだろう。その違いは何なんだろう。そこを明確にすると同時に、共通の部分が大きいのだったら、何か一緒にやることでこの分野を進行できるのではないのでしょうか。その進行するため

には、まず、三者が考えている同じ部分はどこにあって、どこが違っているのかをはっきりさせましょう。そのためには、それぞれの組織の中で代表的なオピニオンリーダーの方、別の言い方をすると、いわゆる小うるさい方ですね。そういう方々に一度集まっていたいで、ざくばらんにそれぞれの思いを述べ合って、その上でできるだけ同じところを見つけていこう、そういう議論をしてみたいね、ということで、今回は意識的にクローズドということで、初めは大きなシンポジウムを考えていたんですけども、むしろ最初はクローズドのところでベクトル合わせをした方がいいだろうというのがきょうの趣旨でございます。そのような趣旨できょうのプログラムは構成されております。

きょうのプログラムですけれども、まず産業技術総合研究所の方から、小野副理事長と持丸先生に、構成的研究方法論、シンセシオロジーのものの考え方と実際の研究事例をご報告いただく。次に、横幹連合の方から「知の統合」とは何かというものの考え方と、その研究事例をご報告する。最後に、統数研の方から「知識社会におけるモデリング」ということで、モデリングのものの考え方、そしてその研究事例をご報告いただいて、それらを1つのキーワードにしながら、その後、この場で、特にパネルディスカッションというよりも、フロア全体で1つのパネル討論的な総合討論をしたいということでございます。終わった後は、一杯飲みながらざくばらんに懇親しましょうということで、懇親会も予定してございます。隣のビルだそうですが、ぜひ懇親会までご参加いただければと思います。こんなストーリーで進めさせていただきたいと思います。

それでは、まず最初に、「構成的研究方法論（シンセシオロジー）とは」ということで、小野晃産総研副理事長からご報告をお願いいたします。

「構成的研究方法論（シンセシオロジーとは）」

産総研副理事長 小野 晃

ご紹介いただきました小野でございます。

木村先生のごあいさつにございましたように、私ども、シンセシオロジーは船出はしたのでありますけれども、他の分野の方々とどういう関係があるかということは必ずしも整理がつかないまま船出

たしております。そういう意味では、最も近い関係がございます横幹連合と統数研の皆様方と議論できることは、大変うれしく思っているところでございます。

また、我々の中でも内部では議論はしているわけですが、外部の方とこういうことをやるのは極めて稀でございますので、十分意が伝わるかどうか、やや心配している面と、失礼なことも申し上げるかもしれませんが、率直な我々の意見でございますので、ご批判なり、ご意見を賜ればと心から思っているところでございます。

私ども、シンセシオロジーの編集委員会というのを構成しております、20名強の委員がございまして、雑誌の方針とか、あるいは査読などをやっているわけでございますが、きょうはシンセシオロジーの編集委員会を代表してというよりは、私は編集委員長なのですが、きょうのお話は、やや私の個人的な考えも大分入っておりますので、必ずしも編集委員会から全面的サポートが得られるかどうかは危ういという状況でありまして、産総研の中からも異論、意見が出ることも期待しております。やや踏み込んでいるところもあるかと思いますが、どうぞご容赦いただければと思います。

◎新しい学術ジャーナル

入り口のところにもございますけれども、このような雑誌を昨年の1月に創刊いたしまして、年4回、季刊ということで、4号1巻が一巡したところでございます。来月には2巻1号が出る予定でございます。また、その翻訳版であります英語版も、半年遅れぐらいで、少し追い込んでいきたいと思っておりますが、出ておりまして、こちらはオリジナル版

というわけではなくて、翻訳版という位置づけであります。また、電子ジャーナルとしてもインターネットから見られるという状況になっております。



新しい学術ジャーナル
Synthesiology（構成学）

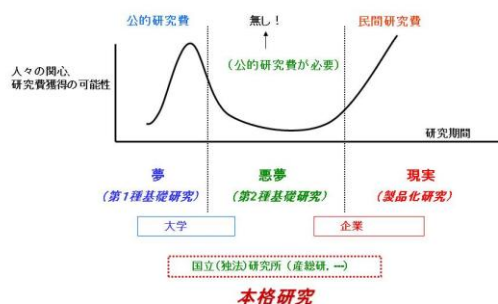
第1巻
日本語オリジナル版
1号 2008年 1月創刊
4号 2008年11月発行
英語版
1号 2008年 8月発行
2号 2008年10月発行

電子ジャーナル公開
・J-STAGE
<http://www.jstage.jst.go.jp/browse/synth>
・産総研ホームページ 2

◎産総研の本格研究－研究フェーズの統合

もともとの動機なのですが、先ほど木村先生のお話にもございましたように、本格研究と大変深くリンクしております。この絵は、横軸に時間がとってありまして、縦軸に人々の関心とか、あるいは関心があるがゆえに研究費も出たりするわけでありまして、いわゆる基礎研究のところでは将来の可能性という段階においても、大変人々の関心と呼ぶというのがございます。

産総研の**本格研究**—研究フェーズの統合



HY

3

“第1種基礎研究”と我々、後から呼ぶことになるわけですが、通常、基礎研究というところでありまして。そこには公的研究費もかなり出るという状況になってきたわけですが、この産業化、あるいは現実のものにする間に“悪夢の時代”、あるいは“死の谷”と呼ぶ場合もあるのですが、長いリードタイムがあるということは比較的よく知られていることです。そこを両方から歩み寄って“死の谷”を渡っていくというのが現実の問題なんですけれども、より基礎研究をやっている者、特に公的研究機関の我々は、この真ん中のところを特に意識してやるべきであるというのが産総研の発足以来の1つの方針としてきたわけでありまして。

従来、ここは“応用研究”と言われていたかと思うのですが、そこを言葉だけではなくて、内容も新たなものを加え、違う視点から、第2種基礎研究——基礎研究の一つであるというふうにとらえ直して研究していこうということに産総研の内部ではしてきたわけがございます。それをやろうということで、我々経営陣といいますか、執行部も、研究員もその気になってやってきたわけではありますけれども、一体それが何なのかということとはなかなかよくわからないままやってまいりまして、やはりその研究はどういうものであるかということオリジナルな論文として著してみても初めてわかるということまで到達いたしまして、この雑誌を出してみよう、ということになったわけでありまして。

◎研究展開の類型

今申し上げましたように、応用研究のところを第2種基礎研究と呼んだわけですが、もう少し深い意味があると私としては思っているわけです。従来、こんな形でリニアモデルなどはよく書かれていたものでありますけれども、時間的な経過に沿って展開していくというふうに言われていたわけでありまして、また、それぞれ3つありますけれども、これを担当する人も、担い手も通常は異なる。同じ人が左からここまでやる、時間的に沿っていくということはむしろ稀でありまして、担い手は通常異なるのであると言われてきたモデルがございます。

それに対しまして、本格研究とトータルで言うのですが、応用研究のところは第2種の基礎研究であるというふうに言って、第2種基礎研究はいわゆる基礎研究に立脚はしておりますけれども、よりたくさんの分野からの基礎研究の結果に依存する。そこから出発して第2種基礎研究をやっていくのだ。単に1つのアイデアからそれを膨らませてということではなくと。

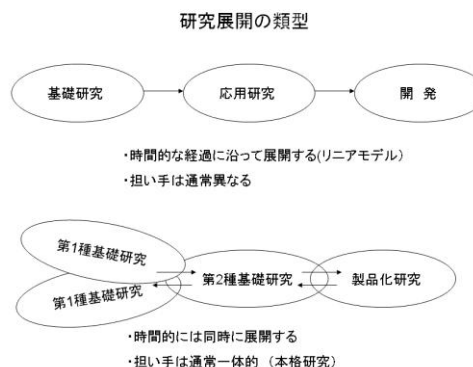
それから、製品化——開発に相当するところですけども、そこからも眺めてみて、こっち側からのベクトルもあるだろうということで、これと対比してあえて言うと、時間的にはこれは同時に進展していく、展開するものである。左から右に時間が流れていくものではなくて、むしろ右から左に流れていく、そういう流れも同時にあるというのが一つでございますし、担い手は通常一体的だと。つまり個人はどこかに入っているかもしれないし、あるいはぐるぐる個人も回っているかもしれない。それから、組織、グループとして一体的にこういうものを同時的・一体的にあるのだろう、そんなモデルを立ててきたわけでございます。

このところを振り返ってみますと、従来の研究、論文誌、学術雑誌にはなかなか投稿しにくいということが見えてきたわけでありまして。そこを考えてみますと、方法論さえもないな、というところで、方法論からつくっていく。それを原著論文としてはどういう形に書いていったらいいかということも新たにつくっていかなければいけない、そんな状況にございました。

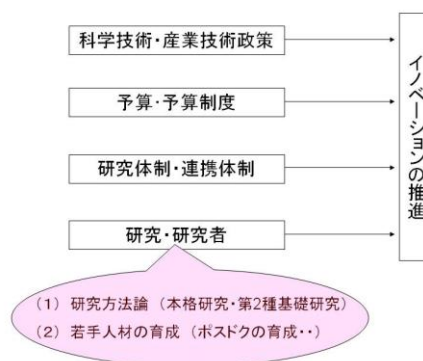
有り体に言いますと、それぞれの応用研究もたくさんあるのですが、お互いにほとんど共通部分がなくて、応用に向かって、開発に向かって、それぞれ個別的にやられていたというのがあると思うんですけども、そうではなくて、むしろ応用研究同士が相当インタラクションがあって、お互いに共有すべきものがあるって、議論ができるのではないかな。応用研究もそういう意味では基礎研究の一つである。基礎研究というのは、非常に広い汎用性というんでしょうか、普遍性を持ったものというふうにいたしますと、むしろ、このところは基礎研究と呼ぼう、という気持ちがあるわけでございます。

◎イノベーションの推進

これはあまり関係ない図なんですけれども、イノベーションの推進というのは、産



4



5

総研、社会でも大変関心があるわけですが、一番大事なのは、政策の問題と、もう一つ、研究そのもの、あるいは研究者の問題があるわけです。予算制度とか体制というのは、この2つが決まれば、中で最適な設計をすればいいわけですが、こことここだけは独立変数として我々が決めていかなければいけないところで、そういう意味で研究者の生きざまと申しますか、研究をどういうふうに行っていくかという研究方法論のところは、本格研究、あるいは第2種基礎研究という形で改めて考え直してきたわけでありまして。

◎公的研究における成果物の還元プロセス

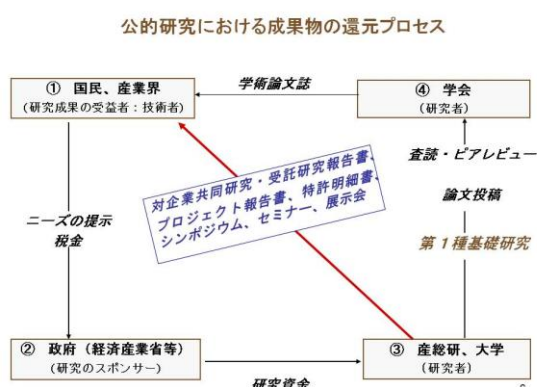
これは、やや物議を醸すかもしれない絵なのですが、我々のように、あるいは大学もおそらくそうだと思いますけれども、公的研究における成果物をどう還元していくかということを書いたものでございます。

もともとは国民とか産業界という研究成果の受益者がおりまして、そこがニーズを提示すると同時に、税金の形で、政府・

各省から研究のスポンサーを通して研究資金として公的な研究機関あるいは大学に流れ、研究者がそこで活動し、我々の言葉ですと第1種の基礎研究をやり、成果は論文として投稿し、ピアレビューという査読を通して学会に受け入れられ、学術論文として出ていく。これが、実態としてはとにかく、職業人としての研究者の頭の中にこのスタイルがすごく強烈にあると思うのです。この中で研究者は活動する、こういう活動であるという意識が私自身も強かったわけでございます。

ところが、実際には私も工技院の研究所に入りまして、必ずしもこのルートだけではないということに気がつくわけですね。学会と別のところから国民とか産業界に直接貢献する、あるいはインタラクションというのは当然ながらあるわけで、それはいわゆる産学連携とか、そういう形でもやられているわけですが、一体これが何なのか。実態的には結構あるのですが、我々、どう認識していたかというところは、結構グラツときまして、これは私の個人的な図でございますが、考えてみた時期がございます。

例えば、我々、対企業の共同研究をやっているわけです。別に学会のお許しを得てからやるということとはございまして、ある程度、相当独立にやっていますし、受託研究なんかもございまして、そういう報告書もございまして。それはある意味、我々研究機関から直接ユーザーにいつているわけで、では、プロジェクト報告書であるとか、あるいは特許もそうですね。学会とはインデペンデントな活動になっております。シンポジウム、セミナー、展示会というのもありますね。いわゆる産学連携という掛け



うに、そういうふうになんて言えるわけですが、その領域は比較的限定された領域についての論理整合性を求めていると思います。物理学に関して、物理が対象とするという系がございまして、他の見方は全部捨てまして、力学なら力学、電磁気学なら電磁気学という視点でもって論理整合性を追求していくという面があったと思います。

それから、新規性ですね。これも新たな知見を創出することに価値があるということで我々やってまいりました。

それから、そういうことを促進するために、ピアレビュー制度を設けました。雑誌というのが出てくるわけですが、そこの中におきまして査読制度というのを持ち込みまして、専門が最も近い同僚の研究者を選んで、整合性と新規性を検証いたしまして、それで科学として合格というところで雑誌に載せるということをやってまいりました。有用性は学会によって大分違うと思いますけれども、必ずしも検証しない。有用性は言いなさい、判断しますけれども、それを有用であることを自ら証明し、査読者側が検証しなければいけないというところまではいっていないと思います。そういう意味では、新規性と論理整合性の方がはるかに優位性があるように私としては感じております。

それで、査読付きの学術雑誌がタイムスタンプの設定という役割を持ちまして、早い者勝ち、いわゆるプライオリティですね。だれに荣誉が与えられるべきかというのをタイムスタンプで決めることにしたわけがございます。

そういうふうになんて言っていて、このシステムは300年間ぐらいで確立されてきたわけですが、大変うまく働きまして、科学者はこの枠組みの中で猛烈に働いたわけです。いち早く仕事をしなければいけない、成果を得ようという気持ちもありますし、クオリティもこういう形でもって審査されるわけですから、私は科学の発展のために、この制度は全体としてはものすごくよく回ってきて、今に至っていると思っております。

こういうことが研究者のブランド力の証明にもなりますし、研究者の評価の指標にもなりまして、現在に至っていると。科学の進歩を促進し、科学の信頼性の向上に大変大きな役割を果たしてきたのですけれども、ここに至りまして、ややこの壮大なシステムの病理も目につくようになってきたと思うのです。うまく回ってきた反面、その副作用と言うとあれですが、これだけで済まない時代になってきた。それがイノベーションの時代であり、地球環境の時代であり、エネルギーの時代であるということかもしれないのですけれども、この病理も目立つようになってきたと私には見えるわけです。

◎現行の“学術論文”にみる基礎研究の病理

論理整合性に関しましては、過度に論

現行の“学術論文”にみる基礎研究の病理

1. 論理整合性 → 過度に重視
事実を矛盾なく説明するために狭い領域に入り込む
狭い領域ほど整合性確保に有利
2. 新規性 → 過度に重視
同一分野の他研究者とのささいな違いを強調する
有用性の検証努力を放棄する（著者も査読者も）
3. 査読制度（ピアレビュー）→ 絶対性を強調
著者は同一分野の隣の研究者を説得するために書く
査読者も所詮は仲間内、世界が見えてない
広い読者層（他分野、産業界、国民）は眼中にない
4. 査読付き“学術論文” → 研究者評価の指標
研究者はブランド力の証明のために査読付き“学術論文”を全力で書く
5. イノベーションはどこに？国民はどこに？……

理整合性を追求いたしますとどういうことになるかといいますと、事実矛盾なく説明するためには、できるだけ狭い領域の方が矛盾が出てこないのですね。という意味で、科学の研究が、他の理由もありますけれども、どんどん狭い領域に入っていくって、その中での論理整合性というものを追求するようになってきた。そこで整合性があればいいという、それを許容してきたということでしょうか。

新規性も過度に重視。新規性を過度に重視というのは、言葉としてあまりよろしくないとは思いますが、同一分野の他の研究者との些細な違いを強調する。自分は他の人とどう違うんだという違いが一番明瞭になるようなカッティングをしまして、そこで論文を書くという、それがテクニックのようになってきたような気もするのです。その反動として、有用性の検証努力を我々、放棄してきたなど。著者も査読者もそこはあまり問わないということで来たのではないかという気もいたします。ご異論はあろうかと思いますが。

それから、ピアレビュー制度ですが、この2つを検証するにはとてもいい制度だったんですけども、著者とピアレビューアーがあまりにも専門性が近いところにいるものですから、その中での議論しか査読の対象になっていないということで、この2人の世界というのが他の世界からほとんど孤立しているという状況になっているように思います。したがって、過度にこういうものを追求したときのフィードバックが働かなくて、復元力がなくなって、どんどんこういうのが進行している。ピアレビューアーによってより加速されているといったような、ちょっと皮肉な現象も起きているのではないかと思います。

ということで、結果として、我々がやってきたいいわゆる基礎研究の雑誌が、国民が読むというのにはほど遠くて、学会のある分科会の人たちの間でしか読まれなくなってきたというふうにも見えるわけでごさいます、物理学の中でも多分数百という雑誌があると思います。他の分野のところに行ってもちょっと読めないという状況になってまいりまして、事実、私も自慢ではないですけども、自分の専門以外の研究論文を読んだことがありませんで、そんな状況になってきたわけであります。

こういう中でイノベーションは、一体我々の学術というものが貢献できるんだろうとか、あるいは国民はこの中ではどういう視野の中に入ってくるのだろうかといったときに、はたと困ってしまったということでございます。

◎synthesiology の創刊

そんないろいろ悩ましいことがございまして、それで産総研の中で冒頭申し上げましたような本格研究とか第2種基礎研究とかやろうということになりまして、そこと

Synthesiology の創刊

目的:

- ・第2種基礎研究の方法論を確立し、
- ・本格研究を実践して、イノベーションを加速する。

目標:

- ・第2種基礎研究を記述する論文形式を確立し、
- ・産総研内外に普及させる。

の接点が私の中に生まれて、それでは、第2種基礎研究の方法論というのはどういうものかということをやっと考えてみたいと思ひまして、それがやはり本格研究を通してイノベーションを加速する。イノベーションと言うとちょっと軽い感じがするかもしれませんが、これからの社会ですね。持続性のある社会を構築するために科学技術は何ができるのかというところへの答えも出せばいいなというふうにも考えてきたわけでございます。

少し考えてみてもわかるんですけども、第2種基礎研究を記述する論文形式というのは何もございませんでしたから、ここからやり始めなければいけなかったということでもあります。

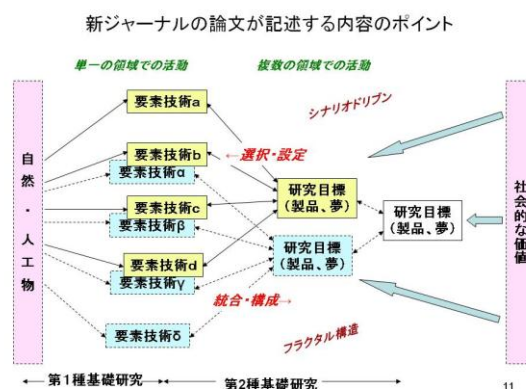
◎新ジャーナルのところ図が記述する内容のポイント

何を第2種基礎研究の論文で書くかというところなんですけれども、これはやや私の一方的な見方が入っていてご異論があるかと思ひていまして、ご指摘いただきたい点ではありますけれども、自然とか人工物、ここで人工物が入るかどうかは、私、最初のバージョンでは自然しか入っていないのですが、本日のために人工物を入れてみました。本当にマッ

チしているかどうかかわからないものですから、ご議論、ご意見いただければと思ひているところですけれども、そういう研究の対象物がありまして、それを主として分析という手法で、アナリシスという手法でもっていろいろな結論を導き出してきているというのは、今までの300年ぐらいの科学の歴史かなと思ひます。

それに対してこの第2種基礎研究というのは、昔で言う応用研究というところですけども、やはり研究目標が社会的な何らかの価値を持っているものに対してどうつながっているのかということをや、“シナリオ”と言うんでしょうか。最初にこちらがございまして、それに対して、それを実現するためにどういう要素技術、どういうシナリオでもってこれを実現していくのかということをやまず考え、必要な要素技術を選択、設定し、足りなければ自ら開発し、そしてそれらを統合あるいは構成しながらこれを実現していくといったようなものを第2種基礎研究というふうにイメージしております。やや荒っぽく言えば、第1種と第2種を分けているわけでありまして。この統合とか構成という英語が synthesis という言葉があるものですから、それをタイトルに持ってきたというところでもあります。

ポイントは、シナリオを書くということと、統合と構成のプロセスを書いてもらう、これが2つの要件であると思ひたわけでございます。



◎本格研究を記述するとは？

今のことを文字にいたしますとこういふふうになりまして、社会的価値をもつ目標実現のためのシナリオを書いてください。それから、要素技術の統合・構成のプロセスを書いてください。こう2つの一番大きな要請になっております。

実は、シナリオは、今まで、私も通常の基礎研究の論文を何編か書いているわけでございますけれども、イントロダク

ションで書いているのですね。イントロダクションというのは、過去の歴史の批判的展望というのでしょうか、そういう形で書くときに、自分はどう考えたのかということは書くのですけれども、私も結構一生懸命イントロは書く方で、他の方のイントロも大変おもしろいんですね。著者の見識が大変出ておりまして、私は読むのが好きなんですけれども、ただ、それが査読の対象にはなってはいないんです。それがどう書かれていようが、査読者は「そこは問わない」ということできたかと思います。そういうこともありましたが、どう書くかは著者の自由に任されていたというところを、そこを書いてください。しかも、プロジェクトXのように、誰さんがどんな苦勞をして、ということではなくて、もっと合理的に、科学技術の言葉でもってこのシナリオを語ってもらおうということが大事かと思っております。

◎論文の構成・論文の特徴

長くなりますので省略いたしますが、この2つがポイントと、オリジナリティとしては、今の点ですね。シナリオをどうつくったか。これは研究者によって、大分個々人で違うものがございますね。

それから、どう選択して統合していくかというのも非常に個人によって、同じ研究目標を与えられても、ほとんど違うアプローチになりますので、そこにはオリジナリティがあるのではないかと考えております。

◎1巻1号の論文題名と著者

これは第1巻1号の論文の題名であります

本格研究を記述するとは？

「第2種基礎研究」および「製品化研究」の

- ・ 社会的価値をもつ目標実現のためのシナリオ
- ・ 要素技術の統合・構成のプロセス

を記述する。

12

論文の構成

1	研究目標の設定
2	研究目標と社会とのつながり
3	シナリオの提示と要素の選択
4	要素間の関係付けとそれらの統合・構成
5	結果の評価と将来の展開

論文の特徴

オリジナリティ	・設定したシナリオ ・選択した要素、統合・構成の方法
---------	-------------------------------

1巻1号の論文題名と著者

論文題名	著者／所属
不凍蛋白質の大量精製と新たな応用開拓	西宮佳恵ら ケムフアクトリー研究部門
高齢者に配慮したアクセシブルデザイン技術の開発と標準化	倉片憲治ら 人間福祉工学研究部門
高機能光学素子の低コスト製造へのチャレンジ	西井 準治 光技術研究部門
異なる種類のリスク比較を可能にする評価戦略	岸本 充生 化学物質リスク管理研究センター
個別適合メガネフレームの設計・販売支援技術	神丸正明ら デジタルヒューマン研究センター
耳式赤外線体温計の表示温度の信頼性向上	石井順太郎 計測標準研究部門

14

すけれども、こんな形でやりまして、やや特徴的なのは大量精製とか、標準化とか、低コスト製造、評価戦略とか、設計・販売支援技術、これは次のところで持丸さんから具体的な事例が紹介されますけれども、信頼性向上とか、今までの論文とは一味違う、タイトルからして付いております。

◎synthesiology への評価（平成 21 年 1 月現在）

今まで 1 年ぐらいいやってみまして、感想といいますか、いろいろな意見をいただいてきたところですが、著者の方からは、「これまでの学術誌では書けないことが書けた」ということがあります。これは我々のねらいどおりでありまして、ここは大変うれしく思っているものです。

それから、なかなか書き方がわからないということもございます。

それから、分野内から 1 名、分野外から 1 名という形でもって査読者を選定しているところなのですが、意外に分野が違ってても査読ができる、論文が理解できる。そうトンチンカンな査読意見じゃないものが出せるということが 1 年間の経験でわかってまいりました。ということはどういうことかといいますと、この論文が相当広い分野から読める形で書かれているということですね。当初それほど期待していなかったと言うとあれですけれども、結果論としてですけれども、そうになっていたということは私としては大変うれしくて、分冊に分けていなくて、工学、理学、薬学、農学、全部入っているんですけれども、どうもあらゆる分野から読んで理解可能な形に書かれているというところは私はおもしろいなと思っているところであります。

読者からは、査読者との議論が新鮮でおもしろいとか、アメリカからも意見が来てまして、アイトリプルイーの終身フェローの方ですけれども、大変興味を持ちましたという手紙をもらったり、産業界からも「シナリオをきっちりつくって研究するという姿勢は、産業界自体も実はそうできていないんだ」というお話もあって、おおむねポジティブなご意見をいただいています。

◎類縁関係

synthesiology の雑誌、論文がございまして、他にもたくさんいろいろなレポートが

Synthesiology への評価（平成 21 年 1 月現在）

著者より

- ・「これまでの学術誌では書けないことが書けた。」
- ・「執筆要綱を読んだだけでは書き方がよく分からない。」

査読者より

- ・「シナリオにオリジナリティーがある。」
- ・「統合・構成の方法は論文によって多様。まだまだ収束していない。」
- ・「査読者も著者と協同で論文を完成させている。」
- ・「他分野の論文が理解できて、査読意見が言えたことは驚き。」

読者より

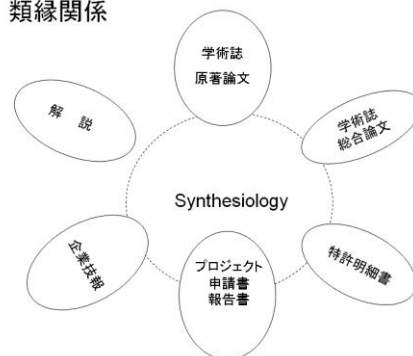
- ・「査読者と著者との議論が新鮮で面白い。」(多岐)
- ・「他分野の研究内容が理解できて面白い。」
- ・「論文は統合に関する議論を開始するのに貴重な材料を提供している。」(米原)

産業界より

- ・「シナリオをきっちり作って研究するという姿勢は、企業の中の研究部門、特に若手の教育にも非常に意味があるのではないか。」(大手野源隆企業)
- ・「産総研を網羅する言葉は全くないのに、(多分野の)研究を1つの言葉でまとめることができない中、このような刊行物の発刊は非常に有益な情報。」(企業の研究開発部、50歳代男性)

16

類縁関係



17

ございます。先ほど申しました学術誌の原著論文、総合論文というのもございます。それから、特許がございますね。特許とどう違うのか。同じ部分があるか。それから、プロジェクトも申請書・報告書がありますけれども、これとどう違うのか。それから、企業には技報がございますし、あるいは学会には解説がございます。詳しくはまた議論のところでチャンスがあればと思いますが、私は、一番関係が深いのはプロジェクト申請書・報告書じゃないかと思っております。これと一番似ているのではないか。むしろ学術誌の原著論文は重なるところはそんなに大きくないのではないかと思っております。

こんな類縁関係にあって、これはご説明申し上げませんが、いろいろな特性に関して、先ほどの媒体がどういう特徴があるか、どこに力点を置いているかということ私なりに整理をしたものですが、時間の関係上、スキップします。

◎まとめ

今後の展開ですけれども、我々としては、論文を拡充していきたいなど。産総研の中でもまだ浸透しておりませんので、中堅や若手がどうこれに書いていけるのかというところは考えなくてはならないですし、産業界、大学の方々にもこれを拡充したいと思っています。

論文の読み方ですね。こういう情報というのは初めてです。お読みになっていただいていると気がつくと思うのですが、こういうことは他のどこにもないというのがわかりまして、これをネタにしていろいろなことがどうやらわかりそうだという材料にもなります。読み方の開発というのがあるかなと思っています。

それから、きょうの主題であります、いろいろな他の学会の方々、組織の方々どう関係を持ち、連携していくかというのは、今後の展開の課題です。

長くなりまして、大変恐縮です。ありがとうございました。(拍手)

まとめ

- ・ オリジナル版(日本語) *Synthesiology* の発行
1巻1号～4号 2008年1月～12月
研究論文 全24編 (内、自主投稿論文 2編)
- ・ 英語版 *Synthesiology-English edition* の発行
Vol.1 No.1～2 2008年8月、10月
オリジナル版のすべての日本語研究論文を英訳
- ・ 今後の展開
 - シンセシオロジー論文拡充: 投稿の勧誘
産総研中堅・若手研究者、
産業界・大学の研究者
 - 論文の読み方の開発:
構成学一般論の考察
 - 学会との関係

19

質疑応答

○司会 小野副理事長、どうもありがとうございました。

時間の関係もありますが、簡単なご質問だけはお受けしておいた方が、後々の話のときに混乱がないかと思うのですが、ここはどういう意味ですかとか、何かございますか。

○小林 ありがとうございます。これを見たのは、これは私、初めてですか。

○小野 皆さんに見せるのは初めてです。昨日つくったものですから (笑)。

○小林 我々の *synthesiology* の4番目は、△、○、◎。私、新規性のところも◎ではないかなと思っているんですが、さっき新しいことがいいことだというのが既存であっ

たとおっしゃったのですが、我々は別な意味で新規性があると思っているんですが、そこら辺はいかがでしょう。

○小野 新規性を問わないということではもちろんないのですが、それよりは有用性とか社会性を問っているなというその気持ちでありまして、決して×ではないのですね。

それから、特許というのは完全に新しくないと意味がないですね。プライオリティがものすごく重要なものですから、特許の場合は◎だろう。新聞記事も、他の新聞が既に発表したものは、決して新聞記者は書きませんので、そういう意味では彼らも◎なのですが、我々がここを◎にすると、◎があまり多いと依怙贖罪かなというのもありまして、ここは単に○にいたしました。

○小林 わかりました。

○司会 他にいかがでしょう。

じゃ、議論はこの後またお願いすることにいたしまして、小野副理事長、どうもありがとうございました。

続きまして、このワークショップでは同じく産総研から持丸さんにシンセシオロジーの研究事例ということでご報告いただきます。

「個別適合メガネフレームの建設・販売支援技術」

産総研デジタルヒューマン研究センター副センター長 持丸 正明

産総研の持丸でございます。

なぜ私が選ばれたのかよくわかりませんが、1巻1号に掲載されました私のシンセンオロジーの論文を中心に、産総研でどういうふうにして構成学の研究を論文にしているかというお話を申し上げたいと思います。

私の話は大変わかりやすいです。皆さんの日常生活に近いことですが、メガネをどうやってつくって売ろうかという話です。裏にあるのは、「あなただけ」を「だれにでも」です。

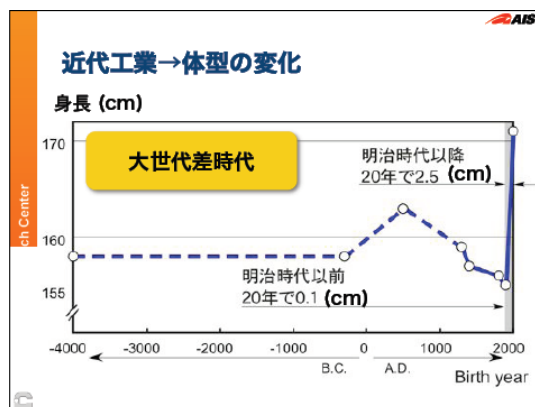
◎近代工業→大量生産

バックにはまさしく社会的な要請ですね。これ、富岡製糸所です。近代工業が明治になって起きまして、日本でも良いものを安く手に入れることができるようになりました。明治維新政府が言ったように、産業が起きて生活が向上するという大変結構な作用が起きたわけですが、おもしろいことに、食うものが良くなると、我々は背が高くなるという傾向があります。



◎近代工業→体型の変化

これは、縄文時代から現在までの二十歳の男性の平均身長の変化です。だれがこのころ背を測ったのか、微妙な問題ですが、大腿骨が発掘されると身長が推定できる。見ていただいてわかるように、明治以降、特に戦後、劇的に我々の平均身長は伸びているのです。つまり、お年寄りの背が縮んだのではなくて、最近のいいものを食べている若い者はいくらでも背が伸びる、理屈から言うとそういうことです。



人生が50年だとすると、ここからここまで6,000年ですから、その中の50年間の変化は実はそんなに大きくなかったのです。人生が80年になって、急に身長が伸びると、

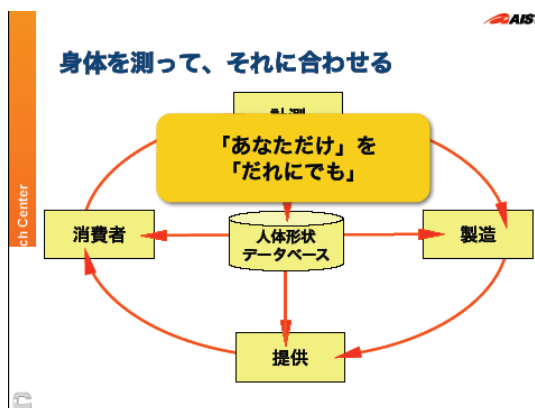
いろいろな身長の人がいるという、大きな世代差の時代に今たまたま我々は遭遇しているのです。人類始まって以来の瞬間に今我々はある、こういうことが言えます。

こうなってくると、画一的な同じものを大量につくって大量に売るということでこういう時代が起きて、今度はその画一的なものが大量に売れなくなってくると非常に皮肉なことが起きているわけです。

◎身体を測って、それに合わせる

それならば、一斉に同じものをつくって大量に売るのでなくて、あなたの体を測って、それに合うものをつくって、それを提供するというサイクルを回したらいいのではないだろうか、というのがそもそも私がつくりたい社会像です。私はもともと人体のことをやっていたので、そういうようなサイクルを通じていろいろな人の体のデータを社会として蓄積できる仕掛けが

できないだろうかと考えてまいりました。「あなただけ」なのですが、だれでもそれが享受できるように、そういうようなことができないだろうか。



◎コスト・時間と消費者満足度

これは私がつくった図ではないのですが、論文に出ていますが、私の知り合いのスペインの研究者からもらった図ですが、どうやって体つきの違う人に物を合わせようか。これがマスプロダクションです。縦軸は、そんなに強い意味はないのですが、上に行くほどお金がかかる、時間がかかる、顧客満足度が上がるよということです。

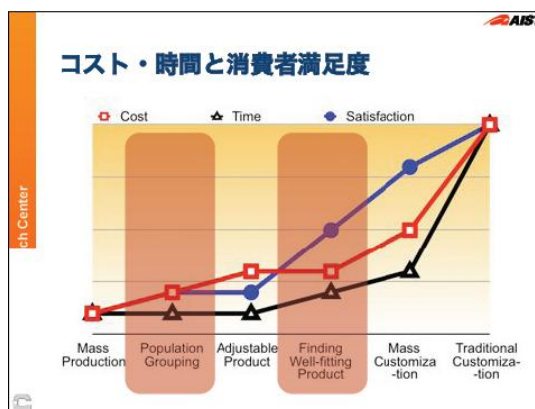
これは、従来の手作業による手工業的なカ

スタマイゼーションですね。今、これはちょっとお金がかかり過ぎるので議論しないとすると、これがサイズをグルーピングする S、M、L みたいな発想です。

これは、皆さんが座っていらっしゃる椅子みたいなものですね。1 つの製品なのですが、高さが変えられる。

それから、これはインターネット時代、そうやってたくさん商品がある中で、あなたに合うものをうまく見つけてあげましょう、こういうものと組み合わせられています。

これは、我々が目指すマスカスタマイゼーションで、お店が工場になっている、そん



なようなスタイルです。もちろんこれがゴールなのですが、いきなり社会にこれをやろうといってもなかなかうまくいきませんので、これを目指しながら、我々の研究は、この辺のところを今回は掘り下げてみたということです。

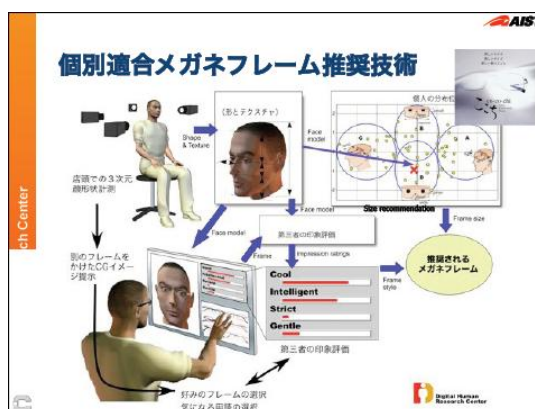
◎人体形状モデルに基づく適合設計

実は、この手のことは私のところで随分いろいろやっております、きょうはこの中でメガネのお話をしたいと思います。それは、シンセシオロジーという視点で見たときに、この1つシナリオの中にいろいろな技術が寄っているということです。おもしろいことに、これがプロジェクト報告書としてはまとまらないのです。なぜかというと、経済省のプロジェクトと企業の共同研究と大学の共同研究が全部一まとめになってこのストーリーになっております。ここに出ていく共同研究先を見ていただいておりますと、何となくわかりいただけるとと思います。



◎個別適合メガネフレーム推奨技術

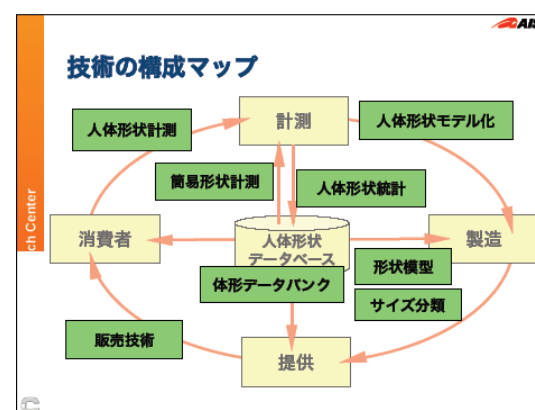
これが1つの最終イメージです。お店であなたの顔を測って、そのサイズに応じてメガネを選ぶとともに、それがどのように似合うかをシミュレーションして、ファッション性とフィット性の両方を推奨できるようなものをつくろうということです。



◎技術の構成マップ

これはさっきお見せした図ですが、きょう、お話しする我々の技術というのは、まず測る。それをモデル化して統計処理して、物をつくって、さらにそれを売って、そういうのを通じながらデータバンクを持続的に蓄積していくという、これだけの技術がこの枠組みの中に散りばめられている。

これをまさしく“構成”しながら1つのシナリオをつくっていったというようなお話です。一個一個は実に簡潔にお話をいたし



ますので、全体の技術がどうやって構成されているかというのを酌み取っていただければと思います。

◎頭部形状計測システムの開発

これは経済省の委託研究でやったのですが、頭の形を耳の後ろとかあごの下とか、隠れやすい場所も隠れることなく、かつ短い時間で正確に精密に測る機械です。非常に大型の機械でして、大きな小屋ぐらいあって、中に 12 台カメラがあって、これで頭の形を測っております。

◎計測例

これは私です。別に頭を剃らなくても測れます。キャップをかぶればいいのですが、同僚の研究者が髪の毛があるときとないときとを比較したいと言ったので、しょうがないから私は剃りました。

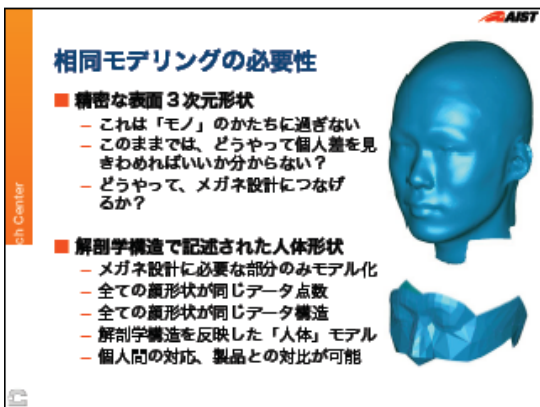
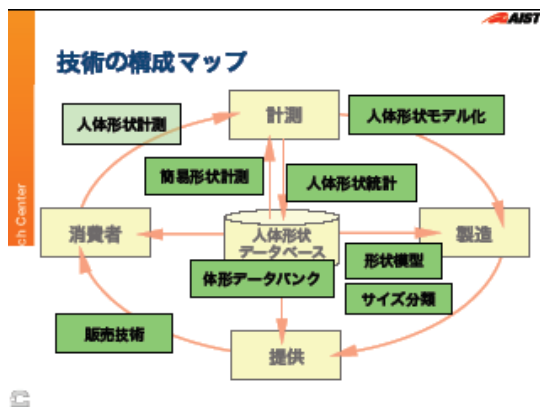
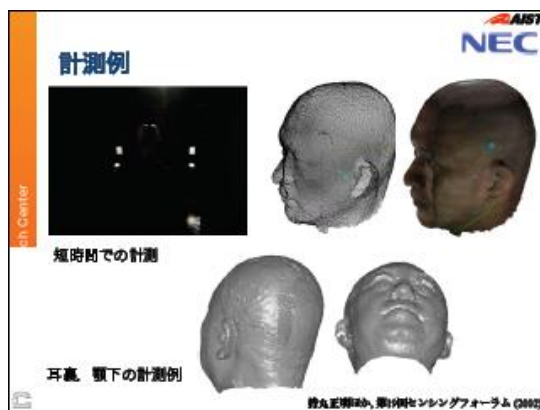
今、パッと光が出ましたが、一瞬光っている間に全部計測が終わっています。あごの下とか、鼻の下とか、カメラを巧みに設置してあって、こういうところも撮れる。なぜそんなところが重要かというと、きょう、メガネの話をしませんが、耳の後ろに皆さんのメガネのつるがかかっています、その部分の形状をしっかりと測るとというのが非常に重要だったということです。

◎技術の構成マップ

測ったデータを我々が言うところのモデル化をいたします。

◎相同モデリングの必要性

これが測ったデータです。人間を見ると、ああ、これは顔だとわかるんですが、実は

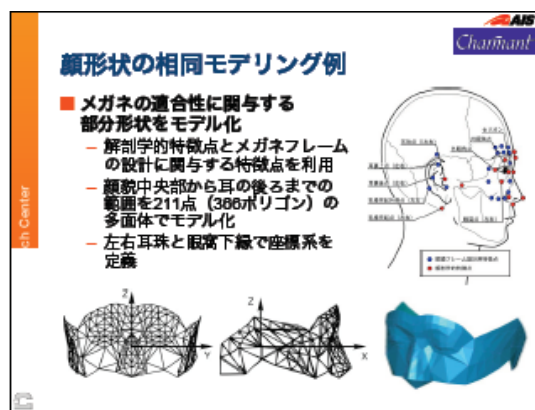


コンピュータにとってはただの点群情報でありまして、ここは鼻だということはコンピュータは全く理解できません。ある座標値だと理解しているだけです。

このままですと、個人差もわからなければ、メガネとの関係もわからない。そこで、これに解剖学的な情報とかメガネとの相対的な位置関係などの知識を加えてやって、メガネに必要な部位だけ、ポリゴンであらわすと、我々からすると、これが1つのモデルになります。つまり、これに知識が加わって、コンピュータで製品設計に利用可能な状態になったということです。

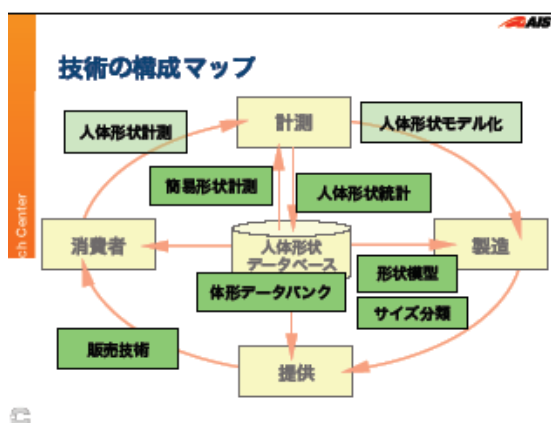
◎顔形状の相同モデリング例

これがモデリングの方法です。こんなような形でさまざまな特徴点を使って、全体では211点、366ポリゴンという多面体で構成しています。どの個人も366個のポリゴンで、何番目の点は必ずどこになるというのが全部一致しているというわけで、非常に筋の良いデータになります。



◎技術の構成マップ

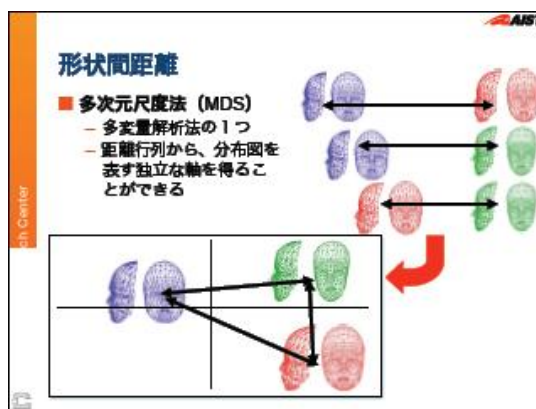
ここまでくると、体の形の統計処理が可能になります。この統計処理というのは、早い話が、体の分布図をつくったり、その平均値を出したり、あるいは標準偏差の位置に相当するものを出したりすることです。



◎形状間距離

身長だったら簡単ですね。これは皆さんエクセルを持っていればあつという間にできる。3次元の形でどうやるか。

実は、ここに3つの顔があります。赤と緑と青ですね。それぞれの顔は同じデータ点の数で構成されているので、それぞれのユークリッド距離を全部足し算してやると、形の間の距離というのを定義することができます。



矢印の長さが距離だと思ってください。例えば、青と赤はこれだけ違う。青と緑はこれだけ違う。緑と赤はこれだけ違う。3つ違いがわかったら、その相対的な配置はユニ

ークに決まってしまう。もっとたくさんあったらどうするか。そのときにこの多次元尺度法というのを使ってやると、たくさんある体の情報の相対的な距離関係をできるだけうまくあらわす地図を計算することができます。

◎形状の個人差分布図

これが、我々が出した成人男性 56 人の顔の形の分布図です。実際に 2 次元で今ここにあらわしておりますが、日本人の顔の形のばらつきが独立した 2 次元であらわせる保証は全くありません。日本地図なら多分大体 2 次元でできますね。ブラジルまで入れても、3 次元を入れれば大体できる。しかし、個人差というのは何次元あればいいのか、やってみないとわかりません。

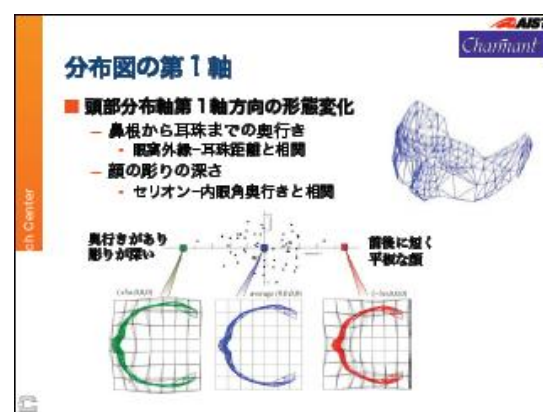
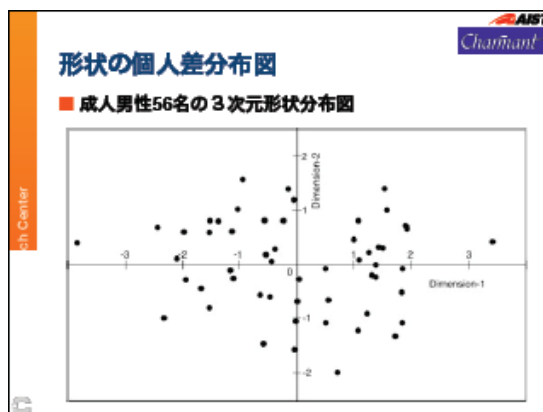
ちなみに、我々の場合、やってみたところが、5 次元までで大体 90 何%、個人差を表現できます。これで約 80 何%ぐらいですね。したがって、非常に大きな特徴がこの 2 次元の中に入っているということです。

これは、個人です。少なくとも量産的な技術を使って物をつくろうとしたときに、メーカーさんは個人にはあまり興味がないですね。ここの真ん中にいる形はどうよ、この辺にいる形はどうよ、そういうようなある程度統計的な代表形状を知りたいということになる。

◎分布図の第 1 軸

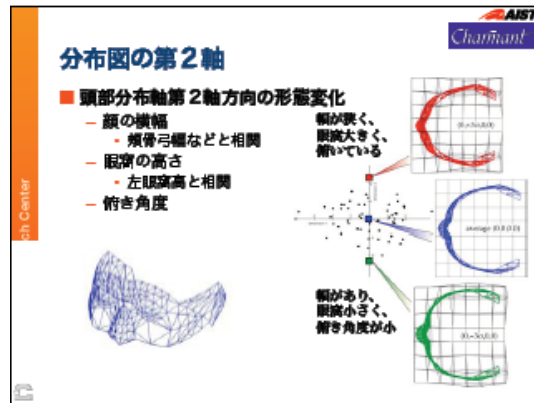
それを合成する技術を開発して、これは第 1 軸に沿って仮想形状を並べてムービーにしてあります。そうすると、日本人の個人差の第 1 軸というのは非常によくわかります。顔つきはいろいろ違うようですが、奥行きがあって彫りが深い顔から、前後に短くて平板な顔を対比するようなのが、皆さんのお顔つきの個人差の一番大きな特徴です。

同僚の研究者に言わせると、どちらかが縄文顔で、どちらかが弥生顔なんだそうですが、その辺はウソかホントかわかりません。



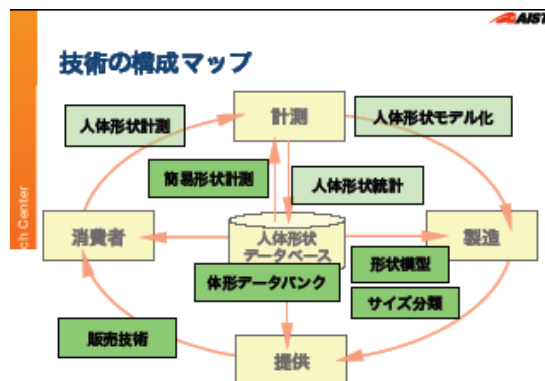
◎分布図の第2軸

第2軸です。第1軸とは直交する特徴で独立しているものです。こちらの方は、幅が効いているのと、目の入るソケットの大きさ、顔のうつむきが効いています。うつむきといっても、解剖学的に座標計をとっているのではなくて、耳と骨の位置に対して、頭の前頭が飛び出しているわけです。これはメガネに重要な情報になります。



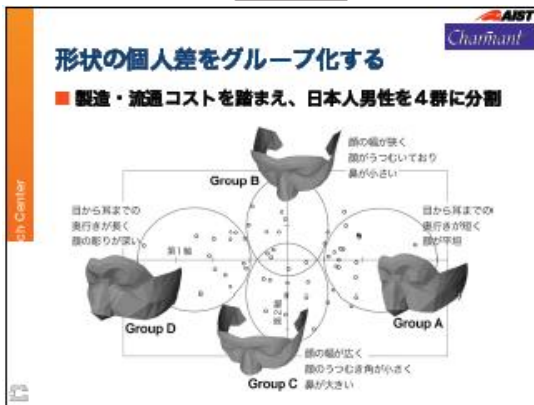
◎技術の構成マップ

こういうふうにして統計処理したのに対して新たにサイズ分類をして物をつくろうということが出てまいります。



◎形状の個人差をグループ化する

この辺はメガネメーカーとやらないと埒が明きません。今回は4つに分けました。この4つに分けたというのがまさしく論理的には説明できない、と書いてあります。製造・流通コストを踏まえ——学会誌に出すと怒られそうなことですが、しかし、現実的にはこういうのはとても大事です。つまり、これ以上つくったら、例えば200個つくれるのかといたら、とても難しい。4群に分けて、第1軸が主に3群、第2軸はさらにそれを2群に分けてあります。



ちなみに、何で丸の大きさが違うかというと、出荷量ができるだけ同じになるように調整してあります。全部同じ丸にすると、Mサイズだけたくさん出てしまうというがあるので、端っこが少し大きくなっています。



◎メガネフレーム設計

これが最終的につくったフレームです。こちらが普通のフレームです。新しいフレームは、苦勞して測った耳の後ろを抱きかかえるような、ちょっとラウンドのデザインになっています。この後、随分コンパチのものが出てしまいました。

◎適合性評価

それがどうなのだろうということで、実際に被験者を連れてきて、メガネの圧迫力とかずれ量とか、それから、官能検査、心理評価を計測いたしました。

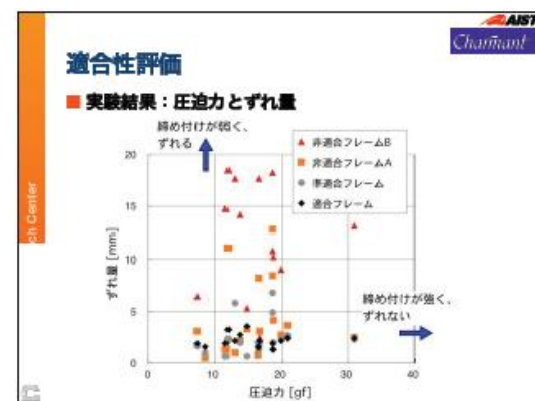
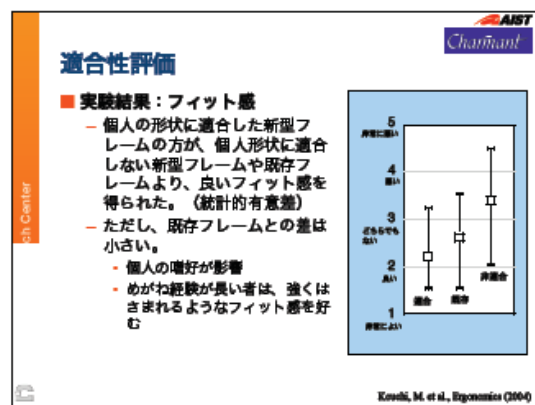
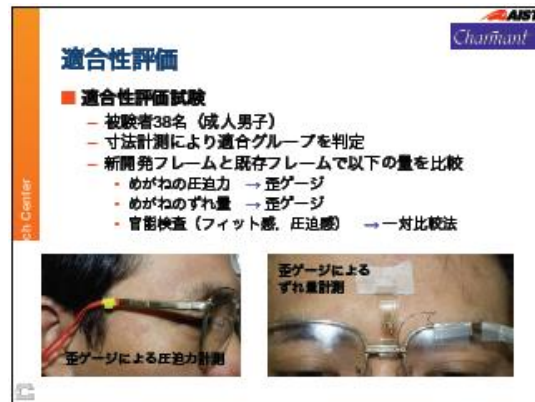
◎適合性評価

心理評価の結果からお見せしましょう。これが、今回良かった、ぴったり合ったフレームです。これが古いフレームです。これは今回つくったんですが、あなたの顔に合わないフレームの評価結果です。

下にいくほど良くて、上にいくほど悪くて、1%で有意差が出ているのですが、見ていただくと、そんなに変わらないんですね。我々もちょっとショッキングだったのです。実はメガネをかけていただくと劇的に違いがわかります。全然違います。受ける感じが違うんです。ですから、そういう評価項目はもちろん違いが出てきます。ただ、総合的なフィット感というものになると、思ったほど違いが出ないのです。被験者の方で、どういう属性の方が我々の意に逆らったのだろう。ちょっと突っ込んで見ると、顔の幅が広くて、メガネを外したときに跡が残っていらっしゃる方がいらっしゃいますね。我々はそういう方々のためにフィット性のよいメガネをつくったはずなんです、そういう方々は、メガネというのは左右からギュッと押しつける、あれがフィット感でしょうと長いこと思っていたら、新しいものを提供されると大変物足りないということでフィット感の評価は低くなっています。

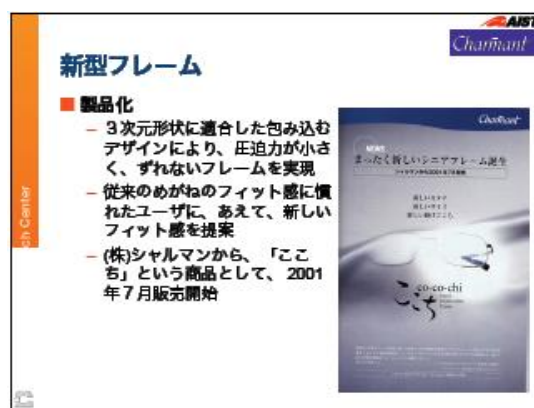
◎適合性評価

物理的な方はどうかという、こちらはき

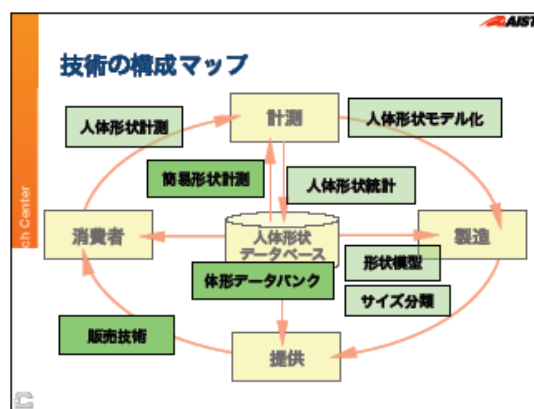


つまり、物理的には確かにぴったり合っていれば圧迫力が小さくて、頭を振ってもずれないということがわかった。

こういうような物理情報をどちらかとい
 うとカスタマーコミュニケーションにして、
 最終的にはこのメーカーが、随分前にな
 りますが、メガネフレームをこのとき出して、
 この後、2、3回新しいスタイルとして出
 ているということです。

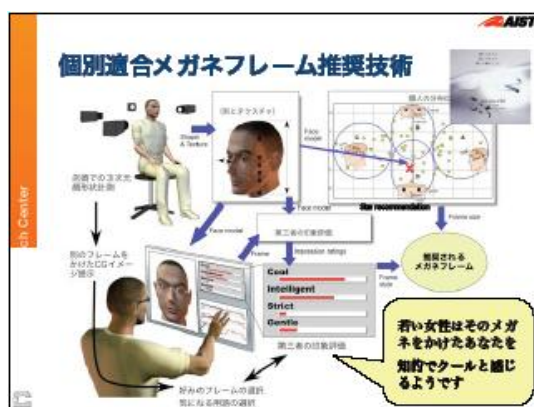


さて、今度は、そういうようなメガネを最終的に売ろうということです。



最初に図に戻りますが、ここがサイズが合ったものです。メガネを皆さんが選ぶときにサイズでメガネを選ぶ方はいないんじゃないでしょうか。私はこの研究をするまで、メガネに大体サイズのバリエーションがあることすら知りませんでした。本当はすべてのフレームにあるのだそうです。

今考えているのは、あなたの顔を測らせ



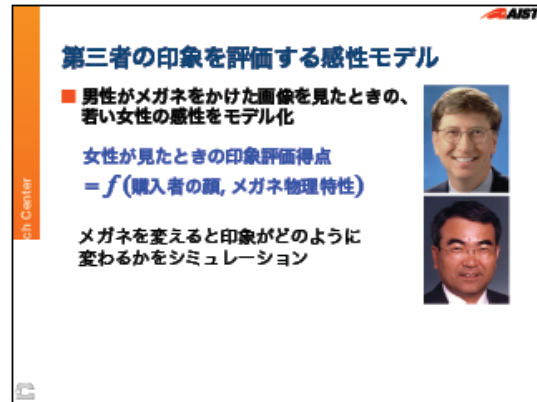
ていただいたのですから、あなたにそういうようなこととお見せするような技術をつくりましょうと。メガネ屋さんに行く方というのは目が悪いのですね、当たり前ですが。目が悪い方が今かけていらっしゃるメガネを外して、度のないフレームをかけて、しげしげと鏡を見ても、よく見えないというのは当たり前の話です。

そこで、コンピュータグラフィックの顔に別のメガネをかけたあなたを見せて、自分のメガネをかけたまま、別のメガネをかけた自分が見れる。これはそんなに難しい技術ではないのですが、このミラーで、若い女性はそのメガネをかけたあなたを知的でクールと感じますよ、そうしゃべってくれるような鏡をつくろうというわけです。

◎第三者の印象を評価する感性モデル

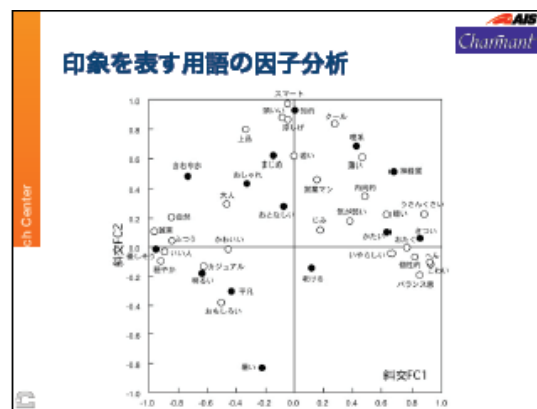
どうやるかということ、結局、数学を解かなくていけないので、メガネをかけたときに、女性が見たときの印象を得点化して、それをあなたの顔とあなたがかけたメガネの物理量の、何だかわからないけれども、関数になっているはずですよ。我々が言うところのこれもきょうの一つのモデルですが、数学的なモデルに落とし込もうというわけです。

なぜ、男性がメガネをかけたときの女性の感性をモデル化したのかということ、私が一番最初にこのモデルを使いたかったからというのがただ単純な答えでして、別に逆でもよかったのですが、大体こういうのは女性の印象の方がおもしろい結果になります。



◎印象を表す用語の因子分析

ちなみに、このために言葉を使うことにしましたので、最初に言葉を少し整理しなくてはなりません。たくさんの印象をあらわす言葉があるんですが、全部使うと実験が大変ですから、最初に官能検査をして、その類縁関係から言葉のマップをつくって、近いものははずしていくという作業をいたしました。



これは因子分析の結果ですが、こちらの方を見ていただくと、「誠実、普通、いい人、穏やか、やさしそう」、こんなのが近いですね。ということは、その反対側に何がいるかというと、「きつい、おたく、いやらしい、バランス悪い、変、怖い」とか、こういうのがあります。

皆さん方に参考までにお教えしておくと、皆さんがメガネをかけている姿を見て、若い女性が、「あ、個性的ですね」と言われたときは、それはいやらしくて、おたくできつくて変で怖くてバランスが悪いんだけど、まさかボスにそうはっきりも言えないから、「個性的」という言葉を使っているだけです。位置を見るとよくわかる。

上の方が、スマートとか、頭がいいとか、知的。反対側に、ちょっと我々の世代の男性にはわからないんですが、暑い。字が間違っているんじゃないんですね。暑苦しいというぐらいの意味なのだと思いますが、“暑い”という言葉が入っています。

ちなみに、ここにいらっしゃる皆さんが一番気になる理系はどこにいるか。理系はこの辺にいますね。ここがクール、ここが知的、これがおたくです。理系というのは、かなりクールで知的な印象を与えています。でも、勘違いしちゃいけないのは、理系の人はこう感じる、ということじゃないです。あなたが理系に見えたときはここにいますというだけです。皆さんが理系に見えるかどうかはまた別の議論です。

◎官能検査

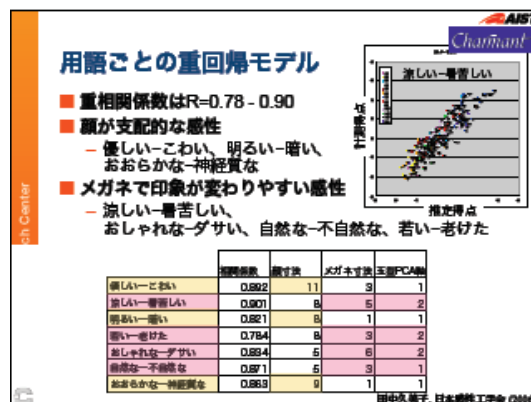
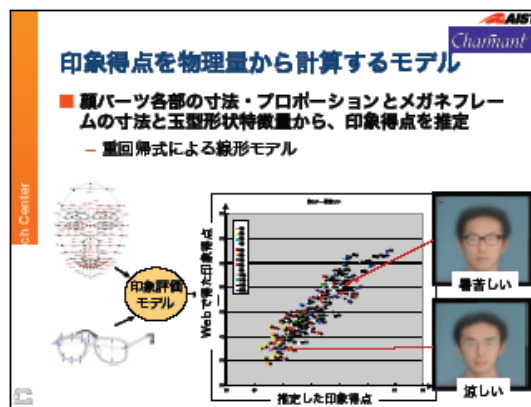
さて、こういうような言葉から我々は 4 対の言葉と、さらに明確な 3 対の言葉をいただいて、合計 7 対の用語について、ビジュアルアナログスケーリングという方法で Web アンケートを実施しました。これは非常に簡単で、我々が合成した仮想顔にいろいろなメガネをかけたやつでどんな印象を持ちますかというのを Web 上で若い女性に聞くと、大体 3 時間で 300 人ぐらい、全国のデータが集まります。

◎印象得点を物理量から計算するモデル

それから、顔のパーツや各部のプロポーション、メガネのフレームの寸法や玉の形をあらわす特徴量などを定量化して、この場合はシンプルに重回帰の線形モデルをつくってみました。線形でいけるかなと思ったんですが、結構きれいに線形に乗っておりまして、横軸が推定した印象得点、縦軸が Web で取得した皆さんが答えてくれたやつ。この子が涼しい顔になるときに、ちょっと暑苦しい顔になるときに、何となく皆さんの印象が一致するかもしれません。

◎用語ごとの重回帰モデル

重回帰相関が 0.78 から 0.9 ですから、



結構いい線をいっていますね。見ますと、幾つかのファクターは顔が支配的なんです。項目から見てメガネで決まるのが4つしかないとか、2つしかないとか、顔で8個決まります。何を言いたいかというと、皆さん、どうあがいたって、怖い顔をした人は何のメガネをかけても怖いんですね。最初から、暗いな、こいつというのは、どんなメガネをかけてもやっぱり暗い。あまりお客さんにはっきり言いませんけれどね。

こちらの方になると、メガネが結構効いてきます。涼しいとか老けたとか、おしゃれだとか、こういうのはメガネのファクターがかなり相対的に効いてくる。このようなことがわかっています。

◎メガネ感性シミュレータ

最終的には、私の顔が出ていますが、コンピュータ上に実装しまして、私の顔写真を撮ると、目鼻の位置を自動的に認識して、先ほどのファクターで回帰式を入れて、次々にメガネを変えると、ここに答えが出てきます。こういう仕掛けになります。

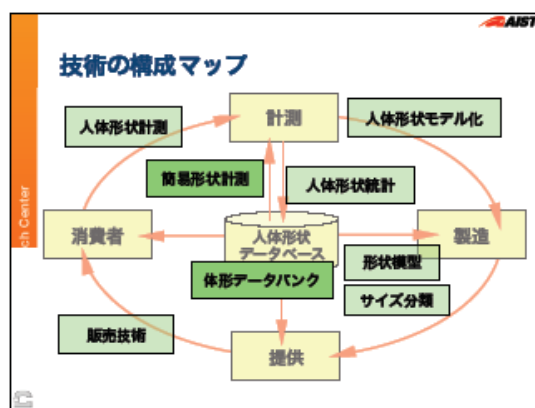
最初は絶対値で答えを出していたんですが、そうすると、さっきからこれ、怖いところから全然変わらないんだけど、うちの見学に来た先生方からちょっと不満が上がったりしましたので、今は相対値になっています。つまり、お顔をいただいた方をすべてのメガネで計算して、ここに相対値が出ると、「ああ、俺、すごいやさしい感じ」というんですが、裏にある実際の数字は本当かどうかよくわかりません。



◎技術の構成マップ

さて、こういうような販売技術が出ると、本当にお店に出すには、もうちょっと簡単に頭が測れないと具合が悪い。最初に国の事業でつくらせていただいたのは1億円ぐらいかかって、動かすのに大変手間がかかる。そういうようなのでは実際にお店で測れない。研究室用ですね。

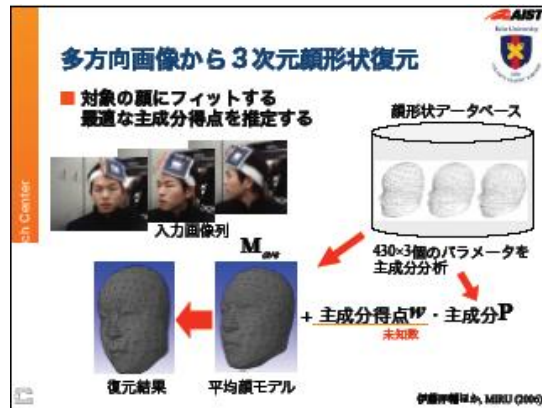
実際に店頭で測るには、低価格で省スペースで、計測はきのう雇ったアルバイトのお兄ちゃんでも撮れるとか、お客様を待たせない。それから、レーザ光で我々はよく測るのですが、これは何となく目に入るとき嫌だなというので、レーザ光を当てない。で



すから、基本的に、例えばデジタルカメラがたくさん置いてあって、それでパシャパシャパシャと撮ったら3次元の顔が構成できる、このような技術が期待されます。

◎多方向画像から3次元顔形状復元

これは慶応大学と一緒にやったのですが、先ほどの顔形状データベースというのを使って計測をします。顔に個人差があって、先ほど言いましたように、顔全体でいくと430個の点があるわけなんです、430個の点皆さんの顔で自由に変わっているかという、そんなことはない。こんなところに角が生えちゃっている方はなかなかいないわけですね。ということは、実はこの430



個の点は、ある限定された空間の中でしか変わっていない。ということは、 430×3 の自由度は本当はなくて、もっと少ない自由度しかないのです。最初に日本人の顔データをしっかりとって、主成分分析してしまって、その主成分空間の中だけで探索してやると、非常にスムーズに探索ができる。

探索する対象は、実は多方向から撮った画像で、それに顔データベースの平均顔に何かあなたに相当する部分をつけ加えてやって、一番画像にフィットするような形状を探し出すということをしています。少し効率的な探し出しの仕方をしていますが、そうしますと、あなたの顔に近いものをコンピュータの中で復元できます。

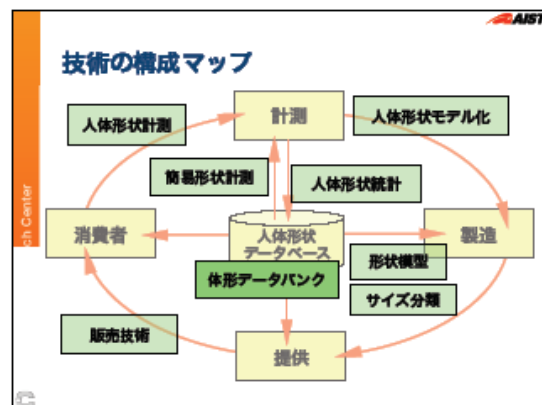
これは、正確には計測方法ではありません。事実、この論文を計測として出したところ、査読者にめちゃくちゃ怒られました、「おまえ、計測していないじゃないか」。ですから、学术论文で出すときは、「復元方法」という言葉を使っていますが、しかし、機能的には計測です。これは技術的に中で復元的な手段をとっているの、外から見たら、カメラで写真を撮ったら3次元の顔が出てきたわけですから、機能的にはほとんど計測しているぞと。ミソはここに顔のデータベースがあるということになります。

◎技術の構成マップ

こういうような技術を使って、今度は実際のサービスを通じてデータを集めていくということなのです。

◎消費者のコンセンサス

残念ながら、この後、この企業とそれから、もう一社大手のメガネ屋さんと今交渉



中でして現時点ではこのシステムがまだお店で動いているわけではないのですが、実際に消費者はこういうことがあったときに、どれぐらい自分の顔写真や顔の形状データ——写真はちょっと難しいかもしれませんが、顔の形状データを利用させてもらえるかということの調査を、実は我々は別の事業でしたことがございます。

個人に適合する製品が出たときに、量産品の 1.5 倍ぐらいの価格であれば、それにお金を払ってもいいよ。1 週間以内に届くのならそれでオッケーというような調査結果が出ています。

実際には 1.7 倍ぐらいなのだそうです。実は 1.5 倍になっているのは、この調査をしたときに、関東と関西で同時に調査をしまして、ここは選択肢ではなくて、フリーで書いてくださいようにしています。こういう質問にもかかわらず、関西だと 0.8 とか 0.4 とか、どんどん安くなるような数字を書く方がたくさんいまして、それもそのまま平均して 1.5 倍。

それから、こうやって集めたデータは、正確には法的な個人情報ではありません。個人がタグ付けされるわけではありませんが、それが再びものづくりに再活用されることにどうですか。「個人が特定できなければよい」というのが、2003、2004 年の調査ですが、この時点で 6 割、「何が何でも嫌」という方が 4 割。この結果をどう見るかは皆さんの判断に任せますが、我々は、まだ正確にベネフィットが出ていない段階でもこれぐらいのアクセプトがあるのは前向きじゃないかと考えております。

◎足形状計測＋個別インソール

事実この後、我々は足の研究もしているのですが、アシックスさんがもうビジネススタートしまして、我々が開発した足の形の形状計測装置を ASICS Tokyo という銀座にあるショップで実際に測って運用しています。店頭でお客様の足を測ってインソールをカスタマイズするというサービスを提供しながら、実はお客さんにその足データを、個人が特定できない形で蓄積させてください。

それは次のうちのシューズ設計に再活用しますよという合意を取り付けています。歩人館というところでも似たようなことをやってくれています。

消費者のコンセンサス

- 個人に適合する製品
 - 消費者個人の体型&感性に適合する製品であれば...
 - 許容価格 → 量産品の1.5倍
 - 許容納期 → 1週間以内
- デジタル化された個人情報
 - 体型データや足形状データの管理
 - ・ 個人?
 - ・ 販売店や企業?
 - ・ 中立機関?
 - データの蓄積と再利用
 - ・ 個人が特定できなければよい? → 6割
 - ・ なにがなんでもイヤ? → 4割

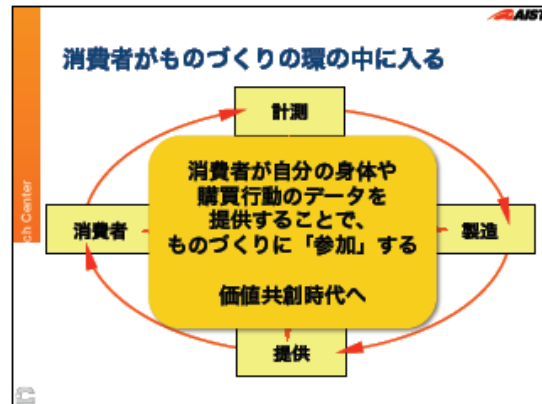
持丸正規 日本VR学会 (2005)

足形状計測＋個別インソール

- ASICS Tokyo
 - 店頭で顧客個人の足形状を計測し、インソールをカスタマイズ
 - 足形状データを蓄積し、よりよいシューズ設計に再活用

◎消費者がものづくりの環の中に入る

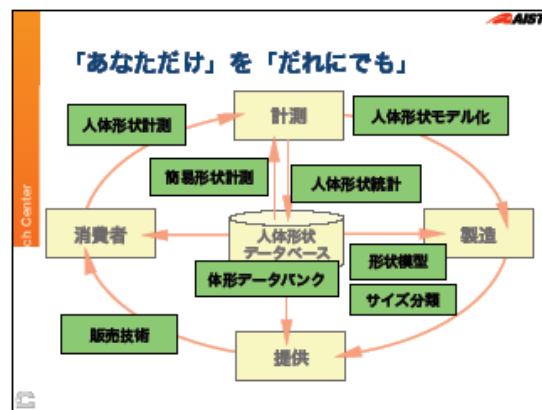
これは最初の図ですが、消費者がものづくりの環の中に入っているというふうに考えることができます。つまり、消費者自身が自分の体や購買行動のデータを提供することで最終的にもものづくりに参加している。これが我々は次の価値、競争時代へのつながりになるんじゃないかと考えております。



◎「あなただけ」を「だれにでも」

以上、「あなただけ」を「だれにでも」という考え方で、メガネを事例にしてこういうさまざまな技術を統合して、1つのプロジェクトをつくっていくという研究事例を紹介いたしました。

どうもありがとうございました。(拍手)



質疑応答

○司会 持丸様、どうもありがとうございました。

統数研の皆様から非常にいろいろコメントが将来出てくるのではないかとというおもしろい発表でございましたけれども、まず質問だけお受けしたいと思いますけれども、何かご質問ありますか。あそこがわからなかった、もうちょっと説明してとか。

○フロア どうもありがとうございました。

ちょっと確認なんですが、最初のシナリオというのはどこのところですか。

○持丸 私個人としては、とにかくこういうようなことを実現したい、製造業を通じてですね。「あなただけ」のものを「だれにでも」提供したい。そのためには、そんなにプライスを上げずにこういうようなものが提供できるようなシナリオをつくりたい。その具体例としてメガネを今回は取り上げて研究をしたということです。

○フロア どうもありがとうございました。

○司会 ありがとうございました。

もう一つ私から、イージーオーダーと比べるとどこが違うんですか。

○持丸 私は、それに対して明確な違いを出そうという思いはありません。この場合は、

幾つかのものは事実できているわけですね。洋服のイージーオーダーみたいなものはできていて、むしろそれでできなかったところに新しいテクノロジーを使ってアプライするとともに、そのデータをもう少しベースのところを生かすサイクルがうまくつくれないか、そういうような考え方に近いかと思います。

○司会 提供するフレームのパターンとしては4種類。途中で4つという言葉が出てきたかと思いますが、4群と。4つのものしかサイズとしては出さないという意味ですか。

○持丸 いや、それは一つの例ですね。最終的には、このメーカーはパーツごとにカスタマイズしてお店で組み合わせるということも今始めようとしていますので、その場合は、組み合わせによってはもっとパターンが増える。ですから、それはビジネスと技術の絡みです。

○司会 要するに自動車により近づいているというイメージでいいですね？

○持丸 はい。

○司会 どうもありがとうございました。

他によろしいですか。原先生。

○原 さっきのシナリオと関係するんですが、実際に研究を進めていかれるときには、先にシナリオがあるのでしょうか。どういう展開になっているのですか。

○持丸 大変ありがたい質問です。私の事例でお答えしますが、最初に研究を始めたとき、こんなシナリオはありませんでした。漠然と頭の中にあったんですが、少なくともこれは共同研究している相手とか、いろいろな人とやりながら、今はきれいに話せませうけれども、きれいなシナリオができたのですね。それは私のパワーポイントの進化を見れば、大体自分でわかります。最初のころは、ああ、こんなぐらいの頭しかなかったんだと。

だから、構成そのものがもちろん最初からきれいにできているケースもあるでしょうけれども、私の場合は、だんだん形づくりながら、必要な技術がそこに入っていったという感じに近いと思います。

○原 もう一つは、これはメガネなんですが、他のものをやられながらこのシナリオができたという理解でよろしいのですか。あるいはメガネだけでこれができたのですか。

○持丸 メガネだけではありません。先に足の話が先行しておりましたので、メガネがこのシナリオになったのには、足が動いていた——先ほどのアシックスのケースですね。ああいうのが動いていたところからの受けたインスピレーションがかなり大きいというのは事実です。

○原 どうもありがとうございました。

○司会 ありがとうございました。

それでは、次のご報告にまいりたいと思います。

次は、横幹連合の方から木村会長に「知の統合とは」ということでお話しいたします。

「知の統合とは」

横幹連合会長 木村 英紀

木村です。横幹連合で一番今重要なテーマとして取り上げていると思います「知の統合」について、きょういらした方は既に聞いたことのあるような話が多いのは非常に恐縮なんですが、「知の統合」について私が今考えておりますことを、話すたびに少しずつ変わっていくんですけども、お話しさせていただこうと思います。非常にインフォーマルなざっくばらんな話になると思いますが、私自身が苦勞しておりますことを率直にお伝えするということになると思います。

一応、「知の統合」については、いろいろな人がいろいろなことを考えて言っていることの、ある種、手垢にまみれた言葉だととられる面が多いんですけども、形式的に「知の統合」というのは何かということをはっきり文章でオーソライズしたものがございませんので、まずそれをご紹介します。

◎「融合」より「統合」へ

ここに青字で書いたとおりですね。「異なる研究分野の感に共通する概念、手法、構造を抽出することによってそれぞれの分野の間での知の互換性を確立し、それを通してより普遍的な知の体系を作り上げること」。これの出典は学術会議でございます。これは、実はそれほど完璧なものではないということをこれから少しお話したいと思います。私がこの定義にかなり関係しておりまして、これを簡潔にまとめるのに随分苦勞した覚えがありますが、果たしてこれで尽きているのかということですね。多少これに関連することを書きました。

◎知の統合の二つのかたち

少なくとも、今「知の統合」と言われているものには2種類あるのではないかという話からさせていただきます。

1 つは還元的な知の統合と、これは勝手に私が名前をつけたのですが、ウィルソンという脳科学者が「知の統合」

「融合」より「統合」へ

知の統合とは

異なる研究分野の間に共通する概念、手法、構造を抽出することによってそれぞれの分野の間での知の互換性を確立し、それを通してより普遍的な知の体系を作り上げること。

(学術会議「科学者コミュニティと知の統合委員会」対外報告、2007)

Aの問題はBの結果に帰着できる、ではなく、Aの問題をBの方法で解くことによって、Bですでに得られた結果がAに新しい知見をもたらす、その結果AとBを結びつけるどちらにとっても新しい方法と対象が確立できる。

知の統合の二つのかたち

還元的知の統合(ウィルソン)

生成的知の統合(横幹)

ということをずっと前から言っております。これと私どもが考えております先ほどの学術会議の定義に代表されるような考え方、これを「生成的知の統合」と呼んでいますが、この2つがあるということに、最近、と言っても1年ぐらい前から気がつきまして、これについてちょっとお話ししたい。

この両者というのは、実は完全に相対立するものではありませんで、両方が相補い合っているような感じのものだと考えていただければいいと思いますが。

◎知の挑戦

ウィルソンのこういう本が出ました。

これは2003、2004年ですが、多分皆さんご存じだと思いますが、一時いろいろ取り沙汰された本です。『Consilience』という言葉ですね。これがこの本の原題でして、副題がUnity of Knowledgeということで、原著は1998年に出版されています。

Edward O. Wilson

Consilience

The Unity of Knowledge

1998



このウィルソンという人はどういう人かといいますと、ハーバード大学の医学部の先生ですが、もう80歳を過ぎている、各方面に広い知識を持っている方です。専門は、生物学の中でも生態学とか、対応する専門を一口で言うことが難しい、生物関係のありとあらゆることに精通しておられます。最近脳科学の専門家だということで、極めて有名な方のようにです。

◎「Consilience」＝「ともに跳躍すること」

“Consilience”という言葉は、こういう人がもう既に20世紀の半ばに使ったということですね。ウィリアム・ヒューウェルという人、これは全然私は知りませんが、この本の中でそういうことが書かれています。「帰納的諸科学の哲学」というタイトルの本で、Consilienceという言葉を使っています。原題は「ともに跳躍する」ということですので、ヒューウェルが、4跳躍するために統合が必要である5ということを使っているようで、ウィルソンは、これこそが自分の考えている知の統合とぴったり一致しているということで、“Consilience”という言葉が最近の著書のタイトルにも使っているわけです。

これをちょっと書きましたけれども、実はこの本から引用した言葉です。訳がちょっ

「Consilience」＝「ともに跳躍すること」

ウィリアム・ヒューウェルがはじめて用いる

「帰納的諸科学の哲学」1840

コンシリエンス

帰納の統合は、ある種類の事実から得られた帰納が、別種の実事から得られた帰納と符合するときに起こる。この統合は、それが起こった理論が真であることの判断材料となる

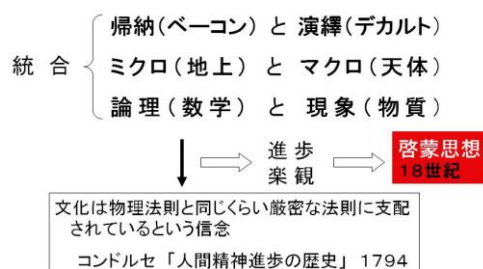
と良くないのかもしれませんが、わかったようでわからないような言葉ですね。要するに、「帰納が2種類あったときに、その帰納が同じである」ということです。これが知の統合であると。この意味が少しずつ後で何となくわかってきます。

◎近代科学の偉大さと方法論的優越

ウィルソンさんがなぜ今知の統合が必要になってきたかということを知り明かしているのですけれども、「近代科学の偉大さをもう一度見るべきである。思い起こすべきである」ということですね。いろいろな統合が行われている。これがいかに当時の知的な世界を風靡したかということとは、啓蒙思想ということを考えてみればわかる。百科全書とかですね。

あのころ、人間は楽天的になっていまして、進歩がこのまま続いて、完璧な世界に到達するだろうという信念に人々は燃えていたわけです。文化は物理法則と同じくらい厳密な法則に支配されているという信念、コンドルセというフランス革命のときの有名な政治家の一人ですけれども、『人間精神進歩の歴史』ということの中でこういうふうにかかれている。こういう非常にすばらしい時代があった。進歩を信じている時代があった。

近代科学の偉大さと方法論的優越



◎物質と社会の統合(文と理) アドルフ・ケトラー『社会物理学』(1833)

ところが、ケトラーという人は『社会物理学』という本も書いた。これは、一転して、対抗軸としてロマン派の台頭とそれを背景とする新しい思想が跋扈して、文と理の乖離が深まったということです。

ということで、現在ではポストモダン、学問があまり信じられない。学者さんはどうぞやってください、ということですね。生活は生活というようなこととか、要するに理想主義、進歩主義、楽観主義は地に落ちたと、この人は言っているわけです。

物質と社会の統合(文と理) アドルフ・ケトラー『社会物理学』(1833)

...やがて

対抗軸としてのロマン派の台頭とそれを背景とする新しい思想の跋扈 文と理の乖離の深化
功利主義(ベンサム、ミル)
マルクス主義
プラグマティズム(パース、ジェームス、デューイ)
etc.

理想主義、進歩主義、楽観主義は地に落ちた?

しかし 現代...すべての価値、文化、学問を相対化するポストモダン主義の天下

◎ウィルソンの思想

そうではだめだと。再び新しい啓蒙主義時代を築こうということで、知の統合が必要だというふうに彼は考えたわけです。もう一度、このころの楽天的な思想に戻ろう。それに足だけの学問の進歩はもう既に得られているはずであるということです。彼にとっては、学問の進歩の代表が脳科学なのですね。

「すべての精神現象は明白な身体的(物質的)な根拠を持ち、自然科学と両立する」、これはある種、唯物論です。マルクスの唯物論とはちょっと違うのですが、唯物論です。精神はものによって規定されている。行動の枠組みは遺伝的に決定される先験論。文化は生命の進化の延長である。

要するに、サイエンスに戻ろう。自然科学や、あるいは脳科学というのが自然科学と言えるかどうか分からないのですが、これをベースにしてすべてを展開していこう。これが彼にとっての知の統合なのです。これは実は非常に根強い。

◎統合を担う生命科学

私自身、今、医学研究所の脳科学総合研究センターにありますが、唯脳主義者というのは結構多いですね。特に医者さんなんかは、すごい薬漬けです。昔はコンサルティングとかということがあって、分裂症という言葉は使っちゃいけないんですけども、統合失調症というのは、そういうビヘイビオラルに直そうという方向がありましたけれども、今はもうほとんどそういう方向はないですね。薬でやろう、薬を完璧に信じている人たちが多い。ということは、精神医学における唯脳主義というのがありますが、いずれにしましても、すべては脳科学の進歩によって解き明かされるということです。あまりここを詳しくやっていると時間がなくなりますが、そういう主張がウィルソン、あるいはたくさんそれを信じている人がいるわけです。

◎ウィルソンの主張

物質科学は既に原理的に統合された。

ウィルソンの思想

- すべての精神現象は明白な身体的(物質的)根拠を持ち、自然科学と両立する。

唯物論

- 行動の枠組みは遺伝的に決定されている。

先験論

- 文化は生命の進化の延長である。

決定論

統合を担う生命科学

脳科学と遺伝学

心: 意識的無意識的な経験の流れであり、感覚印象のシンボル化された記憶と想像である。

情動: 環境による身体状態の活性化、自律神経系と内分泌系の具体的なプロセスとして把握される
1次...種に固有で個体に依存しない
2次...個体の経験に依存

意味...心象を広げ情動を引き込む興奮の広がりによって作られる
意思決定...意味のつながりが行動と結びつく
創造...意味が文脈で修飾され新しい意味を作り出す
気分...情動の持続

自由意志は幻想である。

ウィルソンの主張

- 物理学から生命科学まで、物質科学はすでに原理的に統合された。
- 人間の行動は遺伝的な後生側の社会環境における適用で決まる。
- 遺伝的な後生側は脳における物質過程として記述される。
- 生物学的要素と文化との相互作用は遺伝学と脳科学を通して解明される。

この辺は詳しくは時間がありませんが、要するに還元主義である。還元の対象は脳であるということですね。これは実は根強いということで、ちょっとこれも省略しますが、ウィルソンだけではなくて、こういうことを信じている人はたくさんいます。それが18世紀終わりの啓蒙主義にもう一度戻ろうということですね。これは、ポストモダンとか、そういう科学に対する信念の揺らぎがオーバーシュートしているという危機感から来ている。科学の力強さをもう一度信じようということがあるわけです。

◎生成的知の統合

我々は実はそうではない。「生成的知の統合」というのを考えるということですね。還元主義ではない。生成的。知の地平を広げる。知の流通性を高める。新しい知をつくり出す。新しい技術をつくり出す。新しい人間の知的活動の場をつくり出す。新しい産業をつくり出すというように知の統合の根拠と目的を求めようということで、還元主義とはどこが違うか。

生成的知の統合

- 知の地平を広げること
- 知の流通性を高めること
- 新しい知を作り出すこと
- 新しい技術を作り出すこと
- 新しい人間の知的活動の場を作り出すこと
- 新しい産業を作り出すこと

◎「新しい学術の体系」学術会議の学問論（2004）

ここで我々が持ち出したいのは、「新しい学術の体系」という、これもまた学術会議で出されたペーパー、報告書です。

これは我々が横幹連合でも随分議論いたしました。要するに、物質科学、生命科学、人文・社会科学というのは、秩序原理が本質的に違う。すべてを脳やあるいは物質に還元できませんよということをこの「新しい学術の体系」は主張し

「新しい学術の体系」 学術会議の学問論（2004）

物質科学、生命科学、人文・社会科学の秩序原理の違い

物質科学・・・法則

（変更不可能、背反不可能）

生命科学・・・信号性プログラム

（変更可能、背反不可能）

人文・社会科学・・・シンボル性プログラム

（変更可能、背反可能）

この三つの学問の範疇は下位が上位の境界条件として制約する

還元論から多層構造論へ

ているわけです。秩序原理が違う。それぞれが境界条件になっている。物質科学、生命科学は、境界条件を物質科学に持つ。人文・社会科学は、境界条件を生命科学に持つ。こういう形で連携している。還元はできないということがまずポイントになるわけです。おそらく皆さん方、これは一応同意していただける考え方だろうと思いますが、その秩序原理は何かといいますと、ここに書いてある法則、信号性プログラム、シンボル性プログラム。これは詳しくはお話ししませんが、我々はここから学ぶところは非常に大き

いわけであります。還元論ではなくて多層構造論をもとにした知の統合を考えていかなければいけない。

◎言うは易く行うは難し

知の統合というのは、言うは易く行うは難いんです。ウィルソンという人は本当にものすごい知識量です。ありとあらゆることを知っている。先ほどの本はこんな分厚い本です。そこには、脳科学から分子生物学から物理学から、さらに宗教、芸術、心理学、すべて入っています。これだけのことをよく勉強したなと思って驚嘆に値するわけですが、そう

いうパワーのある人は別として、凡人はとてもそんなふうにはいかない。私自身、もう年で、学問的なアクティビティは日に日に退潮の方向をたどっておりますが、私自身も実は後で少しお話しできたらと思いますが、脳科学と生命科学、私自身の専門は制御ですけれども、こういう論文を読もうと必死になりました。今でもなっています。

ところが、脳科学の方で、例えば IPL が論文に出てきますね。もうわからないです。IPL とは、Inferior parietal lobule。例えば、下頭頂野なんです。こういうふうを書いていけばまだいいけれども、脳科学の論文は IPL で済ませています。IPL とは一体何であるのか。脳の中のどういう部位であって、どういう特徴があるのかというのを勉強するのに延々かかるわけです。例えば、味蕾イメージというのはここから見つかったとかということですね。もうそれだけで嫌になるわけです。

脳科学はまだいいのです。免疫学とか分子生物学になってくると、例えば株、ストレインの種類がいろいろな記号で書かれていますね。これが読んでわからない。それがわからないと、何を言っているのか、チンプンカンプンなんですね。

免疫学で Interleukin、IL-1 というのは何だと。既に各分野には膨大な過去の知の集積があって、その上に新しい知が積み重ねられる。これは当たり前のことですね。それを門外漢が学びとすることは基本的には不可能なのです。ウィルソンのような天才といえますか、ものすごいパワーの人、寝ても覚めても本ばかり読んでいたような人なら別ですけれども、凡人には不可能である。

こういうことができないのであれば、異分野の統合はいかにして可能かという深刻な問題です。本当に深刻なのです。

◎しかし。。。

知の統合と言われていても、先ほど小野先生がチラッと「他の分野の論文を読んだこ

言うは易く行うは難し

異分野の論文を理解するのは難しい。

例：脳科学でIPLと言え？
(inferior parietal Lobe)
免疫学でIL-1と言え？
(Interleukin 1)

すでに各分野には膨大な過去の知の集積があり、
その上に新しい知が積み重ねられる。それを学び
取ることは基本的に不可能である。

とがない」と言われました。これは普通なんです。私なんぞはちょっと色気がありますので、読もう、読もうとする。生物学者が横にいれば全然違う。「各分野が集積した知には、その分野の専門家が意識できない限界がある」のです。これは明らかなことですね。専門家では限界を持つ。これが専門性というものなの非常なパラドキシカルな性格なのです。

「その限界は、知の集積のある段階で他分野の視点から見て明らかになる」。こういうのは無数にあるわけですね。ですから、限界がある。その分野にとらわれている、これこそが知の統合なんです。

一つの救いは、数学（論理）という共通の言語がある。私たちは、生物の本を読んでいて、数学が出てくるとホッとするのです。ああ、よかった、これはわかると。生物の人は逆でしょうけどね。これが本当にわかるんです。ここから糸をたぐって、その生物の論文がわかる場合があります。

それから、「人間との接触は、シンボルを超えた情報伝達効率を持つ」。要するに、分子生物学者が隣にいれば、パッと聞けばわかるんです。論文以上のことを教えてくれる。ですから、救いがないわけじゃない。

◎存在の二分規定

さらに救い。今のことをもうちょっと敷衍させていきますと、存在の二分規定というのがあります。質量と形相。これはアリストテレスの時代ですね。物質と論理、「もの」と「こと」、構造と機能。結局、これはある同じことをいろいろな側面から言っている。これはそれぞれ何であるか。右側に書いたことは、これこそまさに横幹科学技術と考えているわけです。これがあるからこそ、こちらがわかっているわけで、さらに、この両方を結びつけるツールとして、おそらくシミュレーションとか計算とか、そういうものがある。これが非常に強力になっている時代に、知の統合はこういう側面から可能ではないか。

「場」が必要であるというのはまだご説明が要りますが、これは後にします。

◎知の統合の設計原理

しかし。。。

- しかし、各分野が集積した知には、その分野の専門家が意識できない限界がある。そしてその限界は、知の集積のある段階で**他分野の視点からみて**明らかになる。
- 数学（論理）と言う科学の共通言語がある。
- 人間（専門家）との接触は、シンボルを超えた情報伝達効率をもつ。

存在の二分規定

質量と形相
物質と論理
「もの」と「こと」
構造と機能
ハードとソフト
実験と理論

「横幹科学技術」は二分規定を結びつけるツール

「場」が必要

さて、知の統合を今言ったような助けを借りてどうやっていったらいいのか。どういうふうに行うことができるか、ということです。

ここから少し話が飛ぶのですが、伝統的分野がある。横幹科学技術がある。横幹科学技術というのはまだ何かということとは申し上げていないんですけども、解決すべき問題があって、新しい分野が登場する。これは半年ぐらい前に私が考えていたことなんですけれども、今のよう形で知の統合が実は起こっている。形相と質量ということですね。知の統合というのは、伝統的分野同士の間で起こるというのは、これは知の統合ではないんです。これは還元主義的なものです。例えば、生物学と物理学が一緒になって生物物理学ができたというのは、これはウィルソンらの言う還元主義的なもの。これは物理学がある種生物学を吸収したわけですね。生物学のいろいろなことが物理学に還元できたということで生物物理学が生まれた。

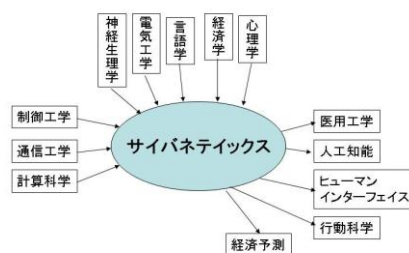
そうではない生成的な方ですね。これは伝統的な分野と必ず、ここで横幹科学というのは書き過ぎなので、方法論と分野、物質と質量と形相だと。構造と機能、こういうものがあって初めて出てくるのだらうという気がしております。

◎巨大な知の統合の試み（1945－48）

サイバネティックスが知の統合の巨大な試みであったと。これに勝るものはおそらくなかなか出てこないのではないかなという感じがしていますが、これはタイトルが逆になっていますけれども、伝統的なものがこちらにあって、当時、勃興しつつあった制御、通信、計算というのが横糸になって、この両者が結びついて、いろいろな新しい分野が生まれたということです。

知の統合の設計原理

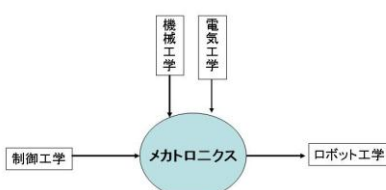
- 横幹科学と従来規範との組み合わせが大きな可能性を生む。
- 横幹科学者は複数のプロジェクトに参加（研究の時間スケールの違いの克服）。
- 横幹科学者同士の連携を図る（相乗効果、波及効果、三大弱点の克服）。
- スケールの大きい、その成功のためには横幹科学が必要であるようなプロジェクトの設定（選択と集中のスケールアップ）



巨大な知の統合の試み（1945－48）

◎メカトロニクス

これについては私、自信がないのですが、出口先生はこんな話じゃないと言われるかもしれませんが、こういうメカ



トロニクスです。

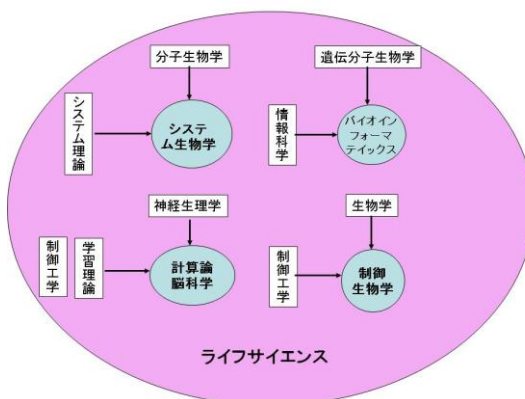
◎ライフサイエンス

生物学の分野では全部そうなのです。今盛んに知の統合が起こっています。これはシステム生物学です。システム理論と分子生物学、伝統的なものと横幹的なもの。

バイオインフォマティクス。

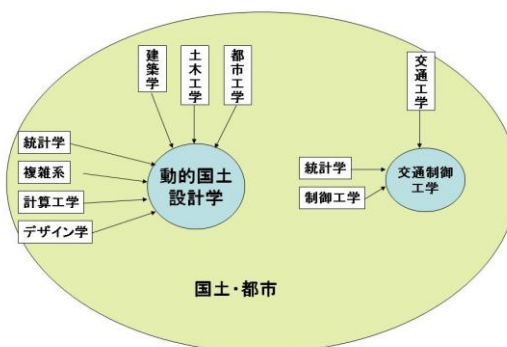
これは私がやろうとしていた制御生物学ですが、これは後で触れたいと思います。

それから、計算論的な脳科学。こういうものであります。



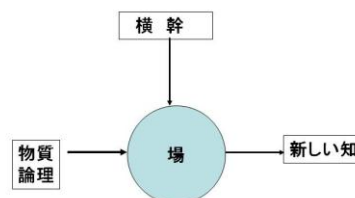
◎国土・都市

さらにこんなものも考えられるだろう。土木あるいは国土というようなものです。



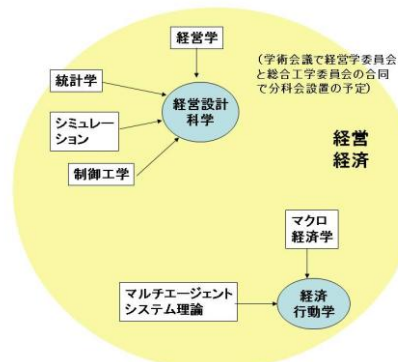
◎場

横幹科学技術と物質や論理というものが、ある場を介して新しい知を生み出すという、こちらの方がいいのではないかと思います。というのが私の考え方です。



◎経営／経済

これもまた半年前ぐらいに考えていたんですけども、経営学という古いディシプリンに対して統計学やシミュレーション、制御工学とが結びつけば何かが生まれるということですね。これは計算論的経営学とか言われたものが今もう既に生まれているということは、舩橋さんなどが今いろいろなところで書いておられますが、なるほどと思っています。こういうことですね、



マルチエージェント。

◎人口社会

これをもう少し大きくこういうふうに考えたい。“人口社会”という言葉は最近私は発見しました。もちろん、こんな言葉は私が知らなかっただけで、いろいろな人が使っているのですけれども、人工生命とか、これは聞いたことがおありになると思いますが、人工生命というのは、既に 20 年か 30 年ぐらい前に Santa Fe Institute 等でさんざん言われた。今で

はジェネティックアルゴリズムとか、そういうものを含みながら、まだ依然としていろいろな形で議論されております。

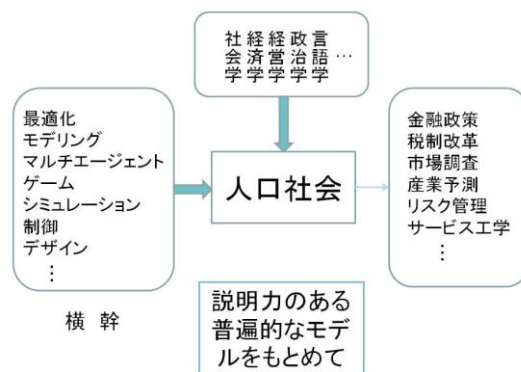
私は人口社会というのは非常におもしろい。これは一つの場合ですね。伝統的ないろいろな分野、特に社会科学、人文科学も含めて、ここでまさに横幹的な技術で最適化、モデリング、統計も含めて、こういう場において両者が統合し得るのだと。特にマルチエージェントに非常に興味がある。

それによって何ができるかという、例えば金融政策、税制の改革、市場調査、産業予測、リスク管理、サービス工学、こういうものに対する適切な何か新しい研究成果が得られるのではないかと。

これまでももちろんいろいろなモデルを使って社会科学上の問題を解かれています。なぜそれがピンとこないのか。そういう話を聞くたびに、なるほどと思いつつも、何かちょっと胡散臭い。いろいろなものが非常にきれいに、例えば災害を回避する行動とか、交通のシミュレーションとか、たくさんありますね。それがおもしろいとは思いつつも、なぜ本当の意味で政策に使われなかったかという、普遍性がないのです。目的のために、そのたびごとに違うモデルをつくっているのです。

人口社会では、エージェントというものを公理的に定義する。そのエージェントの動きによって、いろいろな現象が一つのモデルから全部出てくる。全部とまでは言わないのですけれども、説明力のある普遍的なものがたくさん出てくる。そうであればおそらくそれぞれのシミュレーション結果というのは普遍的な意味を持ってくる。強制力といいますか、1 つの法則性を持ったものとしてアピールするのではないかと。こういうものが本当の意味で意義を持ってくるのではないかとということです。

金融政策のためのモデルをつくる、税制改革のためのモデルをつくる、市場解析のためのモデル、全部モデルが違っていれば、どんな結果だって出てきますよという批判に対して答えるのは難しいです。そうではなくて、全く違う側面の結果が一つの普遍的な



モデルから導出される。そうすることによって、社会科学と人文、文理融合というのが獲得できるのではないかという気が今のところしております。横幹連合でぜひこういうことをやってみたいと思っております。

◎自分の体験から

私が申し上げたいのは今のようなことなんですが、いつもいつも考えが揺れていまして、今のところの知の統合についての考えはこうですが、私自身がやってきたことについて、最後にちょっとだけお話しさせていただきたい。

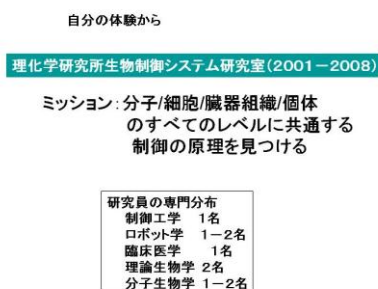
実は、私が7年間やってきました理化学研究所生物制御システム研究室が今年の9月末をもって無事に終わったわけですけれども、成果報告会をやらせていただきました。

何をやろうとしたか。まさに知の統合をやろうとしていたわけです。

どういう知の統合かといいますと、制御と生物ですね。ミッションとして何を考えたか。分子、細胞、臓器組織、個体のすべてのレベルに共通する制御の原理を見つけようという極めて大それた考えを持ってスタートしました。

ただし、研究室のレベルは非常に少ない。本当の定員は6、7人なんです。あとは外部資金等で若干プラスアルファが出たという程度でして、専門分野は制御工学とロボット、臨床医学、理論生物学、分子生物学。ウェットとドライの結合でもありますし、理論と実験の結合でもありますし、生物と制御の混合でもあります。こういうことで7年間やって何ができたかという、やはりあまりできなかったですね。非常に難しかった。先ほど言いましたように、論文を読んでも、制御の論文と全然違うわけです。

スタート時の認識としては、異分野の研究室。同一分野の研究室を集めるとシナジー効果が発揮できないわけです。私がおりましたバイオメディックコントロール研究センターのこのプロジェクトの前身は、実は4つのチームがありまして、2つが生物、2つが理論、工学だった。だけど、全くシナジー効果は起こらなかった。生物の人は生物だけでやっていた。工学は工学だけでやっていたということで、そうなるのはある意味では当たり前なんです。よほどディレクターがしっかりしていないとだめです。



スタート時の認識

異分野の研究室(それぞれの研究室は同一分野の研究者からなる)を複数個集めるのは、ディレクターのリーダーシップが強力でなければシナジー効果は発揮できない

スタート時の期待

同一の研究室内で異なる分野の研究者を集めることによって、共通のミッションが鮮明になり、研究室リーダーのイニシアティブが自然に発揮される。

結果

やはり単位が小さ過ぎた。各研究員、特にウェットの研究を行っている研究者の孤立感が大きい。しかし、ある程度のシナジー効果は発揮できた。

「複合制御」の概念の確立
(多変数制御の生物制御への導入)

今度は1つの研究室です。これは理化学研究所の伝統としては、PI、プリンシパル・インベスティゲーターはオールマイティなのです。何をやってもいいわけです。給料も決められるし、クビにもできますし、研究テーマをあてがうこともできます。そういう伝統があるわけですし、1つの研究室の中でこういう混成チームを組めば、これは強制的に混じるだろう。シナジー効果を発揮できるだろうということが認識だったのです。これは研究室が異なると、プリンシパル・インベスティゲーターが違ってもうだめだと。違う専門を持ったらシナジー効果は難しいということで、こういうことをやりました。

結果は、単位がやはり小さ過ぎた。特に各研究員ですが、ウェットの研究をやっている研究者の孤立感が大きいと同時に、ウェットをやっている研究室は、リーダーが制御みたいなことをやっている人間だと、キャリアパスについて関係ないですね。このチームリーダーにいくら憎まれても、あるいは評価されなくても全然構わないわけです。分子生物学の世界で生きていけるわけです。ですから、「キャリアパスをコントロールできない」というのが非常に大きなポイントでして、これは絶対に考えなければいけない。

ただし、ある程度のシナジー効果は発揮できた。複合制御の概念を確立することができた。これを話し出すとまた長いんですけども、これは実は多変数ということですね。多変数ということを経済学に導入した。これは実はこれから、特に分子生物学の場合には、1つのファクターがどういう細胞や遺伝子の応答でどういうレスポンスをもたらすかということのみに研究が集中しつつ、依然として現在でもそうですね。だけど、実際は、たくさんのマルチプルなファクターに応答するんですよ。あらゆる生物の場合。あらゆる生物とあらゆるレベル。実はこの多変数ということに気がついていないということに、私どもは非常に大きなショックを受けました。

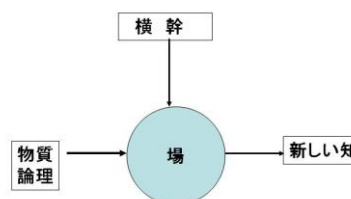
実は制御理論では、スカラーからマルチプルに回ることによって、極めて大きな革命が起こったんですね。これは1960年代の初めです。マルチプル、例えば、ボイラーですと、ヒータリングをするということと水を供給するということが、2つの操作。出力ですと、流量、蒸気の発生量と蒸気の温度という非常にカップリングした2つの入力と2つの出力がある。これをちゃんとコントロールしないと、ボイラーの設計はできない、制御はできないということです。これによって理論が大きく難しくなるわけです。

全く同じことをもっともっと深いレベルで生物はやっているわけです。だけど、実際は生物学の実験上のいろいろな制約からこれがなかなかできないんですね。多変数で扱うことはできない。例えば、糖と窒素の両方が変わったときにどういう応答をするか。生物の例えば遺伝子の転写制御がどういうふうになんていう物質を生み出すかということ、ほとんど今はないです。我々は実はこれを確認して、ベーシックな幾つかの理論的な結果を出すことができました。

これは先ほど言いました、1つの分野の中にいた場合にはわからない限界なんです。実験のレベルの問題、実験の難しさの問題もありますし、1つの入力に対して1つの出力が出てくる。これだけで何年もかかるのです。設定した実験、データをとるだけで。

だけど、実はこれをやらないと、私は生命現象は理解できないと考えています。これは1つの例なんですけれども、ある専門分野にいますと、その限界をどうしても受けるということ。他の専門分野から見たときに、その限界が極めて明らかになる場合もあるということです。1つの例です。

あとは、いろいろな提案ということがあるんですけども、先ほどの図に戻りますが、この「場」ですね。場を提供する。知の統合のときに場が必要であるということを私に教えてくださいましたのは、つい最近なんですけれども、例の藤本先生です。経営学の有名な藤本先生、横幹の総合シンポジウムに来られて、パネルに加わってくださって、「場」というのが必要だ。これはいろいろな人がいろいろな



ところで言うておられますが、知の統合の1つの大きな成功例は、京都大学の人文科学研究所である。これは確かに社会科学・人文科学ですね。霊長類研究とか大きな成果を生みましたが、それは「場」があったからです。「場」というものをいろいろな形で用意することが必要だと。

これを1つの基本的な形式、枠組みとして知の統合がこれからやっていけないかという気が現在のところしております。まだこれは完全にこなれてはおりませんで、まだいろいろな形でもう少しリファインしていかなければいけないと思いますが、そんなことを考えております。どうもありがとうございます。(拍手)

質疑応答

○司会 ありがとうございます。

それでは、簡単な質問をお受けしたいと思います。

○赤松 産総研の赤松です。お話をありがとうございます。

1つ質問なのですが、この図でもいいのですが、新しい知をつくり出すということを目的にしていらっしゃるということなんですけれども、先生の研究室の例を聞きながらちょっと思ったのですが、そのモチベーションはどこにあるんでしょうか。新しい知をつくり出そうとか、例えば木村先生のところの研究室の例でいいのですが、どういうつもりで集まってきて、なぜわざわざ異分野の人と融合して何を得たいと考えて、どういうモチベーションが背景にあるのか。

○木村 なるほど、すごくいい質問で。

まず、なぜこういう研究室をつくらうとしたのか、研究室のミッションをこういうふうに定めたかというのは、私個人が生物で制御が極めて重要であると思った。「制御なく

して機械なし」という言葉があるように、私は「制御なくして生命なし」と。しかも、あらゆるレベルで制御は使える。ところが、研究の方は完全にフラグメンタルで、細胞における制御、病気の制御、脳における制御、全く関係なく行われている。必ずシナジー効果があるはずだというのが私の信念です。それにコントリビュートしたいということですね。これは私のモチベーションです。

あと、研究員は、はっきり言えば騙すんですよ（笑）。今みたいなことを熱っぽく語るわけですね。それで、少し違ったことをやってみようという人間が来てくれますね。ただし、来たからといって、そう簡単には私の言っていることがうまくいかない。いくはずがないということがわかりだしたら、幻滅を持って去っていく人もいますし（笑）、まあ、何とか頑張ってやろうという人間もいますし、いろいろですね。

○赤松 異分野のことを理解してまで何か新しいものを見出そうというためには、かなり研究者自身に強いモチベーションがないと難しいと思うのです。その辺、もちろんトップとしてコントロールする面もあるでしょうし、研究者自身がどうやってどういう気持ちでモチベーションを持っていくと、そういうところでうまくいくのかというところが、うまくいくか、いかないかの境目になるんじゃないかなという気がします。

○木村 そうです。おっしゃるとおりで、普通のウェットをやっている人間では、1人だけで、せいぜいいたとしても2人ですから、相談相手もないし、実験を、お金の面だけはいいですけども、1人だけで夜中までやるというのは辛いことですね。全くおっしゃるとおりです。だから、よくやってくれたとは思います。

○赤松 ありがとうございます。

あと、余談ですけども、先ほどヒューエル、Consilienceという言葉を出したヒューエルという人ですけども、この人はサイエンティストという言葉をつくった人でもあります。

○木村 あ、そうなんですか。有名な人なんですか。

○赤松 そうですね。19世紀、いわゆる知識人と呼ばれていて有名な人らしいです。私も詳しいことは知りませんが。

○木村 そうですか。ありがとうございます。

○赤松 ちなみに、サイエンティストという言葉は悪い意味なんだそうです。サイエンスということしかわからない専門バカという意味を持ったサイエンティスト。イストというのは、何々人というといストを付けますけれども、それって、要するにそれしかできないやつという、わりあいに悪い意味なんだそうですよ。それで、サイエンティストにそれを付けて、専門バカ的なニュアンスを持たせた言葉をつくった人だそうです。

○木村 ありがとうございます。

○司会 おもしろい情報をありがとうございます。

他に何か。

○小林 最初の方で、これはウィルソンでしたか。還元的知の統合と横幹が主張される

生成的な知の統合があるというお話で、場でもそうですし、あるいはサイバネティックスでも、先生が言われるのは、すべて生成的な知の統合でなければいけないんですね？

○木村 いけないというか、生成的だろうと思っています。

○小林 でも、生物物理学というのは還元的な知の統合とおっしゃいましたね？

○木村 という気がしますね。

○小林 その違いというのは何なのだろうかと。

○木村 微妙なんですね。まず最初に申し上げましたとおり、相対するものではなくて、お互いに結構似ているものがあるなど。生成的な知の統合も還元的な側面を持っているだろう。それから、還元的なものも生成的な側面を持っているだろうと思っておりますが、ただし、ウィルソンさんなんかは完全に還元。1つの学問に全部帰着させようという方向性を最初から持っているんですよ。

○小林 そういうものを還元的な知の統合と。

○木村 ええ、そうですね。

○小林 私は物理なのですが、生物物理で言いますと、私の理解では、物理的手法で生物をすべて理解しようとは思っているのですが、多分、それは成功していないのです。そういう意味で、統合されないんじゃないかなというのがちょっとありまして（笑）、逆に、物理的生物学というものもあるかもしれない。ちょっとこれは後で。

○木村 生物学が物質科学になったということは確かですね。

○小林 そうですね、そういう意味では。

○木村 何か得体の知れない、生気論みたいなものではなくて。

○小林 そうですね。

○木村 だけど、物理学には還元できないということでしょうね。

○小林 おっしゃるとおりです。先生は、物質科学と生命科学と人文社会科学と3つ並べられましたね。あれはやはりそうだと思うんですね。物質と生命というのを物質側から見ようとするんだけど、多分それだけでは成功しないですね。

○木村 うーん……、なるほど。ありがとうございました。

○司会 他によろしいでしょうか。

それでは、木村先生、どうもありがとうございました。

次は、私鈴木がご報告させていただきます。

「知の統合の研究事例」

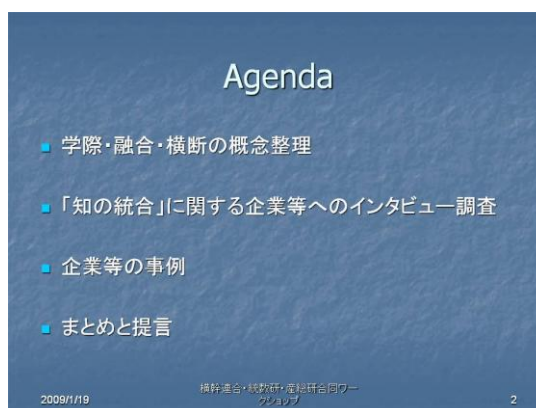
横幹連合副会長 鈴木 久敏

私の方は知の統合の研究事例を報告してくれということなんですが、横幹連合では必ずしも知の統合に対する認識が一致しておりませんので、木村先生の言ったものを踏まえてという形にはなっておりません。

◎Agenda

きょう、こんなストーリーでお話ししようかと思っています。

まず、学際とか融合、あるいはそれと横断というのはどう違うんだという概念整理を少ししたいと思います。その後、「知の統合」に関する企業へのインタビュー調査というのを横幹連合では行っています。それを踏まえた企業等の事例についてご報告させていただき、最後に、私なりのまとめと提言をしたいと思っています。



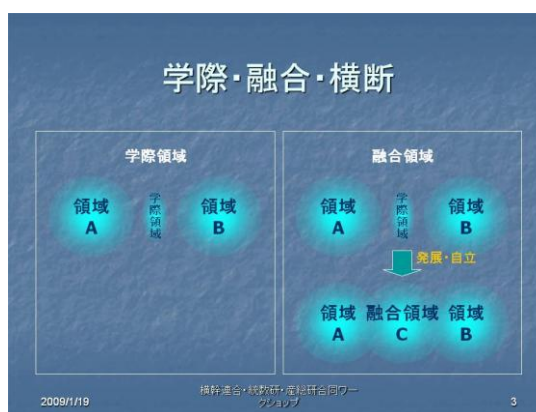
◎学際・融合・横断

それでは、まず、学際とは何だ。いろいろな考え方があると思うんですけども、私としてはこんふうに考えています。

2つの基本的なディシプリンを持った領域があったときに、その両方のディシプリンから見ると周辺領域である、それらのもともとのディシプリンからするとあまり重要視されていないようなところで新しく何かこの2つの知識をもって研

究が進められる領域が見つかってきたときに、そこを学際と言っているのだろう。

それに対して融合というのは、その学際領域がさらに発展して、自立して、1つの領域をつくってしまった状態を言っているんだろう。学際と融合というのはこういうものだろう。



◎横断型基幹科学技術とは？

では、横断というのは何だろうという話になるわけですが、我々、横断という言葉をつくった背景はいろいろあるのですが、まず、横断型基幹科学技術と我々は言うんですけども、この考え方自身が横幹連合の中でいろいろあります。正直言って1つにまだまだかたまっていないということです。

一番最初に横断という“横”という言葉を持ってきたイメージから言うと、統計学とか最適化とか制御とか、いわゆる従来の縦型といわれている固有の工学や科学の分野の原理とは全く違った形で生まれてきた、もう一つの科学技術があるのではないか。しかもそれらの重要な性質は、これらのいずれの縦型の学問分野においても使われている、領域フリー型の分野だということで、これらの分野に横串を通すという意味で“横断”という言葉を使った。横型学問と言っているのかもわかりません。産総研の『Synthesiology』の創刊号に吉川先生が書かれている言葉ですと、「領域無制限の科学」という言い方をされていたかなと思います。その考え方かと思います。

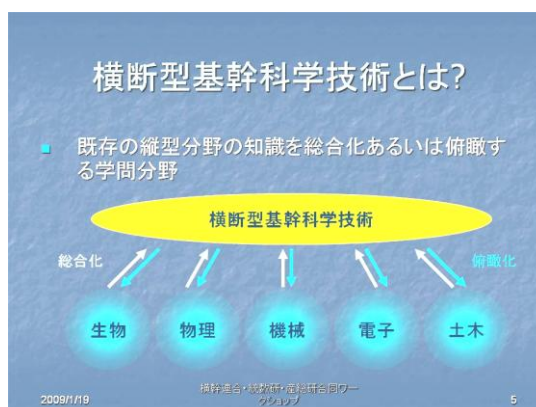
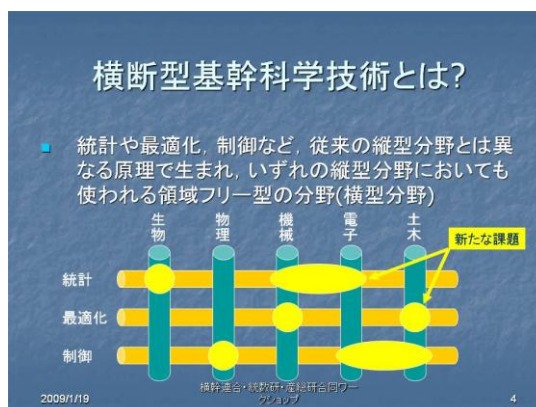
最初は多分こういう式で我々横幹連合というのをつくったんですが、議論している間に、必ずしもこれだけじゃないよね、という議論になりました。

その前に、今日いろいろな新しい課題というのがたくさん起こっているけれども、今、木村先生の話にもあったように、こういうような縦と横の学問の接点のところで往々にして起こっていますねと。いわゆる従来の縦型学問の融合だけでは問題が解決できないでしょう。あるいは、ここで解決したやり方が実はよそでも使えるというアナロジー的なもの、ここができて初めて意味があるんでしょう、というような議論をしてまいりました。

◎横断型基幹科学技術とは？

それに対して、横断型基幹科学技術というのは、いわゆる縦型の学問分野の知識を総合化して何かを解決する、あるいは俯瞰する、そういう学問分野だというものの方をする方もいらっしゃいます。特に企業の方は、横断型基幹科学という言葉に対して期待するのは、このイメージが非常に強いかと思っています。

融合をさらに広域に、他分野でマルチディシプリンにしていこうというイメージかと思



っています。

◎横断型基幹科学技術とは？

それに対して、これは横幹連合をつくったところ、政策提言プログラムで我々のグループの中で議論した、特にマネジメント系の研究者の集まりの中で議論したときの結論なんですけれども、縦型分野と横型分野の知識や技術を融合あるいは統合して新しい社会的な価値を生み出す学問、これこそが横断型基幹科学技術なのだ。単に融合化するときのその融合

化する、あるいは統合化する技術が、基本的な横幹技術の根本だろうという議論でした。それを表現するのにこんな表現をしました。

3つの軸を考えるべきだと。第1軸としては、従来の縦型の学問分野。第2軸としては、横幹連合が最初に発足したころ意識していた横型の学問分野。さらに、第3軸として、技術の社会化という軸をとってみるといいのではないかな。

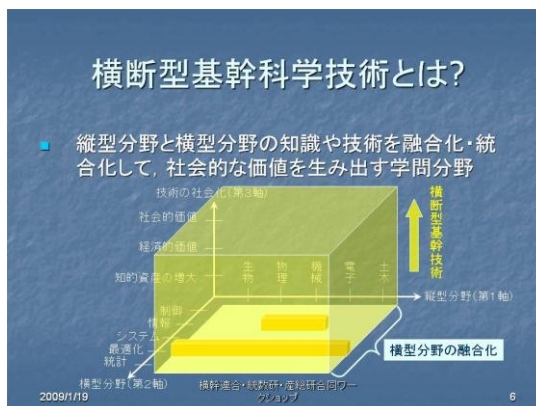
そうすると、従来の横型の学問というのはそれなりにあって、我々、大体こういうところの出身の人たちが集まってきている。それで横幹連合をつくったわけですが、この横型の学問同士の融合というのも本来考えなければいけないはずですね。その原理は何かあるはずだねと。それだけではなくて、さらにこれを社会的な価値へ高める、この社会的なアウトプットを出すための技術というのが何かあるはずだと。ここの部分が本来、横断型基幹科学技術と言うべきところなのではないかと。この横型の学問自身は、横幹技術を発揮させるための基礎科学ではある。そういう意味ではどちらも基礎科学であるけれども、我々の基幹科学技術というのはそれとはまたもう一つ違うものであるべきなのではないか。具体的には、マネジメント技術というのはこういう分野のものなのではないかという意識でこんな表現をしました。

こんなような3つのとらえ方があるし、今、木村先生の知の統合の中で話された話は比較的これに近いとは思いますが、またもう一つちょっと違った面もあるかと思っています。

◎企業等へのインタビュー調査

それでは、「知の統合」の事例ということです。

私たち横幹連合では、企業、大学、公的研究機関を含めてなのですが、知の統合に関していろいろ調査をしています。1つは、平成18年に内閣府から受けた委託研究で、きょういらっしゃっている出口先生が委員長、長田先生が副委員長ということで行った「イ



ノベーション戦略に係る知の融合調査」というものでございます。

この調査では、知の融合とイノベーションの関係を調査いたしました。素材系から部品、組立系、情報系あるいはシステム系、そういう中から約 27 の事例、これは企業だけではなくて、大学あるいは研究所、公的研究機関も含めてですが、27 例を抽出して、イノベーションに比較

的成功したものを集めて、その中でプロジェクトリーダーやそのプロジェクトに関わった経営幹部の方にインタビューをして、イノベーションがどうやって起こってきたのか、そこに知の融合なり統合がどう関わったかということ进行调查したもので、きょうここに報告書を持ってきましたが、こんなような報告書になっていますのでご関心があればご覧いただければと思います。

私自身は、この調査には関わりましたが、実際にまとめられたのは出口先生方でいらっしゃると思いますので、細かいことは出口先生方にお聞きいただければと思っております。

もう一つは、現在進行中の調査ですけれども、「横断型の人材育成推進」に関する調査研究会というのを横幹連合の中につくりまして、横断型人材がいることによって、どういうイノベーションの成功が起こったのか、あるいは横断型人材のコンピタンスというのは一体何なんだろうか。そういう人材をどうやって企業の中では育てているのだろうかという調査を今行っておりまして、3 月末に報告書を上げる予定です。

現在、やはり素材系から情報システム系まで約 10 の企業にインタビューをして、その結果をまとめている最中でございます。

そういう中から、きょうは 6 つないし 7 つほど、時間がある限りご報告させていただこうかと思っております。

◎「知の統合」の事例 1

1 つ目の事例は、ある電線メーカーにおける VAD 光ファイバーの開発の事例でございますけれども、非常に大量に、非常に長大な光ファイバーを製造しようと、そういう製造技術でもともと NTT との共同研究でこの電線メーカーが行ったものです。

従来の光ファイバーとは違って、純シリカ、いわゆるガラスをコアにしたファイバーをつ

企業等へのインタビュー調査

- 「イノベーション戦略に係る知の融合調査」
 - 平成18年度内閣府科学技術総合研究委託費(横幹連合受託:委員長出口光一郎)
 - 「知の融合」とイノベーションの関係を調査
 - 素材系、部品系、組立系、情報・システム系からイノベーションに成功した27例を抽出
 - プロジェクトリーダー又は経営幹部
- 「横断型人材育成推進」調査研究会による調査
 - 横幹連合による自主的な調査研究(主査佐野昭)
 - 横断型人材による成功事例、横断型人材のコンピタンス、育成方法をインタビュー
 - 素材系、部品系、組立系、情報・システム系から10例を抽出
 - プロジェクトリーダー又は経営幹部

2009/1/19 横幹連合・材料研・産総研合同ワークショップ 7

「知の統合」の事例1
～電線メーカーにおけるVAD光ファイバー開発～

- 大量・長大な光ファイバーの製造技術
 - NTT等との共同研究
 - 純シリカコアファイバーにより低損失伝送を達成
 - 光ファイバーを保護する樹脂被覆の形成技術
- 社内の既存技術
 - 銅精錬、電線・ケーブル製造、伝送、制御、布設、導体、絶縁、伸縮、粉末冶金等に技術コア
- 異分野の知
 - 樹脂技術: VAD法(タンデムプライマリーコート技術)
 - 半導体技術: 光ファイバーの水素損失対策
 - シミュレーション技術: 横型技術の研究組織「解析技術センター」

2009/1/19 横幹連合・材料研・産総研合同ワークショップ 9

くりたい。それによって低損失の伝送を達成したいということですが、そのときに、そのファイバーをつくるために、保護する樹脂皮膜の形成技術が重要な役割を果たしたと。それが特許になった部分です。それまで、電線メーカーなどで、基本的には電線をつくるためのいろいろな技術や導体の技術というものが基本的にあったけれども、光ファイバーに進出し、ガラス中心の光ファイバーをつくるときに役に立ったのが実は樹脂系の技術です。これがタンデムプライマリーコート法という技術なのだそうだけれども、初めて長大かつ大量な生産ができるようになった。

もう一つは、光ファイバーの中で水素が発生して伝送が損失するんだそうだけれども、それを防ぐ対策に半導体技術が役に立った。いわゆるこの企業にとってもともとなかった技術を必要としてきたということです。

さらに、そのときにこういう解析をする上でシミュレーション技術が役に立って、それはたまたま自分たちの中に解析技術センターというのがあって、そこが持っていたということだそうです。

◎「知の統合」の事例1

その中心になった NTT の研究者の方は、もともとは電子工学の方で、ガラスは全く非専門。半導体レーザーの動的解析を NTT に入ってやっただけ。けれども、必要な技術としてガラスやセラミックを独学で勉強したのだと。こういう人がいて初めてこういう新しい技術が確立した。

これは、この方がというよりも、この企業の方が言っている成功の要因ですけれども、製品ではなく商品という概念が重要。普通だと、製品と商品がどう違うのか

ということでしょうけれども、多分売れるという意味が入っているのだと思うんです。ただ単に物をつくるということではなくて、売れるということが重要なのだという意味だと私は理解しました。

あと、要素技術、生産技術、商品開発技術、この3つのトータルで普段から研究テーマを選んでいる。我々研究者は、どうしてもこういうところからテーマを選んでしまうわけですが、企業の中では、先ほどの小野副理事長の話で言えば、本格研究の最初から最後までを通してテーマを選んでいるということなんだろうと思います。

あと、それ以外に、マーケティングとか PPM 分析、これはポートフォリオ分析のことですが、どういう分野の商品をつくろうか。あと、MOT の手法や、研究ステージの管理、こういうものをこの企業は導入していて、こういう知がこれにつながったという評価をされています。

「知の統合」の事例1
～電線メーカーにおけるVAD光ファイバー開発～

- NTT伊澤氏を中心とした少人数チーム(3～4名)
 - 電子工学で学位、ガラスは非専門
 - NTTで半導体レーザーの動的解析を担当
 - ガラス、セラミック、化学等を独学(旺盛な好奇心、柔軟性)
- 競合する/関連する他社技術
 - NEC「セルフォック」:多成分ガラスファイバー
 - コーニング社光ファイバー:MCVD法(減衰率に難点)
- 成功要因
 - 「製品ではなく商品という概念が重要」
 - 「要素技術」「生産技術」「商品開発技術」の3つのトータルで研究テーマ設定
 - マーケティング、PPM分析、MOT手法、研究ステージ管理の導入

2009/1/19 横井達也・横井孝・佐藤研一・岡田一夫 クレジット

◎「知の統合」事例 2

2 つ目の例としては、皆さんよくご存じの電子機器メーカーにおける民生のデジタルカメラを、日本で最初というか、実際には 2 番目みたいですけれども、開発したときの話です。

そのときの意識としては、光学式カメラではできないような新しい特徴を消費者に提示したいというもとの動機があった。それで実際にやったことは、撮

影した画像をその場ですぐ確認できるような液晶モニタをつけたこと。あと、画像をコンピュータに取り込むことができるようにしたこと。この辺が従来の光学カメラではできなかったこと。あと、デジタル化することで小型化、低価格化が可能になった。

この企業は、社内的には小型電卓やデジタル時計、電子辞書などのコンシューマー製品を主につくっていた企業です。もともとこういう技術は持っていたのですが、ところが、この企業は自分で物をつくるのではなくて、研究開発と企画設計が自分たちの仕事であって、製造は外部に委託してしまうファブレス企業だったのですが、ここでどういう異分野の知かという、こういう方々が、画像ということで当時新しく出てきた圧縮率の高い JPEG のデジタル記録方式に着目した。アナログ式のスチールカメラというのは既によそのメーカーが出していたんだけど、それに対して自分たちは JPEG のデジタル記録方式を最初に注目した。あと、小型液晶テレビをつくっていたので、既に液晶モニタの技術がたまたま自分たちのところにあったので、こういうことかすぐできたということです。

あと、こういうふうにするとカメラとしては高価格になってしまう。そのままでは売れないだろうということで、開発技術者自身がその販売方法や販売場所の選択について、実際に市場に出かけて行って調査をして、その市場調査をしている中に、「どうもユーザーはその場で画像を見たいというニーズがありそうだ。ならモニタをつけようという発想が出てきた」ということが報告されています。

こういう中で、高いので、売ろうとするためには従来のカメラユーザーをターゲットにしたのでは難しい。ということで、むしろコンピュータに画像が取り込めるという特徴を生かして、パソコンとの連携をアピールするために、意識的にパソコン売場でカメラを売り出した。こういう知識を持つこと自身がこの製品が市場で成功していく一つの根幹。この辺が異分野の知の必要性なのだと思います。

◎「知の統合」事例 2

「知の統合」の事例2
～電子機器メーカーにおける民生デジタルカメラ開発～

- 光学式カメラにはできない特徴を消費者に提示
 - 撮影した画像をその場ですぐ確認できる
 - コンピュータへの画像取り込み
 - 小型化、低価格
- 社内の既存技術
 - 小型電卓、デジタル時計、電子辞書等のコンシューマ製品が主力
 - ファブレス企業(エレクトロニクス技術、機械技術、光学技術、液晶技術などを中核とした研究開発、企画、設計のみ。製造は外部委託)
- 異分野の知
 - 圧縮率の高いJEPGデジタル記録方式に着目
 - 小型液晶テレビの液晶モニタ技術との融合
 - カメラとしては高価格。開発者技術者自身が販売方法、販売場所の選択について市場に直接出向いて調査
 - パソコンとの連携をアピールするためパソコン売り場で販売

2009/1/19 横井 達也・横井 隆・尾崎 隆・岡田 隆
カメラ



11

このチームリーダーは、もともと社内
でフロッピーディスク記録のアナログ方
式のデジタルスチルカメラを最初開発し
ただけけれども、それは失敗だった。そ
れで、ソニーを含む 41 社で民生用のデジ
タルカメラの研究会を持っていたようで、
そういう中での知識の中で JPEG に着目
した。

成功の要因はというと、消費者の求め
る、消費者が喜ぶ製品をつくるという技術 DNA がこの会社にもともとあった。そういう
意識で、技術者が普段から開発テーマを決めていた。

「製品開発目標が先に明確にあり」というのは、いわゆる消費者の喜ぶもので従来の
光学式カメラではないデジタル式のカメラをつくりたい。そういうものが明確にあって、
異分野を含めた技術者が自由に討論できる風土が社内に入り、技術者自身が主体的に商
品企画、開発までに関わるという DNA がある。

あと、商品に必要な技術というのは、その設計する技術者自身が自分で必要なら探す
んだという、このものの考え方が、結局は自分の商品開発に必要なものをどんどん探し
ていくということで横型の連携が取りやすい。あるいは複合型の技術を創出しやすいと
いうのが成功された方のご意見だったということでございます。

◎まとめ

たくさんその他用意してきましたけれ
ども、時間がないので飛ばさせていただ
いて、私なりのまとめですが、新たな課
題の多くは、今の時代においては縦だけ
ではなくて、縦と横の接点で起こってい
ることが多いのではないかと。そして、社
会的経済的価値を創出する解決、これを
目指すものが我々の言う横断型技術であ
ろう。ただし、個別課題の解決にとどま
るのではなく、企業であれば、その問題を解決し、製品をつくれれば終わるかもしれま
せんが、科学技術という立場から言うと、そこにとどまるのではなくて、そのときの解決
策の普遍化が多分重要なのだと思っております。そこまでいって初めて横断型科学技術
になるのであろう。

◎提言

「知の統合」の事例2
～電子機器メーカーにおける民生デジタルカメラ開発～

- 開発チーム/リーダー
 - フロッピーディスク記録のアナログ方式電子スチルカメラで失敗
 - SONYを含む41社で民生用デジタルカメラ開発の研究会
 - 圧縮率の高いJPEGデジタル記録方式に着目
- 競合する/関連する他社技術
 - SONYの電子スチルカメラ:アナログ方式、CCD+磁気ディスク
- 成功要因
 - 消費者の求める、喜ぶ製品を作るという技術DNA
 - 製品開発目標が先にあり、異分野を含め技術者が自由に討論
 - 技術者自身が主体的に商品企画、開発
 - 商品化に必要な技術を自分で探す→ 横型連携、複合技術の創出

2009/1/19 横断型・統合型・産学研連携フォーラム

まとめ

- 新たな課題の多くは縦と横の接点で生じ
- 社会的・経済的価値の創出する解決
- 個別課題の解決に留まるのではなく、解決策の普遍化が重要

2009/1/19 横断型・統合型・産学研連携フォーラム

それで、提言となっていますが、要するに縦型分野の融合ではなくて、「融合化」する、あるいは「統合化」を促進する技術の確立。これが第2種の基礎研究と一致するのではないかと私は思っているんですが、こちらの技術というものをちゃんと確立していくことなのではないか。その支援を、我々は国民に対してか、国に対してか、支援を仰ぐような行動をとる必要があるのではないのでしょうかというのが私の意見でございます。

以上でございます。(拍手)

さて、ここで司会を両方兼ねないといけないんですが、何かご質問ございますでしょうか。

質疑応答

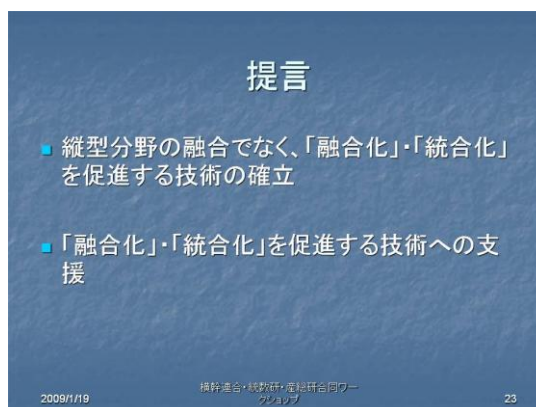
○小林 3次元のベクトル図がございまして、頭の整理としては非常によろしいのではないかなと思いますが、最初に2次元の縦型と横型の、それは今の3次元で言えば、XY平面に映し出したわけですね。そこに社会化というもう一つZ軸を入れるということで非常にわかりやすいと思うのですが、縦型の分野と横型の分野というのは、大体どちらかということとは、既存の学問の中で区別ができるものなのですか。

○鈴木 そういう意味では、私たちの意識では、領域フリーなり、自分たちのものの考え方があらゆる分野で論理的に使える。あるいは、もうちょっと別な言い方をすると、人工物の科学と言われているのが大体横型だと思っています。

○小林 非常に卑近な例で、大学の学科というのを考えてみますと、縦型の学科もあれば、横型の学科もございますね、システムデザイン工学だとか。それは、今、混在をしていると考えてよろしいわけですか。

○司会 今現在は、そこがあまりディシプリンとしては本来違うものだという意識がないうちに同じようになっている。それが多分物事をわかりにくくしているのではないかなという意識があります。あるいは科研費や補助金の申請も、縦割りにされてしまうがために、横型の学問というのは非常に肩身が狭い。複合領域という中で全部押さえ込まれてしまうとか、本来縦と横の接点で物を考えていかなければいけないのではないかなというのが横幹連合に集まっている人たちの多くの先生方がおっしゃっている。

○小林 もう一つ、私の考えでは、最後の3軸というのが最終的に技術の社会化という方向で、これは今、うちの理事長も「社会技術」ということをおっしゃっているのですが、あそこではちょっと価値観が入ってまいりますね。こちらの第1とか第2、これはその1つの方法論みたいなこと。これは多分1軸ではなくて、またこれもきっといろいろ



ろなベクトルがあって（笑）、でも、ああいう整理が1つの表現かなという気がいたします。

○司会 要は市場に受け入れられる、あるいは市場だけではなくて、社会に受け入れられることが多分重要なんだと。ただ、下の学者の世界の研究だけがすべていい研究ということではないだろうという意味でございます。

その辺の意識の中心的な発想をしてくださったのは、きょういらっしゃっている長田先生ですので、また長田先生を含めて議論をすればいいかという気がします。

○小野 事例のところでは非常にクリアな形でいろいろな要素から成り立っているというのがわかるように見せていただきまして、ありがとうございました。

やはり企業における製品とか製造では、まさにそういうことが起こっているということがよくわかるのですが、その一步前の段階で、我々公的研究機関やあるいは大学において、それをブレークダウンした、しかし、やはり統合的な研究が行われるべきである、そこがあるだろうということで私も想像しましたし、そののところが研究として位置づけたのがシンセシオロジーかなと思わないでもなくて、今、ちょっと辺の接点を何か見えてきたかなと思っているのですが、まさに企業では統合なくしては製品があり得ないということですね。その間は、もう少し何か補足していただけることがありましたら、と思うのですが。

○司会 これは私の意識と言ったらいいのかもしれませんが、こういう分野を総合化するとと言っても、総合化するための知恵というのが必要であって、そこに役に立っているのが先ほどの領域フリー型の知識であり、もう一つはマネジメントのような知識なんだと思っております。

ですから、そういうものがなければ、いくらここだけで頑張ったとしても、新しい価値は生み出さないでしょうと。そのために、総合化するなり、融合化するための、あるいは統合化するための技術確立というのを、ちゃんとその分野が必要なんだということを知ると同時に、そこを支援していき、我々自身が新しい方法論を出さなければいけないでしょう。それが構成的シンセシオロジーという考え方と同じなのではないかと思っております。

具体的にこうすればいいというところまでは残念ながらまだ私には見える状態ではないのですが、中島先生ですよね？

○中島 はこだて未来大の中島ですけれども、さっきの小林さんの質問に関連するんですけれども、縦と横の図をしげしげとながめていて、定義するのは難しいと思うんですが、何となく縦は対象分野で分かれていて、横は方法論で分かれているように思っていて見ていると、物理というのは実は横じゃないか、という気がしてきたんですね。他は大体縦でいいのだけれども、例えば物理の横軸の最適化とか制御というのはあまりないですね、統計は扱っているかもしれないけれども。そういう意味で、物理を横軸だと思い、それから、情報も横軸だと思った方が、きれいに分かれるのかなと思っています。

○司会 情報はその3次元のスライドでは横に入れていたかと思いますが、物理はどの局面を見るか、だと思っんですね。確かにこういうものの大部分は応用物理と言われる分野から生まれてきていたことは間違いないので、その意味の物理であれば横型だと思っんですけれども、もう少し物理自身の恒久的な部分という意味で……。

○中島 おっしゃるように、物理を何だと思っるか、なのですが、ただ、生物物理とか、物理学に還元するというのは、何か特殊な位置を他の分野と違って占めているような気がちょっとしています。まだはっきりしません。

○小林 ちょっと物理屋から申し上げますと、物理というのは最後に力に還元されるものだけだと思っんです。4つの力と言いますね。最後、力に還元されるのは物理なのです。力というのは必ずどこでも働きますから、そういう意味では、横軸かもしれないという中島さんの提案は一つかなという気もします。

○司会 これは人によって、自分をどうとらえるかですが、木村先生。

○木村 もう一つの分け方として、縦というのは自然に立脚している。横は論理なのです。という分け方がもう一つ奥にあってあの図ができています。

○司会 木村先生は常にそれをおっしゃっています。

○木村 ですから、そういう意味では物理は明らかに縦。

○小林 そういう意味ではね。

○司会 こちら側は論理だけで成り立っている世界と言った方がいいですね。

○赤松 計測はどうなんですか。

○司会 計測も横だと私は思っています。

○木村 計測は難しいですね。自然に根差している面が非常に強いし、だけど、方法論としては横ですね。あらゆる現象を統合しているという意味では。だから、計測はいつも苦労しています。

○司会 私の話はここまでにして、次、休憩時間に入りたいと思います。

この後、統数研の報告の後、パネルディスカッションというか総合討論をフロアと含めてやろうと思っっているのですが、総合討論の様子を記録を録らせていただきたいと思います。それぞれの組織にお渡しして、それぞれの組織が機関誌や何かに再掲載されるなり、適宜各組織の判断でやっていただければと思っっていますが、そういう形で討論にざっくばらんに参加していただくということでフロアの方々はよろしいでしょうか。個人のお名前は特に書かないという形で、A、B、Cでやるということでよろしいでしょうか。

（「はい」と声あり）

○司会 では、そういうことで総合討論を進めさせていただきます。では、35分から再開させていただきます。

〔休憩・再開〕

○司会 それでは、後半のセッション、休憩の後ですが、最初は「知識社会におけるモデリング」ということで、統計数理研究所長の北川源四郎先生にご報告をお願いいたします。よろしくお願いいたします。

「知識社会におけるモデリング」

統計数理研究所 北川 源四郎

統計数理研究所の北川でございます。

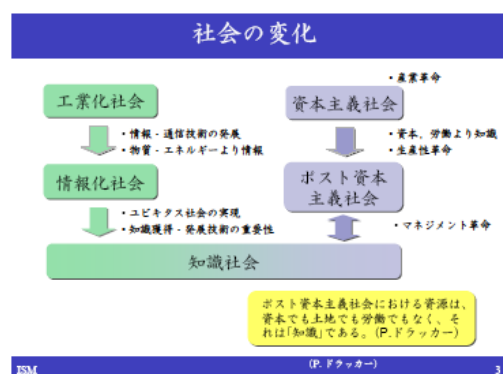
最初にいただいたタイトルは「モデリングとは何か」ということで話してほしいということだったんですけれども、さすがにちょっと気が引けまして、少し限定した形で話させていただきます。情報化とかそういういろいろなことがあって、社会も、また学術研究の分野も変化してきていて、それに伴って、我々のモデルの概念とか考え方も変わってきているということをお話ししたいと思います。

ご承知のように、工業化社会というのがいわゆる情報化によって変化してきたということがございます。よく言われているように、情報社会では、情報を持った方が勝ちという話があったわけなんですけれども、しかしながら、最近、ユビキタス社会ということが言われていて、だれでも、いつでも、どこでも情報にアクセスできるような時代になりつつある。実際にそれが実現すれば、情報自体には相対的な価値はなくなるわけで、問題は、いかに情報を活用して、例えば知識を獲得していくか、そこが勝負になってくるというのは明らかであります。

◎社会の変化

一方、社会制度に関して、“資本主義”という言葉が使われますけれども、既に第二次大戦直後から資本主義は変質して“ポスト資本主義”に移行したということを書いていますし、ドラッカーという人の本を見ると、ポスト資本主義社会における資源というのは、資本でも土地でも労働でもなくて、知識である。もはやいわゆる資本主義での要素で決まるようなものではないというところであります。さらに、このドラッカーという人は、ポスト資本主義社会というのは、結局は知識社会になる、ということをかかなり古い本の中で既に言っております。

そういう意味で、今後いろいろな見方、いずれにせよ、知識社会に移行していくことはほぼ間違いないわけで、その中で科学的な方法というのが果たす役割を考えていく必要があると考えております。



◎科学者の役割

次のスライド、これは少し別な観点なんですけれども、社会において科学あるいは科学者が果たしてきた役割というのを昔から考えてみると、結局は専門家の経験と勘に頼っていたところを科学的方法を適用してきたのではないかと。これはよく言われていることです。実際、11世紀か知りませんが、匠がつくっていた製鉄だとか、そういうものが今や科学的にできるようになるし、天気予報は私が子どものころ、福岡の港の近くの附属の学校にいたんですけれども、遠足の前の日になると、そのころ、おじさんが管区気象台の台長をやっていたんですが、そこに聞きに行くのではなくて、漁師さんのところに先生は聞きに行っていたんですね。だから、そのころはまだ科学的に必ずしも確立されていなかったわけなんですけれども、今やかなり数値計算を使って予報するような時代になった。マネジメントがそうです、マーケティングもそうです、ファイナンス、リスク管理、だんだんに科学的な方法が適用されるようになってきたと思います。

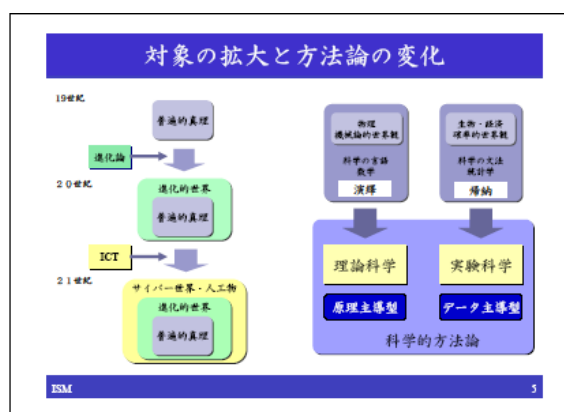
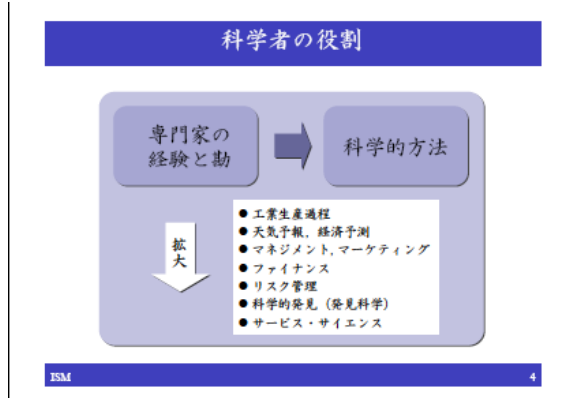
近年は、科学的発見自体も科学的にやろう。発見科学と言って、前、野依先生に怒られたり、そういうこともあるわけなんですけれども、最近一番言われているのは、例えばサービス・サイエンス。サービス自体を科学的・工学的に考えていこうということで、産総研もやられているところでございます。

◎対象の拡大と方法論の変化

一方、科学的方法に見ると、19世紀ぐらいまでは普遍的真理というイメージがあって、知識というのは普遍的真理に関するものだという考えが非常に強くて、それは現在まで脈々と続いているかと思います。物理の世界が多いです。

ところが、きょうの朝日新聞に出ていましたが、ダーウィンの生誕200年が来月だそうですけれども、という話がある

し、本が出てから、今年でちょうど150年です。19世紀の中ごろの『進化論』が非常にインパクトがあったと個人的には思っております。そういう影響もあって、これはここにいる椿さんがよく話されているのですが、「従来の科学の言語としての数学に加えて、科学の文法が必要である」ということの提言がなされました。これが19世紀の終わり、



1890 年ぐらいですね。近代統計学というのは、これを実現するものとして記述統計ができ、推測統計学というのが発達してきたと言われております。

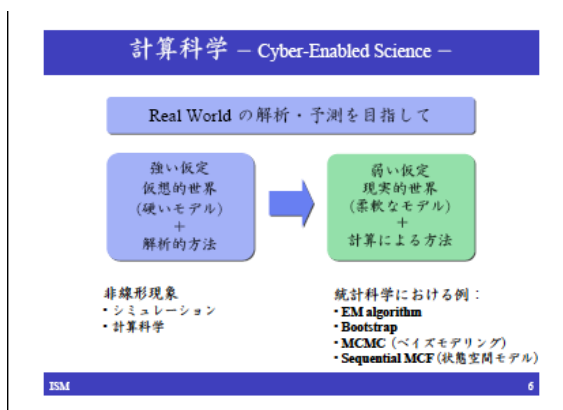
いずれにせよ、科学の言語と科学の文法というのが 19 世紀中に確立して、それが 20 世紀の科学的方法論、科学研究をドライブしてきたと言ってもいいかと思います。それが理論科学、実験科学の 2 つ、あるいは原理主導型、データ主導型とも言われますけれども、この 2 つが 20 世紀のサイエンスをドライブしてきたかと思います。

ちょっと話は戻りますけれども、この『進化論』の考え方というのは非常にインパクトが強くて、従来の普遍的な真理と違う世界がある。生命、人間生命、あらゆるものが地球上、一つのところから進化してきたと言われますし、それ以降の宇宙に関しても、ビッグバン以降、進化してきたと考えるかもしれません。ある意味ではすべてのものが進化する世界というのが一つの考え方だろうと思います。

そこまでが 20 世紀ですけれども、ご承知のように、20 世紀の中盤以降、ICT が非常に発達して、また人工物が重要になるということがあって、今やこの進化的な物理的な背景を持ったシステムだけではない、それが科学研究の対象になりつつあるというところがあります。

◎計算科学—Cyber-Enabled Science—

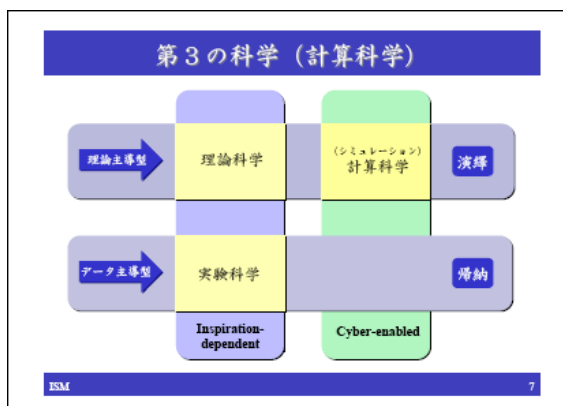
それに対応して、従来の 2 つの科学的方法論だけでは済まなくなってきたということがあります。実際にこれに関する発展は、既にかなり進んでいるわけでございまして、それがいわゆる計算科学と呼ばれるものであります。これは、従来の数学的方法を適用しようとすると、非常に複雑な非線形系、複雑系、あるいはお互いに関連した多変量系の解析というのが困難なわけですが、それをシミュレーションの方法を使って解こうということを中心としたものです。



◎第 3 の科学 (計算科学)

結局、従来の理論科学、実験科学に加えて、新しく計算科学が 20 世紀の後半に発達したという状況だろうと思っています。

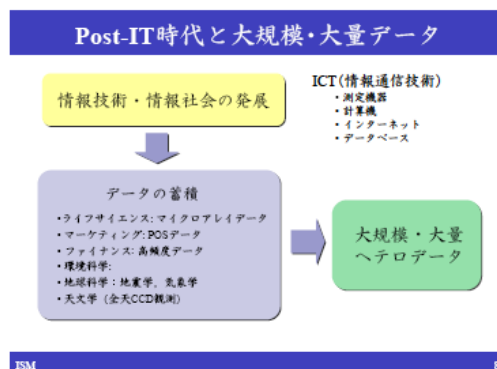
ここに Inspiration-dependent と書いてありますが、ある意味でヒューマンデペンデントで、研究者のインスピレーション



ョンに依存して、あるいは力量に依存して進められてきた2つの科学だと思います。それに対して計算科学というのは、Cyber-enabledで、計算機に依存した一つの理論主導型のあり方と考えることができるかと思います。こういうふうに図を書いてみると、明らかにここが残っているわけで、これが何かというのはすぐわかりかと思います。

◎Post-IT時代と大規模・大量データ

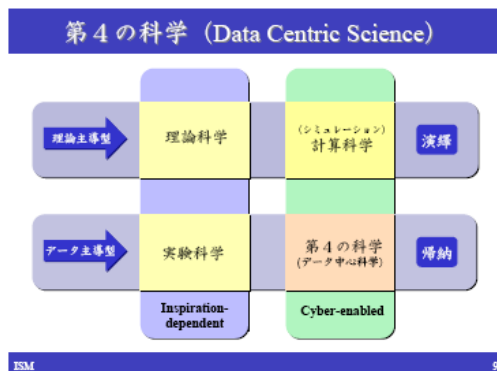
先ほども言いましたけれども、ICTの発展で、あらゆる分野で計測機器、計算機、インターネット、データベースが発展して、あらゆる科学研究の分野あるいは社会においてデータが蓄積しているということがございます。すなわち、大規模・大量・ヘテロなデータが蓄積している。それに基づく新しい科学的な研究というものも当然考えられるというわけでございます。



◎第4の科学(Data Centric Science)

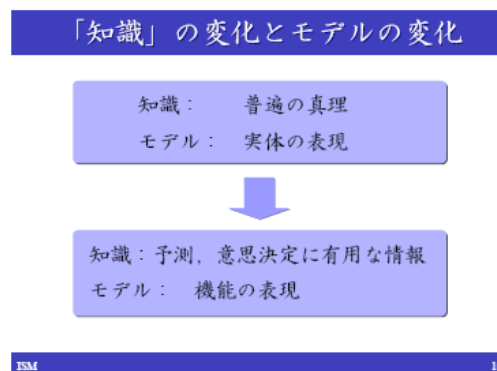
ここに新しく第4の科学、人によってはData Centric Scienceと呼んでいます。これが出てきます。

これはCyber-enabledの計算機依存型の帰納的方法、あるいはデータ依存型の方法だろうと考えております。ただし、これは単に計算機を使って従来やっていたものを力づくでやるというだけではない部分がございます。その部分が私としては非常に重要だと思うのですが、先ほど少しお話ししたように、科学研究の対象自体が変化してきたということがあります。



◎「知識」の変化とモデルの変化

先ほどお話ししたように、従来の知識というのは、普遍の真理に関するものであって、モデルで言えば、ある実体を表



現したものであるというイメージが強かったかと思います。しかしながら、現時点では、必ずしも対象自体が時々刻々変化したり、あるいは場合によって、それは人工物であったり、あるいは人間がつくり出したサイバー空間上のものであるということで、必ずしも普遍的なものではないし、実体を考えること自体がそれほど適当ではないということで、現在、我々のイメージとしての知識というのは、例えば人間が予測あるいは意思決定をするときに有用な情報である。その程度の比較的軽いものとなってきているのではないかと思います。

また、これに対応して、モデルも従来の実体の表現から、むしろ対象をある機能からとらえようとしたときに、その機能を表現したものであると考えるようになりつつあると思います。

◎モデルの役割の変化

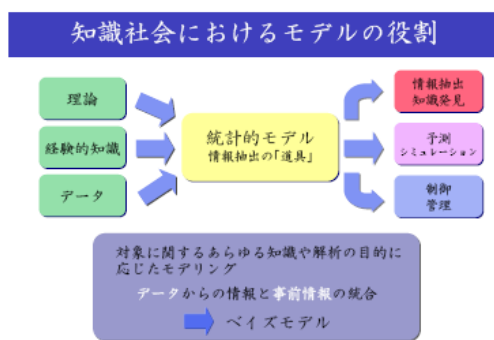
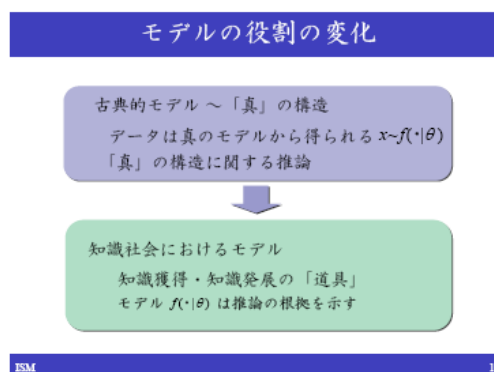
そうしますと、実態の表現であれば、ある意味、モデルはユニークなわけですが、ある機能を表現しようとする、どういう機能に注目するか、何をやりたいかによって、あるいは場、シチュエーションによって、人それぞれでモデルというのが変わり得るわけです。モデルの役割というのは近年大きく変わってきたのではないかと思います。

古典的なモデルというのは、先ほどから繰り返し言うように、真の構造を表現したものであって、例えば統計でも、従来のフィッシャー流では、ある構造がわかっているけれども、その中に未知数がある。それをデータからそれを推定することによって、真の構造がつかまるだろうという期待があったわけですが、「知識社会における」と書きましたけれども、現在のモデルというのはそういうことではなくて、必ずしもそうではなくて、我々が何かやりたいときに知識を獲得したり、あるいは知識を発展させていく、そのための道具ですね。そういうイメージでとらえようと考えております。

そうすると、モデルというのは、真の構造をあらわしたものというよりは、単に推論や知識を発展させていくときの根拠を示している程度のものだろうと考えております。

◎知識社会におけるモデルの役割

繰り返しますけれども、従来は、モデ



ルというのがあって、場合によってはデータからそれを推定するという話がある。そのモデルができれば、あとは演繹的にいろいろな予測をしたり、シミュレーションをやったり、制御をしたり管理をするということができたわけですが、今やこのモデル自体が唯一のものでもないし、ということで、いろいろなあらゆる知識を使ってモデルを構築していく。その辺で多少構成的というところと密接な関係が出てくるのではないかと思いますけれども、我々は理論だけから出てくるものでもないし、いわゆるエンピリカルに、データだけからつくるべきものでもないし、理論あるいはこれまでのいろいろな経験的知識、データ、場合によっては、何をやりたいかという目的、それらをすべて統合してモデルをつくっていく必要がある、そういうふうに考えています。結局、いろいろな情報を統合してモデルをつくっていくことが必要だと考えております。

問題は、どうやればそれができるかということですが、統計の中では一番強力な武器というのはベイズモデルだろうと考えております。そういう意味で、今後ますますベイズモデルというのは重要になってくると考えております。

◎AIC：モデリングへの示唆

ちょっと話がそれるんですが、赤池先生というのが1973年、AICを提案されて、モデリングの世界で大きな貢献をされたのですが、実は私、76年に研究所に入ってすぐハーバードに行ったとき、そこに赤池さんが滞在されていたんですが、そのときにハーバードではベイズの研究をされていたんです。提案して3年後には、ある意味、最尤法とかAICの限界を考えられて、これからはベイズでないといけないということで、76年ごろから勉強されて、論文とかで出てくるのは大体79年ごろからです。

赤池さんの考え方ははっきりしていて、従来の統計ともかなり違うところがある。モデルは近似である。真のモデルというのはわかるはずもないし、あるいは場合によっては存在しない。したがって絶対的評価基準は利用できないし、AIC自体も相対的評価基準であるから、ベストなモデルというのは、考えられた範囲でのベストしか見つからないという意味ですね。これだけやればいいというものがあり得ない。

したがって、いろいろな知識が増え、データが増え、それに従ってモデル自体も変わってこないといけないということで、モデルは永続的改良が必要であるとそこから言われてきております。

AIC : モデリングへの示唆

- モデルは近似である
- 真のモデルは未知 (存在しない)
 - ・ 絶対的評価基準は利用できない
 - ・ BestではなくBetterなモデル
- データの増加, 知識の増加

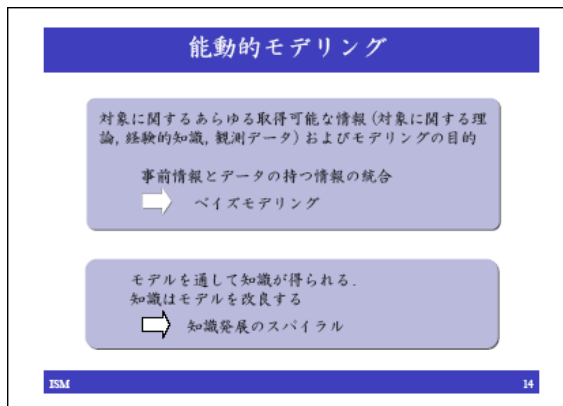
⇒ モデルの永続的改良が必要

ESM 13

◎能動的モデリング

同じようなスライドを繰り返しますけれども、事前情報、データ、知識を統合していくということが必要で、そういう意味で、ベイズモデルが重要である。

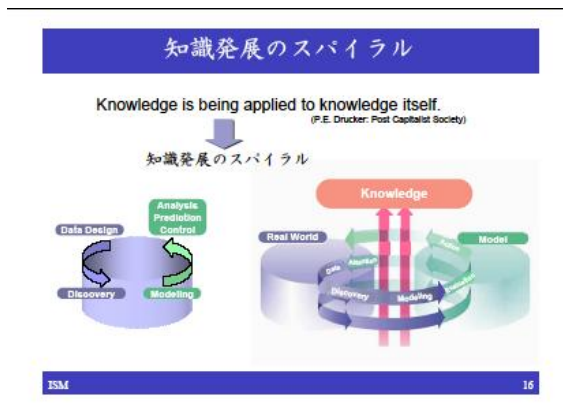
そのときに、モデルが見つかる知識がいろいろな形で得られる。一方で、知識がたまってくるとモデルも改良されるという双方向の関係になります。それは必然的に、知識発展のスパイラルが構築されていくということになります。



◎知識発展のスパイラル

こういうイメージですね。いろいろな分析、あるいは場合によっては制御とかやっていく中で、モデル自体も変わって、だんだん知識が向上していくということがあります。この知識発展のスパイラルをうまくつくっていくということが非常に重要で、これまたドラッカーが『Post Capitalist Society』という本の中で、

「Knowledge is being applied to Knowledge itself」、知識自体が知識に発展され適用されるべきものである、ということを行っているのがこれに対応しているのだらうと思います。

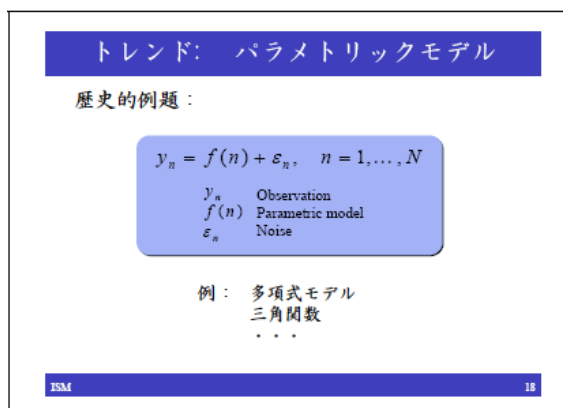


◎トレンド：パラメトリックモデル

ここで非常に簡単な例についてお話しておきたいと思います。

歴史的例題と考えていますが、赤池さんを中心に 1970 年代の終わりのころ、80 年ごろから、統計学者の多くがベイズの方に行ったときに最初に考えられた問題で、具体的に最初に考えられたのは経済の季節調整という問題だったのですが、それを少し簡単にした形でお話します

と、よくリグレーションとか、関数の当てはめという問題があるわけですが、 y_n とデー



タがあって、それを $f(n)$ という関数であらわして、あらわし切れない部分がノイズであるというわけです。

従来の統計のリグレーションでは、いろいろな形のリグレーション、多項式をフィットしたり、三角関数、あるいは回帰モデル。この f のところに強い構造を仮定して、その中に含まれる未知数を推定するという問題を考えていたわけですが、それではなかなかうまくいかないという問題がたくさんあったわけです。その一つが季節調整の問題だったわけです。

そこで、赤池さんがこのころ提案したのは、こういうモデルを考えてしまえ。季節調整だったのもうちょっと複雑なモデルなんですけれども、平均、トレンドを推定するものと考え、 y を f とイプシロンと考える。この f はパラメータだと思うわけです。そうすると、当然データが n かといったら、パラメータは n 個あるし、ノイズも n 個あるわけで、これはそのまま従来の最小自乗法、あるいは最尤法では意味のある解が出ないというのは当然です。

◎Smoothness Prior

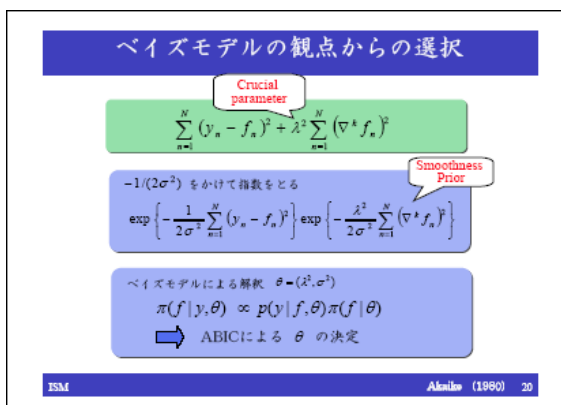
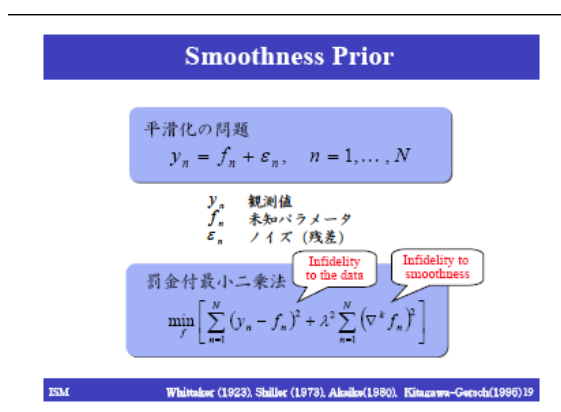
しかし、何も解が出せないかということではなくて、昔から知られているように、※ペナライズ・ビー・スクエアズという、この観測値とパラメータの差の自乗の他に、何らかのペナルティ項をつけて、うまく重みをつけてやると解けるというのがある程度知られていたわけですね。統計の分野では、I・J・グッドとかシラーという人がいますし、文献を

たどっていくと、実は 1923 年ごろのビタカという数学者ですけれども、エジンバラの人ですが、その本にも実は書いてあったんです。

そういう方法があるというのがわかるけれども、やっぱりここまでの問題、重みの係数をどうしたらいいかというのもなかなかわからないし、それを決めるロジックというのはなかったんです。

◎ベイズモデルの観点からの選択

赤池さんはこういうふう考えたんです。これに $-2\sigma^2$ 分の 1 を掛けて、指数、exponential をとってやるとこういう形になる。すると、これはたちまち見えるわけです。これは正規分布です。前の係



数が抜けていますけれども、正規分布、こっちも正規分布。そして、これはデータの分布で、こっち側は f に関する事前分布と思うと、ちょうどこういう形のデータ分布と事前分布の積になっているということになります。

そういう意味で、今まで解くのが難しかった部分が、ベイズ的解釈をすることによって、 f 自体は事後分布を求めるという操作だし、さらに、この λ^2 の決め方に関して ABIC という基準を情報量基準の観点から出されたのですね。

◎時系列的解釈と状態空間モデル

私は時系列解析をやっている人間で、時系列では状態空間モデルというのがよく使われまして、例えばカルマン・フィルタなどですね。そうすると、時系列屋から見ると、実はこの基準というのは、この2つの式になっているのです。これに対応するのがこれです。自乗の和をペナルティにするということは、 v が正規分布に従っている。ここも自乗和で考えているというのは、実はこのノイズに合うように正規分布を考えているという仮定に対応します。

さらに、こう考えてみると、状態空間モデルの非常に特殊で一次元で、しかも KF とか G とか H が全部 1 で、そういう非常に特殊な場合に相当しているということがすぐわかります。さらに、おもしろいことは、この λ^2 というのが実は τ^2 分の σ^2 ですね。これの分散比になっているということで、スムージングの問題が状態空間モデルを通してほぼ自動的に解けるようになってきたということがあります。

さらに、こう考えてみると、状態空間モデルの非常に特殊で一次元で、しかも KF とか G とか H が全部 1 で、そういう非常に特殊な場合に相当しているということがすぐわかります。さらに、おもしろいことは、この λ^2 というのが実は τ^2 分の σ^2 ですね。これの分散比になっているということで、スムージングの問題が状態空間モデルを通してほぼ自動的に解けるようになってきたということがあります。

そういう意味で、統計の分野でいろいろな問題がベイズで解けるようになって、しかも時系列構造を持っている場合については、状態空間モデルを使って、従来からの技術ですけれども、それを使って解けるようになってきたということがあります。

◎状態空間モデル

ご承知のように、状態空間モデルについては、カルマン・フィルタというものが使える。

時系列的解釈と状態空間モデル

$$\sum_{n=1}^N (y_n - t_n)^2 + \lambda^2 \sum_{n=2}^N (t_n - t_{n-1})^2$$

等価なモデル

$$t_n = t_{n-1} + v_n \quad v_n \sim N(0, \tau^2)$$

$$y_n = t_n + w_n \quad w_n \sim N(0, \sigma^2)$$

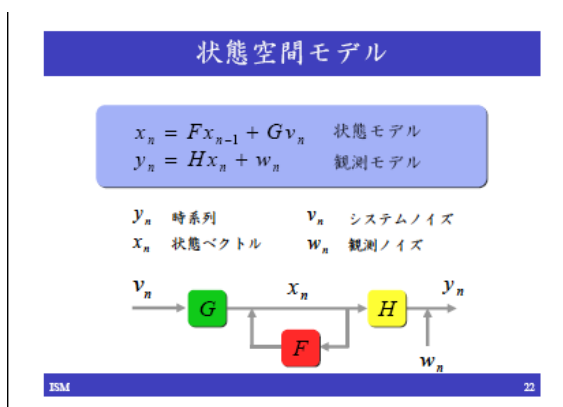
状態空間モデル

$$x_n = Fx_{n-1} + Gv_n$$

$$y_n = Hx_n + w_n$$

$$\lambda^2 = \frac{\sigma^2}{\tau^2}$$

ESM
21



◎状態空間モデル

しかしながら、実際にはこの線形、正規分布型のモデルではうまくいかないということで、その後、モデルを非線形化したり、非ガウス化したり、そういうことが進んで、一般化された状態空間モデルというのが研究されてきております。

◎分布の近似

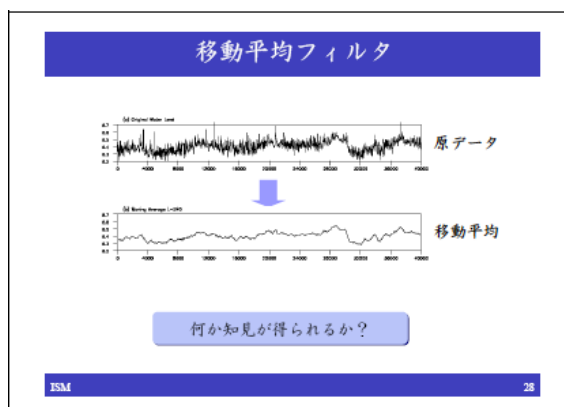
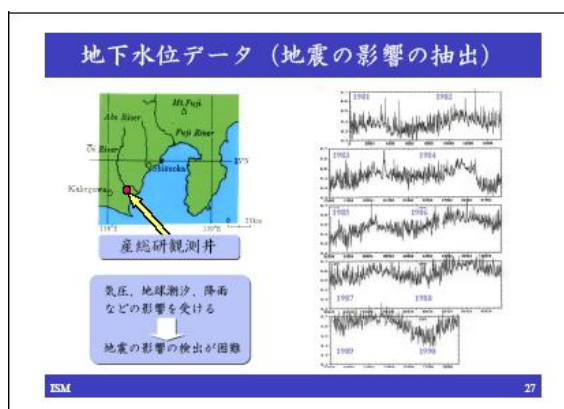
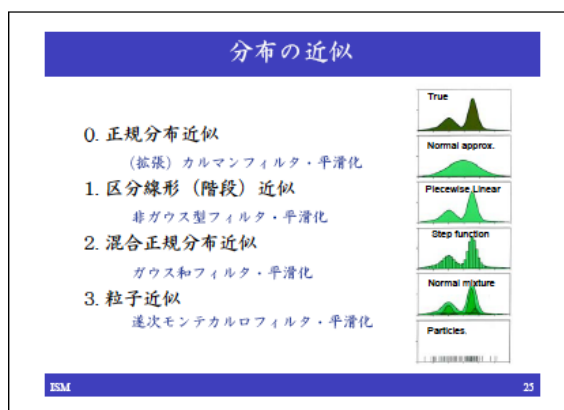
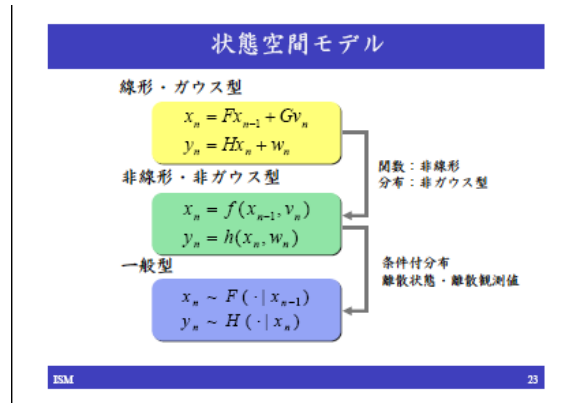
あとは飛ばしていきますけれども、それに対する計算法というのもあって、後の樋口さんの話であるかと思えますけれども、ここでも計算科学的な方法というのがあって、従来の解析的に、あるいは数値積分でやるというのに変わって、乱数を使ってこのフィルタリングをやっていくという方法も開発されています。1990年代以降ですが、そういうことがやられています。

◎地下水位データ(地震の影響の抽出)

これも15年ぐらい前に、私がやったのですが、きょう持ってきたのは、実は産総研の中の昔の地質調査所の方と一緒にやった仕事で、榛原というところで地下水の観測をずっと2分間隔で30年ぐらい続けているわけですが、非常にノイジーで、これから地震に関する知識がなかなかとれないということがあったわけです。

◎移動平均フィルタ

これもやはり非常にノイジーだし、いろいろなエフェクトが入っているので、物理的なモデルだけで分析しよう



というのは無理なんですね。一方、エンピリカルだけでいいかというとそうでもなくて、一番代表的な移動平均フィルタをかけると確かにスムーズにはなるけれども、これでは知識がほとんど取れないという状況。

◎成分構造モデル

そこで、ある程度物理的なイメージとデータの両方を使うということで、データは、いわゆるトレンドと言われる部分と、気圧の影響の部分、地球潮汐の部分とノイズになる。それぞれにある程度物理的なイメージを入れながら、気圧の観測値とか、地球潮汐の理論値の線形回帰で書けるというような構造を入れて、それ全体を状態空間モデルで表現して推定していきます。

◎移動平均 vs. 統計的モデリング

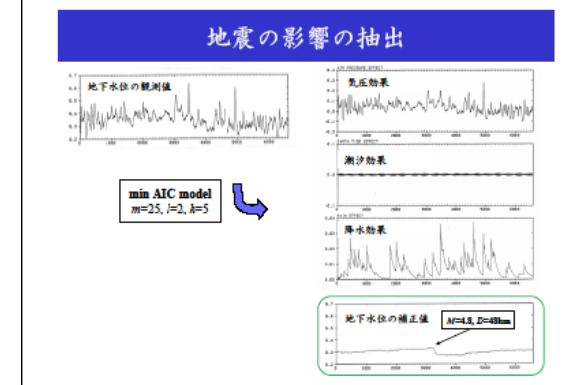
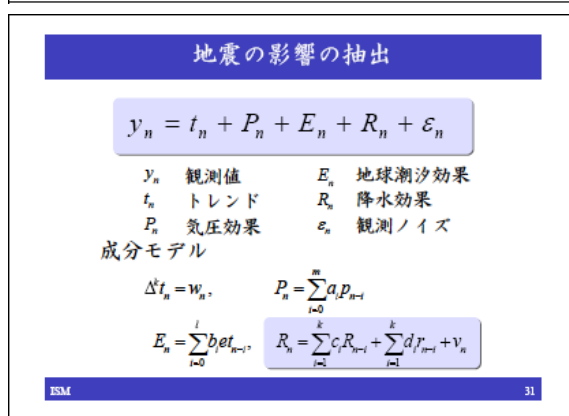
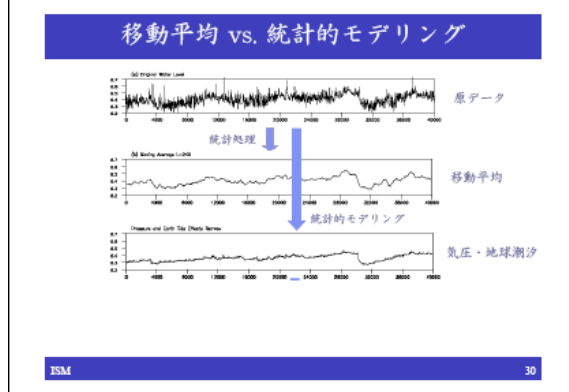
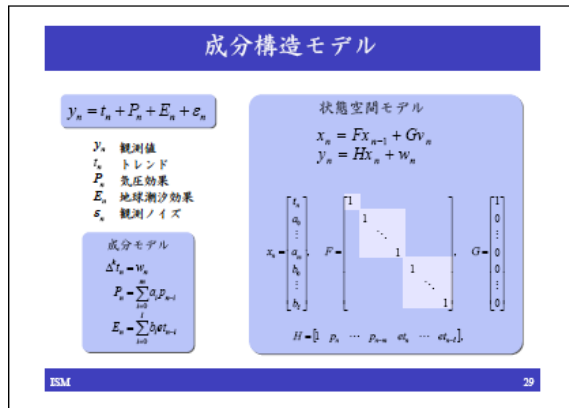
これが従来の移動平均によるやつですが、かなりきれいな形。単になめらかになるということではなくて、真ん中を結んだということではなくて、何か意味があるような結果が出てくるということです。

◎地震の影響の抽出

これは、当然雨の影響もあるということで、そこもうまくモデルを入れてとってやると、かなりきれいな結果が出ます。

◎地震の影響の抽出

例えば、こういう観測値が得られたとすると、気圧の影響がこう、潮汐の影響がこうで、雨の影響がこう。これを全部除くとういうふうになる。こうなってくると、カタログを見ると、近くで地震が起こっているということがわかる。従

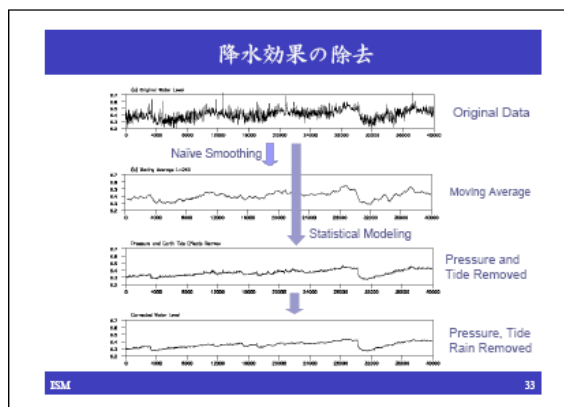


来の方法と比較ですね。

◎降水効果の除去

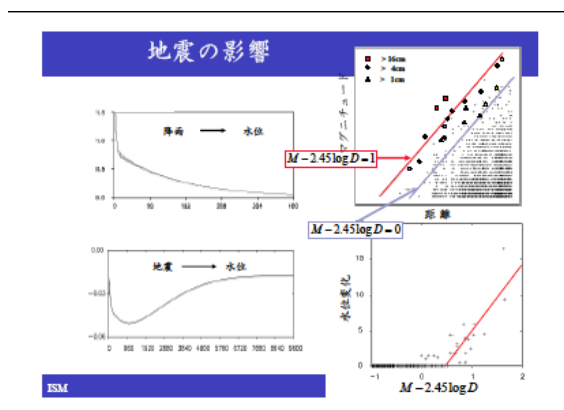
これは 10 年分のデータですが、左が観測値、右が推計値ですが、こういう結果が出てきて、この辺に信号がありそうだ、意味がありそうだというのがわかります。

実際にカタログと見比べると、この辺で地震が起こっていて、従来のデータでは、どこが関係あるのか、ないのかわからなかったのが、はっきり出てくるといふことがあります。



◎地震の影響

これは、横軸に距離をとって、縦軸にマグニチュードを置くと、ほとんどの地震では何も検出されないんですが、この△、○、□のところは、今の方法で水位変化が検出されたということで、しかも斜め方向の関係がありそうだ。距離とマ



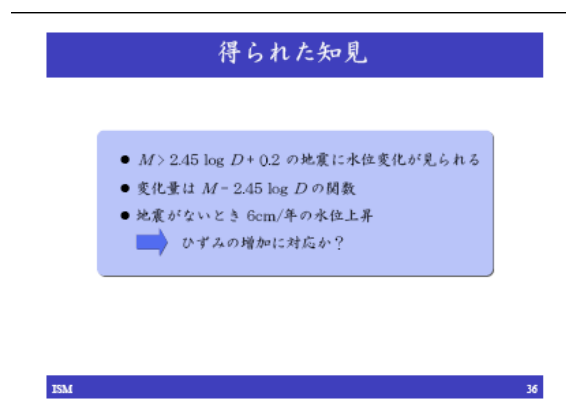
グニチュードの関数で関係する。ということで、 $M - 2.45 \log D$ 、 D は距離ですね、を横軸にとって水位変化を縦にとると、こういうふうな直線が見られるということです。

ゼロでは五分五分だけれども、1 以上だったら必ず出るということで、ここはゼロなんです、ゼロぐらいから検出でき始めて、1 以上は完全に検出できる。しかも、その関係がほぼ直線的であるということもわかっていますし、副作用として、雨が降ったときの水位の影響、地震が発生したときの水位の変化、そういうこともわかるようになってきた。

おもしろいことは、これはゼロに戻っていないんですね。これは、先ほどのこれで、地震が起こっていないと一方的に水位が上がっているように見えて、それが時々地震が起こるので平衡状態を保っているようにも見えるのです。

◎得られた知見

地質調査所の人はずしもそうでもな



いと言うんですけれども、これが何かひずみに対応していて、開放しないとだんだん上がっていくんじゃないかということも示唆しているのではないかということが考えられます。

◎統計的ものの見方の変化

そういう意味で、適度に物理的なイメージを使いながら、なおかつ、データの情報をフルに使いながらやることによって、いろいろなことがはっきりわかってくるようになっていくと思います。

◎データ中心科学のグランドチャレンジ

最後に、データ中心科学としては、いろいろなグランドチャレンジみたいなものがあるかと思いますが、一つは大量データを使った予測と知識発見、それから、リスクの管理ですね。それから、物理的なモデルイメージだけではなくて、人間も含めた実世界のシミュレーション、それから、今後、サービス・サイエンス、そういうところが大事になってくるのではないかと考えております。

◎大学共同利用機関：統計数理研究所

その後、統数研の紹介もありますので、もし御興味があったら、後でご覧いただければと思います。

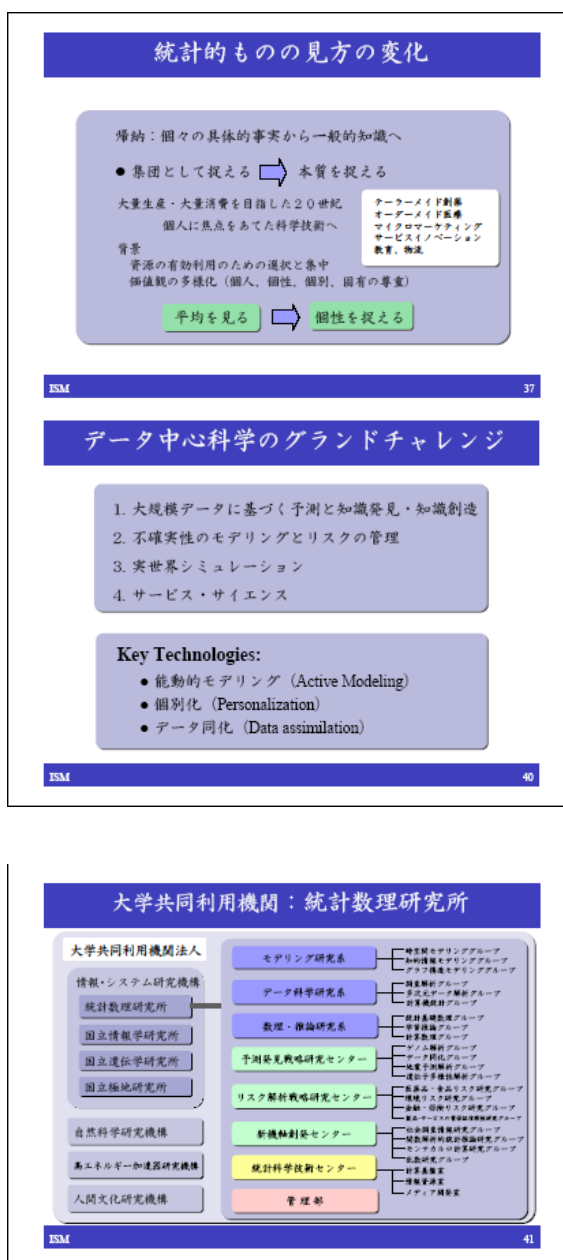
以上です。(拍手)

意見交換

○司会　　どうも北川先生、ありがとうございました。

さて、北川先生のただいまの発表について何か質問ございますか。小林先生。

○小林 非常にプリミティブな質問で恐縮なんですけれども、私はモデリングというのはほとんど素人なのですが、方向性というのは非常によくわかったんですが、例えば地球温暖化というのが今サイエンティフィックにもかなり蓋然性を持っているということが世の中に受け入れられたと思うのですが、先ほどの地震の例、あるいは地下水の例で



もいいんですけれども、ある処理をしてモデリングをすところになりましたと、これは非常に説得力があるとは思いますが、でも、それは正しいんですかという非常にプリミティブな質問があったときには、どういう回答になるのでしょうか。

○北川 「正しいとは何か」ということにも関連してくるかと思うんですけれども、赤池さんは、それを予測の問題に置き換えたんです。従来の統計というのが真のモデルを求めたいという立場だったわけですから、そういうことは一切考えずに、例えば予測したいということであれば、予測に合った、予測に一番いいモデルを出せばいいだろう。それが true かどうかというのは余り意味がないということなんですね。だから、必ずしも予測ではないですけれども、そういう目的を明確にして、それに合ったモデルをつくっていくというのが我々の仕事である。

予測ということを考えたときに、ある意味での汎用性を持ってくるんです。それまでの統計というのは、フィッティング的なもので、そのデータに幾ら合わせても、次のデータ、あるいは外挿で役に立つかというのは全然わからないわけけれども、評価の基準のところで予測能力というのを評価していくと、ある意味での客観性を獲得しているわけです。

○小林 そうすると、受け入れる社会側は、真実なんていうのはないんです、わからないんですと。

○北川 ないものが多い。

○小林 でも、こういう手法で、こういうふうに予測をすところ、こうなりますから、それを社会が受け入れるかどうかという考え方ですか。

○北川 そうですね。議論したり、決断したり、意思決定するときの根拠みたいなもので、true というのは永久に見つからないけれども、ある程度、合理性を持って、根拠を持って議論しないと。

○小林 予測はこうなんですよということですね？

○北川 はい。

○小林 ありがとうございます。

○司会 他にいかがでしょうか。木村先生。

○木村 今の true という存在をもう既に仮定しなくなったと言われた？

○北川 という立場が。

○木村 立場が予測の立場ということですか。

ちょっと言葉の矛盾みたいで、予測というのは、当たるか当たらないかわからないわけですね？

○北川 はい。

○木村 当たれば、その予測してみて初めてわかるというんでしょうかね。

○北川 赤池さんが情報量規準を出してきたときに、予測で見るとということと、もう一つは、予測が当たったかどうかというのを値で見えてはいけなと。分布として予測して、

それが実際のデータが何回か出てきたときに、分布としてそれが近い、いいものになっているかどうか。一個一個のデータの当たった、外れた、外れないというので議論するのは意味がない。それは偶然ですから、どんな悪いモデルでもたまたま当たることはあるし、逆もあるわけですね。

○木村 ああ、そうですか。なんか禅問答みたいなんですが（笑）。

○北川 このモデルを使って将来の予測をしたい、分布の意味で。そのときに、ここが近いかどうか、近い方がいいことは多いかしらんけど、近いというのは必要でも十分でもないですね。こちらの目的にいいかが重要。

○木村 その「予測」が私はよくわからないんですけども、説明能力の方がむしろ重要じゃないかという気がするんです、予測よりも。だから、あるモデルがいろいろな現象を説明できると。

○北川 それも、予測がすべてではないのはそうだけれども、説明と言ったとき、普通の人はこれ（真の分布）を考えるんです。

○木村 そこは問題ですね、確かに。

○北川 現在のデータを使って、幾ら現在のシチュエーションを説明しても、それが何か一般的な知識になり得るか、直接的には対応しないと。予測ということを考えたときに初めて汎用的な性格を持ち得るわけですね。直接はやっていなくても、ある程度の真理の一面を、ある側面をとらえていない限り、予測はうまくいかないはずです。

○木村 ただ、10年後の予測というのは、10年たってみなければわからないですよ。当たる、当たらないということは。

○北川 それは手続としてこういう方法でやっている、分布としてはこれがいいですよ。値としては当たるかどうかはもちろんわかりませんし、当然そこで構造変化が起ると、それはうまくいかないわけだけれども、それはやむを得ないことですね。

○司会 ありがとうございます。

次は、樋口先生にお願いしようと思います。樋口先生は「モデリングの研究事例」ということでご報告いただきます。

「モデリングの研究事例」

統計数理研究所 樋口 知之

今、北川所長から哲学的なところですっきりしたエッセンス的な話があったと思います。また後半の方で、状態、時系列解析を使いながら、ベイズモデリングの重要性という話があったと思います。所長のすっきりした話で皆さんの頭が非常に清明になられたと思いますけれども、私の話で混乱されないように気をつけながら話したいと思います。

また、最後に木村先生からご質問がありましたけれども、木村先生からいただいた質問というのはいろいろな方々から非常によく受けまして、私も持論があるのですが、その辺でまた議論ができればと思っておりますので、今の私のこの時間内ではお話しできませんけれども、非常に重要な問題だと私も認識しております。

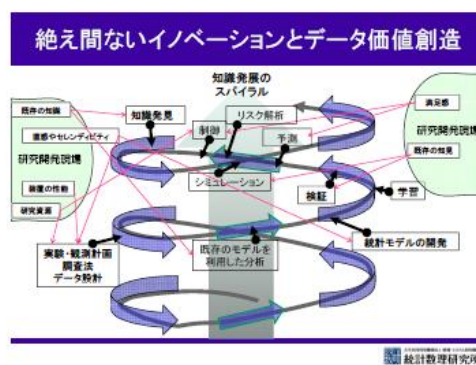
今日お話しさせていただくのは事例ですので、本研究所でいろいろやられている事例というよりも、私がこれまで携わってきた、わかりやすい事例を取り扱いながら、先ほど所長からありましたベイズモデルの重要性ということをお話しさせていただきたいと思います。その話の中で、今日、小野副理事長からありました構成的な考え方の重要性、また、木村先生等ありました横断的なものとのとらえ方、その他の分野への刺激剤としての役割、その辺を私の拙い話になるかもしれませんが、酌み取っていただければと思います。

◎絶え間ないイノベーションとデータ価値創造

この後にもお話ししますが、いろいろな知識を統合していく上で重要だと思われるのは、先ほど所長のスライドにもありましたけれども、スパイラル構造を自然に達成する仕組み、これが一番重要だと思うのです。これは、鈴木先生の方からもありましたけれども、融合ではなくて融合策ですか、それを明示的に与えるもの、それが絶対的な価値を持つ

かどうか分かりませんが、それを使っていろいろなところでいろいろなイノベーションが起こるようなもの、それを持つのが重要ではないかと思います。

我々は、一つの策としてベイズモデルを使って、スパイラル構造をつくり上げることでイノベーションを起こすと。シミュレーションを予測したり、リスク解析にしてまた制御等、いろいろありますけれども、このような一連の流れをどのような形で持っているのか、それをしっかりと持つことが重要ではないかと思います。



◎話題提供

きょうは話題提供として、先ほど言いましたようなマーケティング分野の応用、あとデータ同化、これも一連の時系列解析の発展系として手法的にあるのですが、きょういろいろお話が出てきましたけれども、物理的な物事の考え方、あるいは演繹と帰納、その2つの異なるものの考え方をどのようにとらえて、どのようにして生かしていくのか、一つの新しい流れですが、それに関するお話をさせていただきます。

話題提供

1. パーソナライゼーション
 - ・大量データからの知識抽出
2. マーケティング分野への応用
 - ・状態空間モデル [線形・ガウスモデル]
 - 状態空間モデルによる小売店売上げ増減の動的・静的要因の同時推定
 - ・非線形・非ガウスモデル
 - 観測されない非価格プロモーション実施の有無のPOSデータからの統計的推測法
3. データ同化：シミュレーションモデルによる推論とデータ解析の統融合

統計数理研究所

◎社会的要請：Personalization

所長の話もありましたし、持丸先生からも一番最初にありましたけれども、持丸先生の言葉ですと「あなただけ」を「だれにでも」と。この考え方が非常に重要であると。

ここにいらっしゃる方々はもう当たり前のことなんです、社会的要請として、個人化技術をいかにつくっていくときの方が非常に重要であると。いろいろなところでニーズがあり、このような個に特化したいろいろな技術を開発していかなければいけない。

社会的要請：Personalization

- ・背景：
 - －無駄を省く(低価格化、低コスト)
 - －資源の有効利用のために選択と集中
 - －価値観の多様化
 - －“コ”(個人、個性、固有、個別)に特化

大量生産・大量消費をめざした20世紀→
個人に焦点をあわせる科学へ

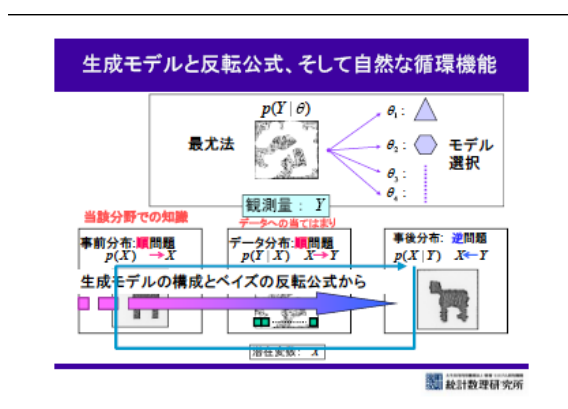
オーダーメイド医療、副作用の研究、マイクロマーケティング、
One-to-One *、Situation *、環境に優しい

統計数理研究所

下に書いてありますように、あらゆる産業分野、いろいろな分野で、個に特化した技術をまさに社会が求めている。それに対応できる技術を我々は社会に対して提供していかななくてはならない。持丸先生の「いろいろな技術をパッケージ化して、組み上げて、これに対応していく」というお話がありましたけれども、我々も非常にそれに同感しておりまして、とにかく個人化技術をつくっていくと。

個人化技術というのは、一人一人に合わせていくだけではなくて、何らかの汎化性を持ったモデルというのを提示しないとイケない。そこで、統計的なモデル、あるいはベイズモデルというところが対応できるのではないかと考えています。

◎生成モデルと反転公式、そして自然な



循環機能

Y がデータだとしたときに、いろいろなデータが手元にある。それに対してどんなモデルがいいか。先ほどのこのモデルは、真かどうか、いろいろなプリミティブなモデルがあったときに、モデルのどれがいいかを比較したいということでモデル選択。しかしながら、先ほど所長の話もありましたが、赤池先生等は、いわゆる個人化技術にもいろいろな場面に柔軟に対応でき、一種の汎化性を持ったようなモデル化に気持ちが移っていった、そこで一つの流れとしてベイズモデルがある。

ベイズモデルをどのように考えるかいろいろあるのですが、単純に言いますと、例えば、Y がデータであったならば、そのデータを説明するのに十分なパラメータを用意したモデルを用意する。しかしながら、それは普通にやっていたらオーバーフィットになってしまうのは自明ですが、では、何らかのパラメータ X に対して制約を加える。その制約は当該分野での知識なんです。当該分野の知識、いろいろな形でいろいろあるが、それを我々は、このベイズモデルでは統計モデル、確立モデルとして導入する。これはある意味で順問題ですね。X を与えたら、モデルを生成できる。X が生成できる。

また、こちらのデータ分布は物理の方等にも非常に自然で、モデル X があったときに Y にどれぐらい合うのか。これは X を与えれば Y が出てきますから、これも順問題です。

ベイズモデルが有用なのは、この 2 つの生成モデルを使って、ベイズの反転公式から事後分布というのが出てきます。単純なベイズの定義で出てくるんですが、重要なのは、この順問題と順問題をベイズの反転公式で逆問題に解くことができる。

さらに重要なことは、これが X の分布になりましたから、これはまたこちらの方に戻っていった、事前分布になることができる。このベイズのベイジアンモデリング、この有用性は、自然な循環機能をベイズモデル自体が持っているんですね。私は、先ほどのスパイラル構造もありましたけれども、この循環——持丸先生の話ですとサイクルですね。そこを達成する、どのようにやっているのかというのをしっかりと捉えることができる、それが知の統合の一つの策ではないかと考えています。

◎状態空間モデルによる小売店売上げ増減の動的・静的要因の同時推定

限られた時間で、例えば、私は、こういうわかりやすい小売店の売上の予測というのは昔やったことがあります。赤字で書いたのは横幹連に入っている学会でいろいろ論文を出させていただいたんですけれども、間違えていたら指摘してください。

状態空間モデルによる小売店売上げ増減の動的・静的要因の同時推定



九州大学大学院数理学研究院
(現在 東京大学基幹科学研究所ヒトゲノム解析センター 特任講師) 山口 類

統計数理研究所
樋口 知之

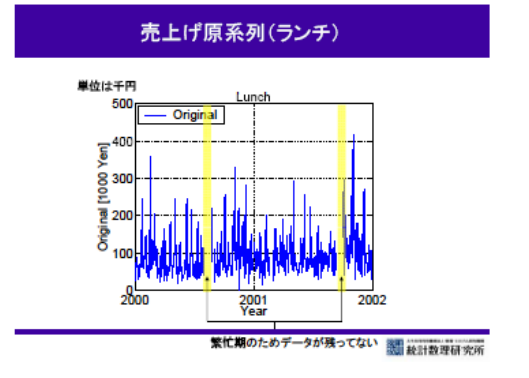
参考文献:
山口 類, 土肥 映子, 樋口 知之 (2004), オペレーションズ・リサーチ誌
樋口 知之 (2004), 電子情報通信学会 技術研究報告
2004, ニューロコンピューティング

統計数理研究所

◎売上げ原系列（ランチ）

これは、先ほどありましたような、幕張メッセの横にあるレストランの売上を予測する。非常に簡単な問題です。

こういうランチでこういうふうな売上有る。大体 10 万円から 30 万か、これぐらいです。

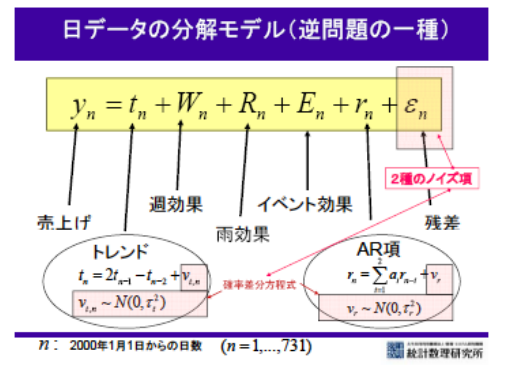


◎日データの分解モデル（逆問題の一種）

これを Y がデータだったときに、いろいろな要因に分解する。

最初は、例えば、 t というのは長期的な要因です。これは週効果。月曜日、何曜日はどれくらい売れるか。雨が降ったり、天気のとときはどうかとか、イベントがどうなったのか。

最終的には、こういうふうなこういうモデルにたどり着くんですが、最初スタートしたときには週効果と長期的な効果。でも、やっぱり天気の効果が必要だねとい

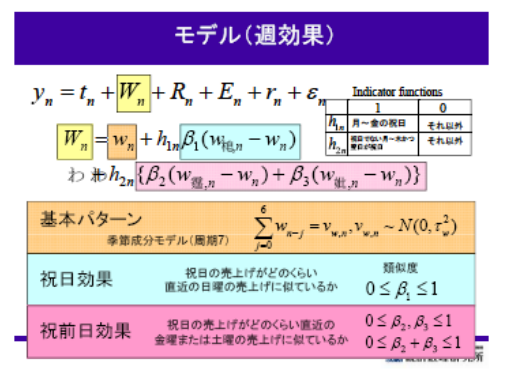


たら天気。あと、幕張メッセの横にありますから、イベントの何があったというのがあったならば、それを取り込んでいく。いろいろなことをどんどん、現場の知識、あるいは当然取り込んだ方がいいと予想されるようなものをどんどん取り込んでいく。そういう既存の知識をいろいろ取り込むことによって、しかしながら、我々はベイズモデルで統計モデルというのを扱っていますので、モデル自体のどちらがより良いかということをやっと同じ基準で評価していくことができる。そこが重要で、そうすることによって自然にスパイラル構造が達成できるということになります。

◎モデル（週効果）

例えば週効果ですと、いろいろな事前知

識として、先週の売上に今週の月曜日は似ているだろう。それを統計モデルとして入れる。あと、詳しくは触れませんが、祝日があったときには、直近の日曜日の売上に似ているだろうとか、あるいは祝日の前の日は金曜日か土曜日の売上に似ているだろ



う。そういうところにただ数値で与えるのではなくて、パラメータを用意しておく。ただ、そのパラメータは、例えば幕張メッセの横はそうだろうけれども、西武球場の横ではまた違ったようにするだろう。

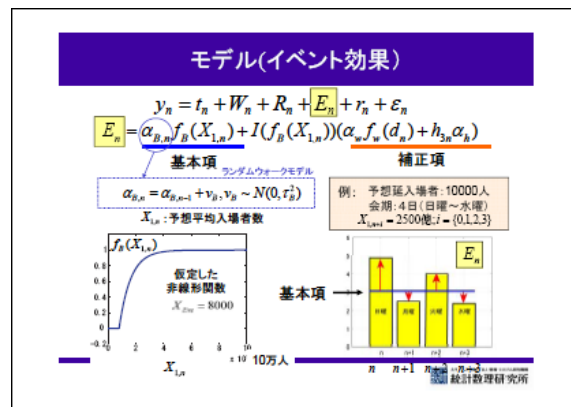
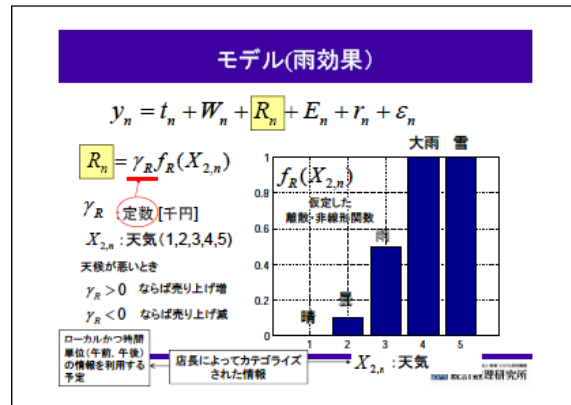
言いたいのは、そういうパラメータを用意して、それを一つ一つ個別化していきますけれども、基本となるこのようなモデルは非常に汎化性があるわけです。

◎モデル（雨効果）

雨効果ですが、この場合、店長が記載したカテゴリのデータしかありませんけれども、それがどのぐらいに効果があるのかというのをパラメータライズして、これもデータに合わせるように決めていくということも可能なわけです。

◎モデル（イベント効果）

もちろんイベントがあったときに、幕張メッセですから、幕張メッセでどれぐらい入場者数があるという予想入場者数というのをイベント団体が登録する。そのデータベースがあります。それから引っ張ってきて、それを入れることによって、やはり予測能力は上がる。

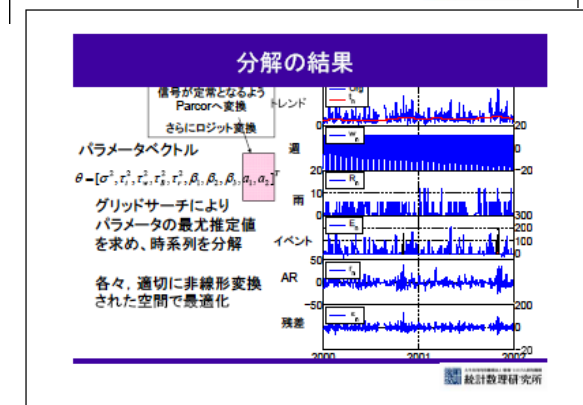
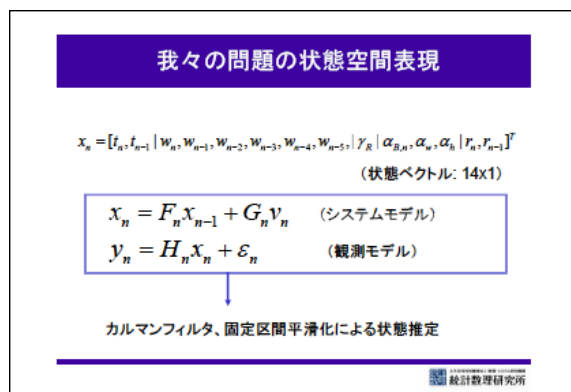


◎我々の問題の状態空間表現

それらのいろいろなモデルを書き下すと、先ほど所長からありました状態空間モデルというところに落とすことができます。それで計算することができる。

◎分解の結果

最終的にこんなふうにして分解した逆問題を解くことができますが、逆問題を



解けるというのは、いろいろな知識を注入して、ベイズの定理を使って、その事後分布として出てくる。いろいろなことに分解することができます。

◎結果：原系列、トレンド

かいつまんでちょっとお話ししますと、長期的な効果は去年と今年はどのくらい違うのかというのが、このお店の場合に推定することができます。

◎結果：週効果（基本パターン）

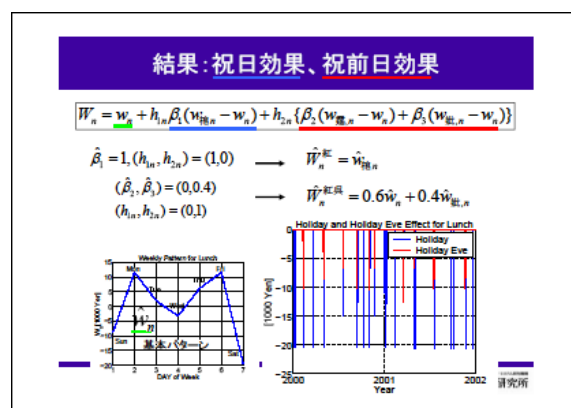
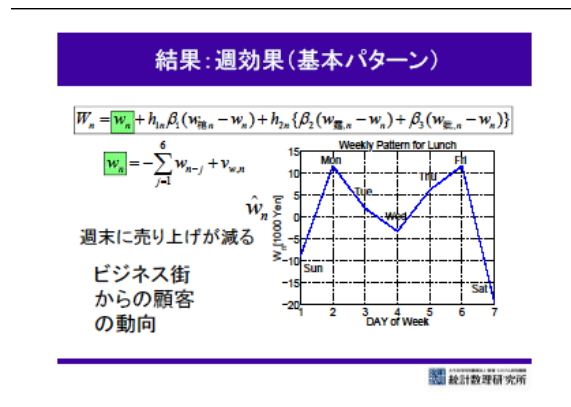
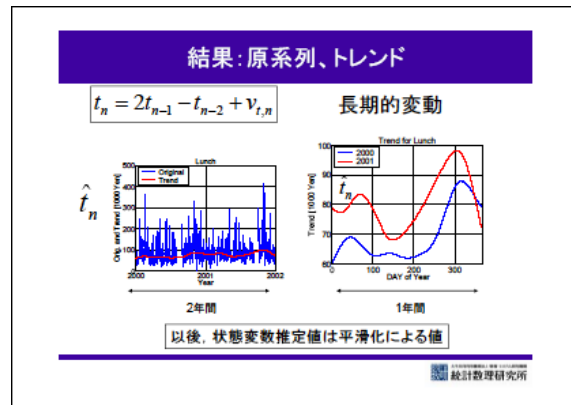
例えば週パターンですと、月曜日で、これは幕張メッセの横ですから、ビジネス街のビルもありますので、月曜日はこれぐらいで、金曜日は売れて、水曜日は少なくてどうのこうのとかが、これらも推定することができます。

◎結果：祝日効果、祝前日効果

また、店長の勘として、例えば明日は祝日だから、これぐらい用意しておかないといけないという勘がありますが、いろいろなパラメータを導入することによって予測能力を上げるようにパラメータを最適化することによって、どれくらい似ているか等を数値的に推定することができます。

◎結果：雨効果

また、雨効果も、雨が降るとレストランは減りそうですけれども、この場合は



結果として、天候が悪いと売上が伸びるというのが出てきます。これは、このレストランはビルと直結しているので、雨が降るとわざわざ外に行かずに中で食べたいという、言われてみればそうですね、その効果がはっきりと読み取れます。

◎事例(1):Macworld Expo/Tokyo 2000

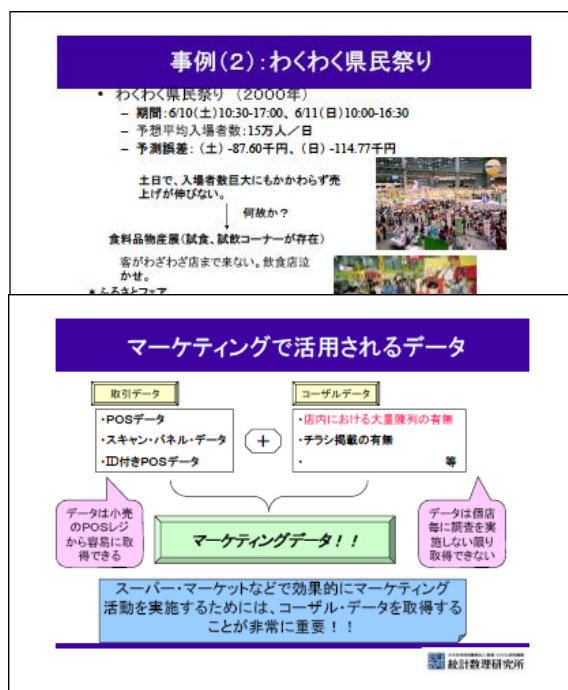
結果として、今、それで予測能力いろいろ上げることができたんですが、大外れすることもありまして、これはあまり本題とは関係ないですけれども、例えば、スティーブ・ジョブズが基調講演をやるときには午前中に客が来て大外れしたとかいうことがあります。

◎事例(2):わくわく県民祭り

あるいは、人がいっぱい来ると、たくさんレストランの売上が上がるはずなのですが、県民祭りがあるようなときには、売上は全然伸びない。なぜかという、試食品、試飲コーナーがあって、あるいはお弁当がこういうときには必ずたくさん出るので、客が来ないとか、これはちょっと脱線気味ですけれども、こんなこともわかってしまうということがあります。

◎マーケティングで活用されるデータ

もう一つの話題として、マーケティング関係は、いろいろな実際のデータともう一つ重要な情報としてコーザルデータ。例えば、店内の大量陳列の有無とか、チラシを配ったかどうかとか、いろいろなものがあります。



◎観測されない非価格プロモーション実施の有無の POS データからの統計的推測法

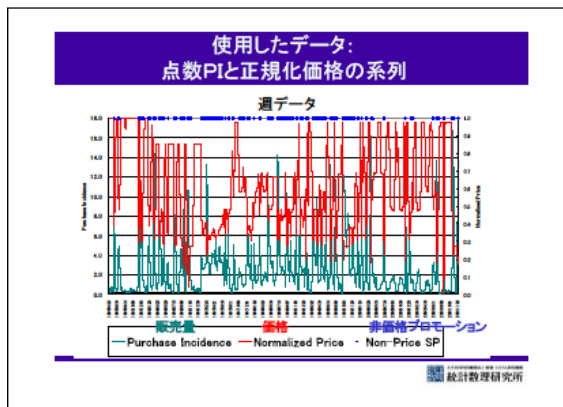
これは、現在は筑波大学で、以前、流通経済研究所というところで勤務していた方と、あと所長を含めて、こういう応用数学会とか統計学会、人工知能は入っていないと思いますけれども、入っているかなと思って、赤にしようかと思ったら、調べたら入っていなかったの、



間違いだったらあれですけども、こういうところに出した。

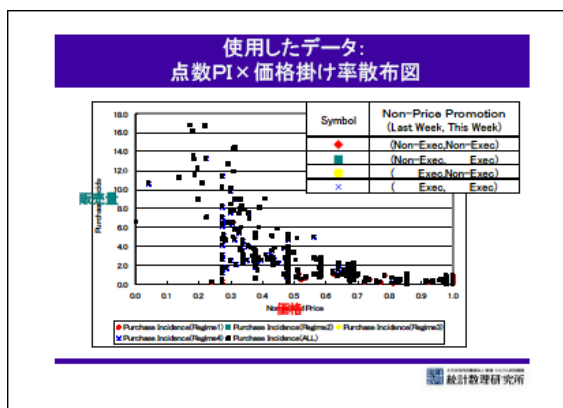
◎使用したデータ：点数PIと正規化価格の系列

これは、スーパーの出口に平積みすると、何となく安いように思ってしまう、ついつい買ってしまう。これは明らかに効果があるのです。それをわざわざお店に行かずに、もちろん行って、アルバイトの人にお金を払って調べればいいわけなんです。が、そちらに行かずに、この店側が平積みしたかどうかを推察する。自分はそのデータがないけれども、諸環境の周りのデータや、過去のやり方、パターンを使って総合的に全部合わせることで、自分が持たない情報を推論し、その推論に基づいて戦略を立てるというお話です。



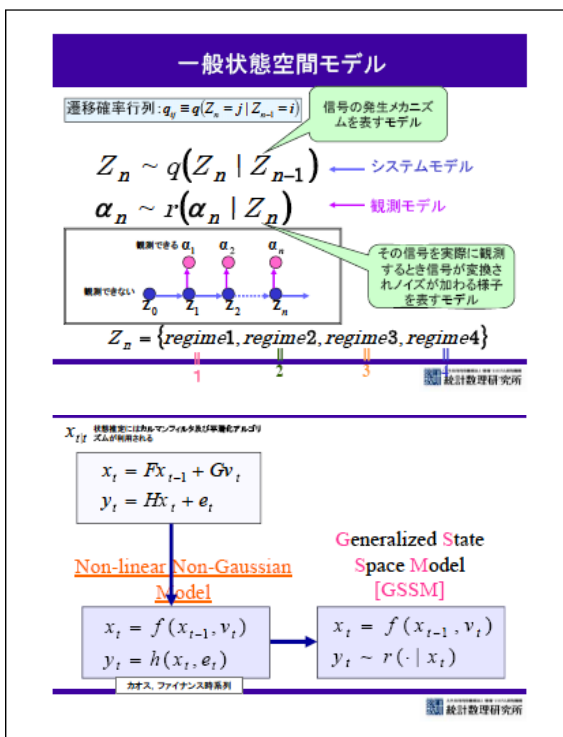
◎使用したデータ：点数PI×価格掛け率散布図

横軸は価格で、例えば平積みをしなかったときには、価格も非常に高く、売上も低いです。でも、前の週に平積みせずに今週したと。だんだん安くして売上も上がる。そういうお店のパターンというのを幾つか用意しておいて、実際は、入れる側は、お店がどんなふうにしたかはわからない。価格と売上のデータだけから、この色づけを統計的に推測する。そういうことも可能なわけです。



◎一般状態空間モデル

これは、モデル化すると、先ほど所長の話にあった、一般状態空間モデルというふうになりますけれども、今のいろいろなコンピュータの技術を使うと解けるようになります。



◎時系列モデル

これは、こういうふうに時系列モデル、

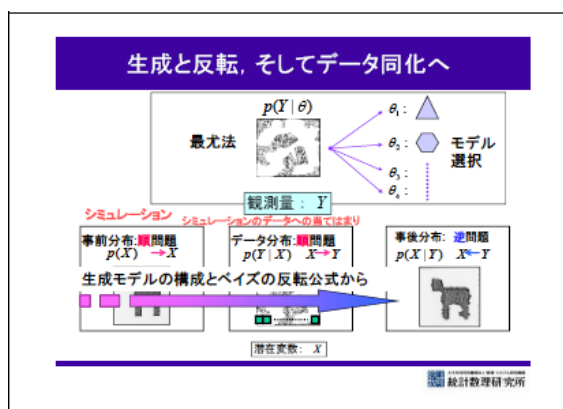
ベイズモデル、時系列のところで発展しているのですが、解けるようになります。

◎生成と反転、そしてデータ同化へ

最後に、5 分程度、データ同化というのをお話しさせていただきます。

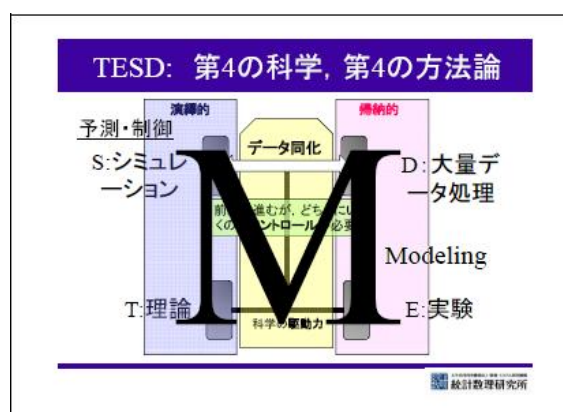
これは一番最初のスライドの再掲なのですが、このベイズモデルは自然にサイクル構造、スパイラル構造を達成できる。自然な循環機能を持つという、その有用性をお話ししました。

ここの順問題のところは、先ほどは当該分野の知識と書きましたが、実はシミュレーションと置き換えてもいいわけです。データ同化というのは、昨今、天気予報やいろいろな地球科学の分野で採用されつつある技術なんですけど、データ同化というのは、ここの部分をシミュレーションで置き換える。シミュレーションというのは、演繹論法を代表する、いろいろな物理法則等を計算機上で実現し、それをここに入れる。ベイズモデルで事後分布をする。



◎TESD：第4の科学、第4の方法論

データ同化というのは、ここにありまうようにシミュレーションと、先ほどの所長のお話ですと、Data Centric Science。データ同化というのは、ベイズモデルの枠組みで、このシミュレーションとこのデータ解析の両方をつなぐ技術なのです。これは、もちろんベイズの枠組みでやっていますので、自然な循環構造が達成できる。



◎生命体データ同化技術

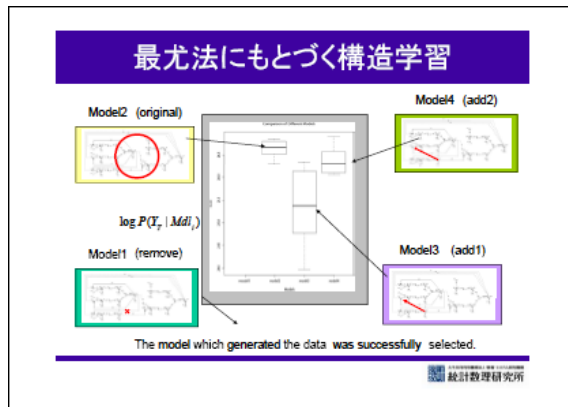
我々は、幾つかのプロジェクトをやっていますけれども、最近、一番力を入れ



ていますのは、生命体データ同化。これはペタコンの次世代スーパーコンピュータのブランドチャンネルとしてライフサイエンスとナノがありますが、我々はライフサイエンスの方のプロジェクトに参加しています。そこではこのようないわゆる生命のいろいろなレベルでシミュレーションモデルがあると。片一方でこういう多様なタンパク、あるいは発現のデータがある。これを、我々は先ほど言ったベイズモデリングで統合する。

◎最尤法に基づく構造学術

さらに、自然な循環構造を持っていますので、例えば統計モデルをやっていますから、いろいろなシミュレーションモデルが考えられる。考えられるシミュレーションの中でどれがよさそうなのかというのを我々はベイズモデルというところで全部統計モデルで書き下していますので、最尤法、いわゆる統計的な評価で構造学習、シミュレーションのモデル選択、構造学習ができる。



◎“個”にマッチしたシミュレーション

また、個にマッチしたシミュレーション、例えばナビエストークス、物理でよくあるようなシミュレーションで、実は、例えば水深とか摩擦係数とか、物理の方でパラメータというふうに入れるものというのは、実はよく聞いてみると、みんな使っているから大体この辺じゃないかとか、あるいは、そもそも境界条件として入れるデータ自体の不確実性というの



はさほど重要視していないけれども、このような地球潮汐とか、あるいは津波の場合は、それがほとんどクリティカルなんですね。そういうような不確実性をデータから推察していくということもデータ同化でできるようになる。

◎知識循環と永続的なモデル改良

あと、何度も繰り返しますけれども、循環がとにかく重要である。データ同化はベイズモデルにのっっていますから、

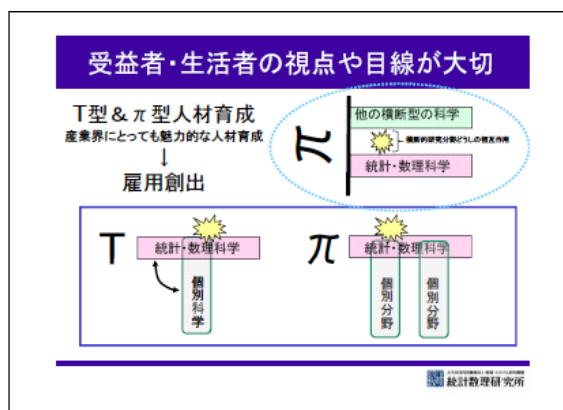


データ同化、シミュレーションモデルとデータのインターフェースですけれども、自然に循環構造が達成されていますから、モデルをいろいろ、データがとられる。それに基づいてパラメータを推定し、評価をし、リモデリングをして、さらにそこから先ですね、また実験計画を立てられる。デザインができるのです。仮説を生成して、またデータをとる。

我々が東大医科研の宮野先生と一緒にやっているところで、こういういわゆるバイオインフォマティクス系の方々と一緒にやっていたのですが、昨年から実際にデータをとってもらっています。それを今まではこちらの分野からこういうふうなモデルを検証したいからというふうに上がってきて、それでこういう流れだったんですが、今回、我々は、どういうふうなところをデザインして、どういうふうなデータをとってほしいかということをこちらからお願いしているんですね。向こうの先生方には、本当にしんどいからやめてくれ、くらいのいろいろな要求をするんですが、ちょっと違った流れというのが生まれてくるのではないかと思います。

◎受益者・生活者の視点や目線が大切

最後のスライドですが、きょう横幹のいろいろなお話がありましたけれども、とにかく我々は横幹の横型の科学。あと、個別科学のT型の人材の養成が非常に重要である。こういうところで生まれたもの、あるいは π 型というのは私は2つ書きましたけれども、よく言われている π 型というのは、こういうのが一つではなくて、ここで触発されたものがこっちに



通用する。ただし、横幹の方では、横の横断的研究分野としての相互作用というのもあり得るわけで、そのときに頭が何なのかというのはよくわかりませんが、こういうところも出てくるのではないかな。

ただし、いろいろな昨今の社会変化を考えると、雇用創出というのが非常に重要になってくる。そこで、産業界にとって魅力的な人材育成をやるためには、最終的には受益者、生活者の視点や目線に、ここだけではなくて、現象の方にもちゃんと興味があるような人材というのをきちんと供給していかないと、ここだけでもそれなりに非常におもしろい人たちができるんですけども、産業界にとって魅力的というのは、やはりこういうところ、あるいはTとか π を育てていくことではないかと思います。

長くなりましたけれども、以上です。(拍手)

質疑応答

○司会 ありがとうございます。

樋口先生のご報告に対して、どなたかご質問がありましたら。

○小林 幾つか前に、運動方程式のお話で水深、そこで、例えばここで言う λ_b になるんでしょうか、どこにベイジアン的な考え方が入ってくるのか。

○樋口 例えばこういうところですね。これはデータとして与えるところなんですけれども、普通はデータとして与えてそのままなのですが、例えばこういうものが何らかの誤差を持つと。誤差分布を事前分布として仮定します。それでこれを計算します。パラメータとを考えていただいた方がもっとわかりやすいかもしれませんが、これがパラメータだと。運動方程式が事前プレイヤーモデルで、データとして、例えばこういう実際に観測される潮位、それがデータですね。この潮位に合わせるようにパラメータを推定するということで、このパラメータがどの程度良さそうかとわかるし、これに対してまた確率分布を考えれば、これに対して事後分布としてこれがと。

○木村 それが正しいだろうということは、最後は観測と合わせるわけですか。

○樋口 これはもう既に観測をやっていますし、究極のあれでしたら、実際に船で行って直接観測すればいいわけなんですね。そういうことで、一種の補足的なバリデーションはできます。その場合は、多分、ほぼ確かであったと。これはわかりませんけれども、こういう摩擦係数、これは非常にマクロな量で、真かどうか、そもそも何の量か怪しい量ですけども、これに対しては大体妥当であった。

ただ、私が言いたいのは、だからそれが真だと言っているわけではなくて、そこでそういうふうになった、事後分布として。現在の情報ではこれがほぼ確からしいであろうと。もう一回ぐるっと繰り返して、もしそこに不確実性が大きいと思ったら、デザインをして、実際に観測に行って計測して、それでまた知識の精度が高まる。逆に高まらない場合もあり得ると思いますが、そういう循環になっている。

私が言いたいのは、特に従来のシミュレーションサイエンスにおいては、そのような物事の考え方というのは、意識はされていたけれども、真正面からきちんととらえてこなかったのではないかな。それはいろいろ話が広がるかもしれませんが、物理の教育、数学の教育で我々は小さいころ非常に勉強してきている。そういうところでの考え方と、真のモデルがあるのかないのかというところですね。その辺があるのではないかと。また議論になればと思います。

○司会 ありがとうございます。

他によろしいでしょうか。

○赤松 最後から2番目に、「受益者・生活者の視点や目線が大切」というスライドがあったんですけども、これとベイズ的な考え方と何か話のつながりがあるんですか。

○樋口 例えば、プレイヤーの方で、従来は例えばこういうモデルですと、そのコミュニティの人たちはこれを出発点とするのはオーケーですが、受益者側としてこんなふう

にプレイヤーとして、経験として、勘として知識がありますね。そういうものを入れ込んでいく。

最初から循環の構造の中にきちんと、きょうは持丸先生の話もありましたけれども、その環の中に受益者もきちんと入れてモデリングしていく。参加できるところを用意しておく。その中で一つのベイズモデルというのが自然に達成できる。いわゆる経験とか勘とか、ややもすると言いつ放しになってしまっ、「おまえはそう思うだろう。いやいや俺は違う」とかなりますが、ベイズモデルですと、スパイラル構造で統計モデルを用意していますから、あなたが言う勘とこちらの人が言う勘とどちらが予測能力が高いのか、潜在的な技術能力が高いのかということが言えます。絶対とは言いませんけれども、その確立モデルに従って、いろいろな商品開発、あるいはサービスを提供していけばいい。

そういう意味で、環の中にきちんと入れ込んでいく、あるいはそういう仕組みをしておくというのは重要だと思います。

○赤松　そういう意味では、視点や目線というよりも、受益者・生活者を取り込むことが大事だということなんですか。

○樋口　もちろんそうです。それと、もう一つこのスライドに書いたのは、あまり言うのもあれなんですけれども、きょういろいろ話に出てきましたこちらの横断の科学というのは非常に大事なんですけれども、横断だけで閉じてはいけないと。ややもすると、受益者・生活者の議論、こういうところを忘れてしまっ、もともとは横型だったので、横型の強みというのをやればよかったのに、きょう小野副理事長の話がありましたけれども、どうしても研究者は縦型に無理やりして論文を書く方が楽なんです。

そうすると、横型の学問だったのにもかかわらず、気がつく縦型の人間行動になっている場合というのがよくある話なんです。それはいけないぞ、ということで、やはり横型は重要だけれども、これも重要で、だけど、このときにこういうことがちゃんと大切だという、2つ意味があります。

○小野　北川所長のお話も含めまして、予測ということが大変おもしろくお聞きしました。というのは、シンセシオロジーも、書いた論文の価値をどう評価するかというのは大問題でして、通常第1種の基礎研究の論文ですと、実験に合ったか、合わなかったかということで、明確にその研究の価値が判断できるんですね。説明できたか、できなかったかと。

ところが、シンセシオロジーの方は社会に役に立つと思ってやっているわけですね。社会での有用性というのは、実は社会に受け入れられるかどうかというのは、まだ論文を書いた段階ではわからないんですね。ある意味予測なのです。その価値を我々もまだまだ見つけておりませんで、そういう意味では、先ほどから論点になっている予測とモデルの良さというのは、現状にフィットしたからいいんじゃない、とおっしゃっていたところは大変示唆的で、この後の総合討論でも教えていただければと思うんです。予

測、ベイジアン、スパイラルで回していくときに、どちらの方が有利、あるいは価値があるかということをどういう軸でもって評価しているか、ということなんですけれども。

○樋口 それを我々は今ずっと発展できるベイズの枠組みでとらえていますけれども、※同層(ドウソウ?)的にそれを実現するいろいろなやり方というものもあるでしょうし、私が言いたいのは、ベイズでスパイラル構造を自然に達成し、そんなふうにしてやっているんだということをきちんと理解しているということが重要だというお話をした。我々はベイズでやっているということです。

○小野 私がわかっていないせいなのだろうとは思いますが、スパイラルを一回回しましたと。そうすると、回す前に比べて進歩しているかどうかというのをどう判断するか、それはかなり明確に言えるのですか。

○樋口 それは明確に。それがあるからずっとぐるぐる回っていくということです。

○小野 それが何かということが、ちょっと、私、理解できなかったものですから。

○樋口 いろいろな形で語られることは、我々は統計モデルをやっていますので、尤度という観点、潜在的なモデルの記述能力を測るもの、それで比較するという立場に立っていますけれども、違った立場をとる人もいるかもしれませんが、それはもっとメタなレベルですね。我々はこの評価基準、こういう情報量規準で評価しているんだと。ただ、それも絶対的なものであるわけじゃないですけれども、どういうふうにしてやっているのかということをきちんと明確にして、それを理解しておくということが重要だということを言いたいんです。それが「絶対的なもの」ということを主張しているわけではありません。

○中島 中島です。総合討論に持ち越した方がいいのかもしれませんが、今のお二人のを聞いていて、私はどうもすれ違っている議論のように聞こえていて、小野さんのおっしゃっているのは、今いくら合っている、明日違うかもしれない。特にシンセシオロジーなんかで将来どうなるかというのはわからないという話だと思うんです。それはベイズでも統計モデルでも何であろうと同じだと思うんです。今までのところはフィットしているけれども、明日新しいデータが出たらよくわからない。

クーンのパラダイム論によく出てくるのが、毎日餌をもらっているアヒルが、明日どう思うか。餌をもらっている日が長くなればなるほど、私はずっと生かされるんだという予測をするか、これは殺されて肉になる日が近づいたと思うかというのは、モデルによるんだ、という話で、これは検定不可能なんですよね。

じゃ、モデルの良し悪しは何だといったときに、説明能力——これもまた何だと思うかですけれども、我々がみんな納得しているかどうかというような話だろうと思うのが、多分シンセシオロジー側の立場で、それに関しては納得以外の検定法はないんじゃないかなと思っているんですけれども、多分、後の議論の方がいいのかもしれない。

○司会 ベイズの立場から何か今の質問に答えられますか。

○樋口 納得というのは、どういうふうにして。その納得という……。

○司会 所長は何か。

○北川 納得とか、いろいろな人が主観的なモデルを書いて、それぞれの評価基準を持っていたときに、どういうものがあれば共通の議論ができるか、ではないかと思うんです。間主観性とか言われていますけれども、それぞれの人が主観的なモデルを持っていたときに、例えば統計では情報量規準というのがあるのですが、それは主観的なモデルをある意味で客観的に測れる基準なんです。それは絶対的な基準ではないけど、複数のモデルがあったとき、どちらがいいというのがわかる。それをつないでいくと、ある程度、客観的に限定はあっても、議論はできて、どちらがいいかというのはわかると思うんです。それがあれば、初めてワンサイクルしたときに良くなったということが言えるし、ある基準、手続に従うと必ずいいモデルが出てくる。それはいつまでたってもベストに行くという保証はないけれども、前よりは少し良くなっているということがわかれると思います。

納得というの、尤度というか、このごろ納度（ノウド）とか言っているんです。納得の納。plausibilityとか言って、赤池さんが提案しているというのもあるんですけども、それをどうやって評価するかはまだ確立していないけれども、少なくとも尤度のところは、ある条件付けのもとではモデルの良さというのが客観的に測れる。そうすると、始めて主観的なモデルの相対比較が共通の議論としてできるということになっているのだと思います。

そういう意味で、モデルが主観的で評価基準がそれぞれ主観的だったら、何も比較できないわけですね。だから、どっちかを固定しないとイケなくて、制限はあっても固定するというのが大事だと思うんですね。

○中島 その評価基準は対象にあるのか、どっち側にあるのかという話だと思うんです。従来の科学は対象の側に評価基準があるだろうという認識ですね。見ている現象の側に。実験科学はそういうことですね。だから、そうじゃないような話もあるということで、こっち側にしか尤度が入れられないような話ってあるでしょうと。

○北川 データがあるということですね。

○中島 データも、今あるデータはいいですけども、明日のデータはわからないわけだから、その尤度は明日になればわからないという話でしょう？

○北川 でも、条件はあるにしても、情報量規準というのは通常の尤度とは違って、予測したときの次の日の良さをある意味で評価していることなんじゃないですか。

○中島 だから、さっきのアヒルさんは、データが積み重なれば積み重なるほど、生きる確率が高くなるのか、死ぬ確率が高くなるのかは主観モデルの違いですね。どちらのモデルがいいか、アヒルの例に関して言うと、測れないですね。

○北川 それはわかります。

○土谷 それは、アヒルがどう思っているかということと、客観的に見てアヒルの運命がどうなっているかということは、また別の問題ですね。

○中島　そうです。客観的はないわけですね。

○土谷　アヒルだから、1,000羽観測できれば、どういうことになるかがわかるんじゃないかと思うんですが。

○中島　1,000羽いるか、ですね。

○土谷　1,000羽いないから大変なんですね。

○中島　1羽だけしかいない。

○土谷　再現性がない現象を扱うときにはそういうことになる。

○持丸　産総研のシンセシオロジーで扱っている中には、最終的なシナリオの成果が可観測ではないようなものもあるわけですね。社会がハッピーになるとか、ハッピーの度合いをどうやって測って、最終的にその予測度合いにどう尤度を計算するかというのがよくわからない。これが確かに厄介なところで、私は、もともと北川さんや樋口さんの発想に近いですから、基本的には、予測をして、そのモデル自身は何か仮の姿で、最終的にそのモデルが機能した結果の予測が評価できればいいというのは非常に合理的な判断だと思うんですが、それですべて残念ながらシンセシオロジーの事例が当てはまるわけでもない。そういう事例を扱っているケースもあるし、もうちょっと可観測じゃないような目標を立てるケースもあって、それについてはシンセシオロジーも考えていかなければいけないと言えなければいけないですね。可観測じゃない、先ほどの話じゃないですが、シンセシオロジーだから構成学という一つの手段がやや主観的なところがあって、その結果、最終的にそれが社会に及ぼす効果も今のところ可観測じゃないという中でも、一応、我々は手段をそれでも蓄積していくことが最終的に構成学を何か成していくだろうということを考えているわけですが、それと同時に、ぞうやってそれを評価していくかということも考えていかなければいけないんです。

○司会　そろそろフロアも交えた討論に入るのがいいようなタイミングですので、ここからは総合討論に移りたいと思います。総合討論の司会は、産総研の小林理事にお願いいたします。

総合討論

○司会（小林） 産総研の理事の小林でございます。シンセシオロジーの副編集長も仰せつかっておりまして、今日の議論、残り約1時間ぐらいです、もう既に総合討論に入ったような感じがいたしますが、話を進めさせていただきたいと思います。

初めは、ご講演いただいた方にパネル討論形式も考えたんですが、せっかくこれだけお集まりいただいていますし、議論も大分進んでおりますので、この形式で議論する。

前の方はできるだけ後ろを向いていただいて、横の方はできるだけ中央に寄っていただいて、少し真ん中の方に寄っていただければと思います。

どういう議論をするかですが、先ほど鈴木先生の方からお話がありましたように、今日は3つの組織からそれぞれシンセシオロジーの方法論、構成的方法論、知の統合、モデリングというお話がございまして、まずは共通に議論をしたい、共通でこうですよねというお話がかなり出てきましたが、そのあたりのお話の一つ。

それから、ちょっと違うんじゃないかというか、やや視点が異なるのではないかな。むしろ違う面の議論。

それから、最後は、木村先生の方から、例の「場」というお話がありましたけれども、こういう集まりをぜひ次の試みに続けていけるようなご提案なりがいただければと思います。

それで、せっかくでございますので、今、お手元にお配りしているのは、今日ご出席の方々のお名前と所属です。それから、席も書いてございます。恐縮なんですけれども、最初の20分ぐらいを使って、ご出席の方々皆様お一人ずつ、ご所属とお名前と、今日の

講演に関してでも結構ですし、あるいはこういう試みに対するコメントでも結構ですし、一言いただいた上で、先ほどのようなお話を進めさせていただきたいと思います。

申し遅れましたが、私自身は産総研におります。昔は旧電総研というところにおりまして、大学は先ほどの物理と言っていましたが、光物性をやっております。最近では光通信デバイスやシステムとかということをやっております。途中では放射線とか半導体もやりました。基本的には物理系のバックグラウンドでございますが、この数年、産総研の中で「評価」ということを担当させられまして、評価の面、こういうシンセシオロジーというのも第1種基礎研究の一つのエビデンスというもので必要ではないかというところに関わってきた者でございます。

それでは、ご発言の方はよろしいですね。先生の方から回していただけますか。

これは回していただいて、ご所属、ご指名、それからコメントをぜひひとつお願いいたします。

出席者からのコメント

○船橋 日立製作所のシステム開発研究所の船橋と申します。私は横幹連合ということでこちらに出席させていただいております。

私自身は、もともと制御とかシステムとかいう分野をやってまいりまして、先ほど鈴木先生のお話にありましたように、企業におりますから、何でもインテグレートしなはいけない、そうでないと物事をつくれないうようなことをやってまいりました。自分のよりどころとして、システム工学だとずっと言ってきたんですが、それが何だろうというのは、ずっと自分で疑問に思っていたところで、システム工学というので、私どもの親分もいろいろ本を書いたり、自分でも書いたりしているんですけども、NASAのシステム工学から何が変わっているんだ、何が敷衍してきているんだというところが悩みでずっとやってきました。木村先生が横幹連合ということを立て上げられて、『Synthesiology』という雑誌が出るということで、その分野が新たにいろいろな角度で深まってくると大変うれしく思っています。

これだけ皆さん集まっていろいろお話しになっているので、世の中どうなっているのかと。システム工学、※インコースという団体があつて、そこでもう一度システム工学を見直そうということを今やっているんですけども、もっとアカデミアのところでどうなっているんだと。不勉強ですけども、ETHではトランスディシプリナリティとかいうのを数年前にいろいろ議論したというのがあるけど、その後全然進んでいないということもありますので、ぜひその辺もいろいろ教えていただければと思っております。

○司会 ありがとうございます。

○原 東京大学の原でございます。今、横幹連合で機関紙「横幹」というのを年2号出しておりますけれども、その編集委員長をやっております。そういう意味で、シンセ

シオロジーをどうするかということは、きょうの私の大きな興味の一つの部分でございますが、横幹連合としては、少し普遍的な縦型を貫く概念とか方法論みたいなものをも少し学問的にということは、私個人的にはずっと思っていてまして、そういう論文が集まればいいなと思いつつ、なかなかそこにいかない。

もう一つの軸は、社会のためにという問題解決型で、そちらはどちらかというと、今、シンセシオロジーの方でやられている方向かなということで、そういう2つの側面というものをうまく盛り上げられてきたらいいかなと思っています。

もう一つ、北川先生のお話で、モデルが実体の表現から機能の表現にということは、「もの」から「こと」へということで、先ほどの議論の中からいくと、どちらかというと、モデルは予測のためにあるというよりは、むしろ機能を実現するためにあるんだという拡大解釈すると、一つの何かつながりが出てくるかなという印象は持ちました。

以上です。

○西村 東邦大学医学部の西村でございます。

私は、今日は横幹連合の理事をしておりますけれども、担当は広報関係でございます。要するに、この方面の考え方をどうやって、一般もそうですし、専門家向けでも普及をしていったらいいんだろうかということに関しては、まだこれぞというものが全くありませんので、ここでいろいろな方々のお話を伺わせていただいて、またそれをまとめにかかるとというのが一つの今日来た使命ではございますけれども、きょうこういうお話を聞いたからといって、少し良くなるでしょうけれども、それによってこれぞというものが出てくるわけでもないし、常にスパイラル状に進化をねらうという立場でございます。

もう一つは、私は今、医学部におりますけれども、専門はメディカルエンジニアリング、もともとエンジニアリングの方の立場でございます。現在やっている仕事も生体計測生体制御で脳機能の研究というのが現在の専門でございます。

私は工学部から医学部の方に移りまして、いろいろな意味でカルチャーショックを受けたのでございますけれども、やはりこの横幹連合の中にいましても、あるいは横につないでいくというようなことを考えられたときに、根底にあるのは人間なんですね。つまり、人間の価値観というのはどうしても避けて通るわけにいかない。

ただ、さっきからお話を聞いていますと、人間の価値観は多様ではありますけれども、じゃ、完全にばらばらかということそうでもなくて、その中に共通のものもあるわけです。ですから、そういうものを見つけ出していくというのも一つの横幹的な発展を支える人間理解という意味での一つの視点ではなかろうかという立場で加わらせていただいております。

ただ、具体的なことはまだ申し上げられませんが、例えば、さっき木村先生のお話の中にちょっと出てきたんですけれども、お互いに理解しようと思ってもなかなか難しいんだけど、そばに専門家がいて、その人からサジェスチョンを受けることに

よって、その人は門外漢であっても、その方向に足を突っ込んでいくことができるというようなことは日常的に皆さん経験していることではなかろうかと思います。そうすると、人間と人間とが接触するということは、何かそこに非常に強い意味を持っているのではないか。これが何であろうかということも非常に興味の対象にさせていただければというふうに私は願っております。

以上でございます。

○藤澤 統計数理研究所の藤澤と言います。若輩者の私がこういうのに参加して大変申しわけないと思ったんですけども、もともと数理畑にいまして、だんだん遺伝学のデータに触って解析を始めたのですが、そうすると、本当に縦軸と横軸が完全に重なり合うところでものすごく価値観が違っていて、かなり迷うこともありまして、たまにこういう集会には参加させていただいて、違う価値観の人がぶつかったときに、どうやってお互い解消していくのかという助けになればと思って参加させていただきました。どうもありがとうございます。

○大倉 芝浦工業大学の大倉でございます。

横幹連合の会誌「横幹」の副編集長という立場もありますが、私は横幹連合の中で「知の活用担当」と称しております、どちらかというと、知の統合担当の先生方が多いので、私は活用担当と称しているんですけども、活用というのは、個別に活用するというわけではなくて、きょうの北川先生の言葉で言うと、“汎化”になるかなと思うんですけども、それを活用するという立場でいようと思いますので、今日は統合の方を勉強するという意味で参加させていただきました。

あと、きょう、いろいろなお話を大変興味深く聞かせていただいたんですけども、活用するにもいろいろモデルをつくったりすることも多いので、今日の北川先生の説明にあった、まさにああいう感じでモデルを使っている、ああいうふうに知識としてしっかり体系化されていなかったんですけども、きょうスライドを拝見して、自分がやっているモデルの立て方、モデルの使い方というのはまさにあの北川先生のスライドにあったような使い方をしていただいたんだという形で、自分の仕事自身もいろいろと整理がついて大変勉強になりました。

あと、最後の方の中島先生からのアヒルの話、それと持丸先生から「ハッピー」という言葉が出てきましたけれども、私は今わりと感性工学の方でも活動しております、要するに客観的に見てハッピーがどうか重要ではなくて、本人がハッピーと思うか。さっきのアヒルも、まさにそのとおりなんですね。どっちの考え方で生きている方が本人にとって満足度が高いかだけの問題かなという気がしていて、つまり真に近いかどうかじゃなくて、さっき、いろいろな方のものの見方という話が出てきましたけれども、そういう視点で物を見るというのは、従来の工学などでは少なかったのではないかなと

思っています。

さっき船橋先生から、システム工学、自分がやっていることは何だろうという話が出てきましたけれども、私もずっと自分がやっていることは何だろうと思いつけてきました。芝浦工大は今10年目なんですけれども、その前は10年ぐらいSEをやっていて、その前は6年ぐらい日立製作所で植物工場をやっていて、最近、植物工場がやっといういろいろなところで、私が25年ぐらい前にやっていたことがやっという今実用化されていて、でも、基本は私たちが結構、中研でいろいろとったデータがわりと生きているんですね。今になって花開いているなど、新聞とか見て、ちょっとうれしかったりするんですが、自分がやっていることは方法論だったので、ずっと変わってきていないつもりなのに、アプライする先が変わると、「また変わった。また違ったことをやっている。一体あなたは何をやっているの？」みたいな感じがあったんですけれども、横幹連合のおかげで、方法論というのが一つの価値だということを認識できて、それ以来、わりと自信を持って生きているところがあります。

それから、感性工学で言うと、持丸さんのメガネのデータ、そのとおりだったと思うんですけれども、物理現象が正規分布していますが、そうじゃなくて、特にさっきの4タイプというのは物理的なことだったんですけれども、感性の場合だと、5段階評価でも平均3といっても、1の人が半分、5の人が半分で平均3ということがあり得て、だから、クラスターとかそういうのをよく使ったりして、最近、感性工学をやるようになって、統計とか使うようになったりして、統計って大事だなと思っています（笑）。

以上です。

○司会　ありがとうございました。

では、中島さん、お願いします。

○中島　意見はもう言っちゃったので、立場だけ言っておきますと、公立はこだて未来大学が主な所属なんですけど、産総研のサービス工学研究センターの方もやっていて、シンセシオロジーの編集委員をやっていて、横幹連合は、昔は情報処理学会の副会長をやっていた時代に出て以来、おつき合いさせていただいています。それから、統数研の樋口さんとは、「知の創成と情報社会」、さきがけですけれども、これで一緒ということで、きっと私は横幹型人間なんだろうと思っています（笑）。

○池田　統数研の池田です。もともと計数の出で、理研にもいまして、知っている先生方が何人もいらっしゃるのですが、こんなに下から数えて早いとは思わなかったもので、ちょっと居心地は悪いんですが（笑）。

最初のお話の方では、構成的研究方法論ですから、新たなこの分野をどうつくるか、あるいは評価方法まで含めて議論しようということですし、木村先生のお話の知の統合というのでは、研究というのはこうあるべきだというような内容だったと思うので、そ

ういうのはやっぱり一流の方が話すと格好がつくんですが(笑)、勉強させていただきま
す。

○司会 ありがとうございます。どうぞ。

○土谷 統計数理研究所の土谷隆と申します。

私自身は、最適化とか計算とか、そういうことをやってきまして、とはいっても、い
ろいろなことに興味はあって、本当に横断型という考え方が大事——これが大事だと言
うのは簡単だと思うんだけど、本当に何で大事なのかよくわからないんですね。だ
から、よく考えてみると、横断型という考え方を信じているんですね。そういう感じで
思うんですけども、統数研みたいなところにいると、領域と方法論と両方あるわけで、
私は方法論の方をどちらかというとやっていて、でも、領域の方もできるだけやるよう
に心がけてはいるんですけども、世の中全体としては、問題は領域から入ってくるこ
との方がずっと多くて、例えば一緒に研究しようと思ったときに、自分はどういういい
計算方法があるとか、そういうふうに思ったときに、そういう問題が直接自分のところ
には、心がけが悪いということもあるのかもしれないけれども、なかなか来ないとい
うことはあるかなと思いますね。

その辺のところは、研究者の立場としての問題点もあるのだとは思いますが、
世の中、数理的な問題があったときに、私は制御、私は信号処理、私は統計、こういう
問題では明らかにないわけで、やはりどの問題でも、来たら「とりあえず受けますよ。
受けて頑張って解きますよ」というような、もっとブロードに問題を受け入れる。要す
るに、そこで数理が問題を解決できるかどうかというのは非常に難しい問題で、これは
なかなか難しいことがあるなと思うんですけども、そういうことが大事じゃないかな
と思っていて、そういう意味で横幹みみたいなインフラができるということは非常に大事
だし、そこから情報を発信したいことは、要するに、この分野の問題だから、この人
の方に行こうというのはやめよう。もっと数理というものをブロードにとらえて、モデ
リングの数理とかモデリングのアルゴリズムとか、「モデリング・数理・アルゴリズム」
と私はよく言っているんですけども、そういうものも信じて世の中に役に立ていける、
または学問の方で重要な貢献をできるように、そういうことができればいいなと。これ
が私の夢ですね。これが正しいとは言いませんけれども、一つの夢だと思ってやってお
ります。よろしくお願いします。

○司会 ありがとうございます。

では、内藤さん、お願いします。

○内藤 産総研のサービス工学研究センターの内藤です。シンセシオロジーの方では、
連携担当の幹事をやって、あまり機能していない部分もあるんですけども、今回の事
務で皆さんの連絡をとらせていただいたところです。

先ほど中島さんから、サービス工学研究センターの顧問をやられているというお話も

ありましたけれども、実はこの中に5名、サービス工学研究センターの関係者がおります。先ほど若輩者というお話がありましたけれども、私も相当な若輩で、下から片手指3本以内ぐらいに入るんじゃないかと思うんです。私のような人間が、中島さん、赤松さん、持丸さん、本村さん、上田先生も実はサービス工学研究センターの関係者なんですけれども、このような野武士をなぜ一緒にできるかといったら、多分、共通の方法論があるのではないかということだと感じています。

ちなみに、私は全く関係ない地質がもともとのディシプリンなんですけれども、情報、人間工学、もろもろいる人間がなぜ同じフィールドで仕事ができるかというと、やはり何か共通の方法論があるんじゃないかということをしごく強く感じます。同じように統数研の方々と議論させていただいておりますし、今後こういう方法論をいかにつくっていくのかということをもう少し考えていきたいなと思っています。

もう一点は、きょう、いろいろあつて出たり入ったりしていたんですけれども、非常に驚いたのは、樋口先生の横型 π の縦は一体何なんだろうと、あの問いが私はすごく新鮮でした。あれを真剣に考えていかなければいけないんだろうなとすごく思っています。なぜかという、鈴木先生のキュービックがありましたね。キュービックは実は下から上がってきたんですね、鈴木先生の場合。我々はどちらかというと、キュービックは上から落ちてくるんじゃないかと。要するに目的があつて、横断ができ、技術があつて、そこから個々のディシプリンが再定義されていくというふうに考えたときに、我々はむしろキュービックは上からくるんじゃないかと。それがまさしく“社会”とか“生活者”とかというキーワードでいろいろなディシプリンが再構成されていくということかなと思っていましたけれども、漠然と思っていたのが、あの横型 π の縦は何なんだろうという質問で、自分の疑問が初めてわかって、これからもう少し考えていきたいと思います。よろしく願いいたします。

○司会　ありがとうございます。

○椿　統計数理研究所のリスク解析戦略研究センターにおります椿と申します。横幹連合の理事でもあるので、どっちの立場でということもあるんですけれども、きょうはぜひ統数研の立場ということもありまして、統数研ということでやらさせていただきます。

もともと私は、商売といいますか、何がプロフェッショナルかといったら、統計学者というよりは、ほとんど統計家というものじゃないかと思っています。今まで、大学、修士を出て以来、いろいろな領域の人といろいろな問題を議論するというだけで生きてきて、お医者さんとも議論したし、リモートセンシングの方とも議論したし、官庁の統計の方とも議論したし、薬害事件の患者さんとも議論すれば、一方で製薬会社の人とも議論するという、いろいろな方々と議論してこういうところに出てきた。

そうすると、統計屋として生きていく場合には、その場の方々の価値観とかいろいろなものが、昔、お医者さんとき合ったときは、「おまえに方法を聞かなくも、自分たち

は十分勉強しているから、我々の臨床の論理のしもべになってくれ」ということを強く言われて、そのとおりかなと思いつつと 10 年ぐらやってたこともあるんです。

今申し上げたことは、我々、統計というのは、さっき所長、副所長おっしゃられたように、一つの科学の文法に従って、一定の物事をどう認識するか、どう予測するか、予測のかわりさっきのようにアクションというようなことをどう適正化するかということに対して資する一連の方法論の体系を扱っているんだろと思うんです。もちろんそれ以外に、さっきから議論があったような形で、予測以外に発見というようなことです。逆にモデルに合っていない事実というものを発見する機能をモデル自身は持っているわけで、そういうような非常に汎用性のあるツールをやっていると自負しているわけですが、ところが、一般の方々とつき合っていて何が一番違うかというと、そこにはいろいろな議論があるけど、価値観があるわけです。

きょうもいろいろあったと思うんですが、認識をするという行為というのは非常に普遍的な行為であるのに対して、デザインとか設計というものは一定の価値観のスコープを制約して成立する概念なわけです。この制約したものの中でどう応えていくかということがいわゆる社会のための学術、設計科学と、これは横幹連合の中で、私は洗脳されたことの一つなんですけれども、そういう部分で、その理論武装というのが統計を生業として生きていた中で少し欠けていたのではないかと。

そうすると、設計科学をどう構築するかというときに、今までの工学を超えて、一般的な設計科学を構築するような普遍的なプロセスというのがあるだろうというふうに最近強く認識しています。それが今の横幹連合の一つの大きな活動ではないかと思うんです。きょうも出てきていましたけれども、価値を選択する、今、世の中の価値がどうであるかということじゃなくて、将来のデザインのためにどのような価値を選択するかということに関して、やはり一つの普遍的な方法論があると。

その次に、価値を選択して、我々の世界あるいは制御の世界でもいいですが、一連のモデルにする。価値を実現するためのモデルをつくるというところに一つのかかなり普遍的な方法論がある。そのモデルの中でアクションというものを適正化し、最適化していくということにももちろん制御論最適化といった一連の方法論がある。

一方で、モデル上で実現した価値を社会の中にどう投入するか、インジェクションのようなものについては、私が知る限り、非常に横断的な技術が不足している部分じゃないかと思うんです。モデルと現実の間のミスコミュニケーションが非常に大きな問題を起こしている。

先ほどからの人材開発においても、 π 型人材、もちろん大切なんですね。我々統計屋は、さっきのように、お医者さんと話せば、毎日怒られっ放しなんです。ここの接点におけるコミュニケーションは重要なんですけれども、ずっと感じていることは、価値観のある世界と価値観のない普遍的な世界、理論の世界と認識科学の世界と設計科学の世界をつなぐ分野の人材というのも極めて不足しているのではないかという印象です。先

ほど鈴木先生がおっしゃられた横幹的な人材というのがそういうことをつなぐ人間であるとするれば、新たなタイプの人間、人材、研究像というのにも必要なのかなと思って、きょう、途中からの出席で大変ご迷惑かけたというか、不遜なんですけれども、そういうことをいろいろ考えさせていただきたいいいチャンスだったと思って、またぜひこの種のコミュニケーションができればと思います。

○司会 ありがとうございます。

本村さん。

○本村 産総研サービス工学研究センターと持丸と同じくデジタルヒューマン研究センターの両方兼任しております本村です。

きょうのお話は、私、日ごろ樋口先生を初め統数研の皆さんには非常によく勉強させていただいていますし、産総研の中でベイズ、ベイジアンという意味では、きょうのお話はどれもぴったりはまって、椿先生がおっしゃられたような確率的な意味での制御という統計的な意味での制御、そういった意味でも、きょうのお話は非常にツボにはまりまして、もしこれに何か1つピースを加えさせていただけるならば、ベイズ的な制御の中で、最近のベイジアンネットワークを使った統計的な学習と制御を考えると、“因果”というものが避けられないんですね。それが従来の決定的な因果ではなくて、データから帰納的に浮かんでくる確率的な因果構造というものが、もしかするとそれを使った次の制御モデルに発展する何か中間地点になればなど。これは計算機を通じてデータの観測とアクション、これがインターネットの場合には両方が同じチャンネルを通るわけですね。そうすると、その母集団とモデルの間の乖離がどんどん小さくなっていくのではないかと。こういったことがきょうの議論にもし関係してくるのであれば、今後非常に楽しみだなと思いました。ありがとうございます。

○司会 ありがとうございます。

○村上 産総研デジタルヒューマン研究センターの村上と申します。

持丸さんから案内メールがきまして、講演者の内容と横幹連合についてもちょっと調べて、とてもおもしろそうだったので聞いてみました。

内容的にはとてもおもしろかったんですが、聞いているうちに、昔は哲学史しかなかった一つの部門を、2000年、3000年のうちにいろいろな分野に分けて、またそれを一つに戻そうということじゃないかなとちょっと思ったんですが、その中で統合するに当たって一番大事なのは、目的じゃないかなと思ったんです。これはもう既に何回かできている話で、先ほどNASAの話も出たように、エジプトのピラミッドをつくるときにも知の統合もありましたし、月に人を送り込むときにも知の統合もあったはずなんですね。

なので、ある大きな目的があれば、人間関係すらも超えて、いろいろな分野の人が集まって、それに向かって進むことができるんじゃないかなと思ったんです。それ以上の

ことを考えてやろうとしているんじゃないかなと思って、まだはっきり目的がよくわからなくて、そういうことかなと思ったんです。日本の場合だったら、自殺の数を半分にするとか、あと、中学校のいじめをなくすとか、日本人初の火星に行かすとか、そういうはっきりした目的があれば、それにいろいろな人が集まって、問題としては、どういうふうにお金とその人たちを集めればいいのか。知の統合は自然にできるんじゃないかなと思っています。

○司会　ありがとうございます。

では、上田先生の方に回していただけますか。

○上田　上田です。私は東京大学の人工物科学研究センターにおります。

きょうは後半からしか参加できなかったんですが、ご案内をいただいて、ぜひと思って駆けつけてまいりました。

というのは、きょう1時から講義をやってまして、本郷でマルチエージェントシステムというのを教えているんですが、私のマルチエージェントシステムは創発型なものですから、一般の中ではある特徴があるわけですが、正月の前、学生に、私の最終評価の30%の点数があるよという、毎年いつもレポートを出させるんですが、今年は「サブプライムローンに始まって起こった金融危機について、限定合理性とネットワーク外部性の観点から論じよ」ということを工学系の学生に出した。それは結構楽しんで読める内容があったんです。

ちょっと話を戻しますと、私は今、人工物センターの中で、これは吉川先生が概念を提唱されて、そもそも最初から、領域の統合をしなければ問題は何も解決できないということを言われていたわけですが、脱領域というのを標榜しているところですから、まさに横幹連合もそうですし、シンセシオロジーの方でも問題意識を共通しているのを比較的長く、それと苦労しながら戦っているセンターです。

私自身は、共創工学という研究部門を担当しているんですが、共創というのは共に創りながら問題を解決するところなんですけれども、それで研究をしていますし、それから、申し遅れましたけれども、シンセシオロジーの方でも編集グループの中に参加させていただいておりまして、いよいよ本当に一つ審査をしろという宿題が出てきています。やらせていただくことになるかなと思ったりしております。

それと、横幹連合に関しますと、木村先生に、当初、スタートのころか、私の書いたことの中でどこかで見つけていただいて、立ち上げの事前準備ぐらいのときに話をしろと言われたときに、私は生意気にも申し上げたことが一つあって、横断型のアプローチが有効であることを示すためには、はっきりしていることは、先ほどの π の図もそうですが、横断型あるいは領域統合的なことを身につけた人間が、その領域の中で優れた論文を書くというのは自明であって、横のことをやらない人間は単なる負け組になるわけであって、横をやればやるほどいいのはわかっているんですが、しかしながら、それ以

外に、横の問題そのものを真正面から扱えるようになればいいのかなと。「実世界ジレンマを解かなければいけない」というようなことを言ったようなことがあります。それは私も問題意識として今持ち続けているわけですが、ジレンマの問題としているのもそうなんです、それを「価値を生み出す」というふうに考えますと、それは再び実世界の問題になると思うんです。先ほど原先生もおっしゃったんですが、伝統的な工学というのは、それを意識する、しないにかかわらず、シンセスティックなアプローチで構造を決定しているわけですが、その構造から機能へというのは、環境との相互作用で機能が生まれるというところまで問題意識は来ているわけですが、再び価値を生み出すということになると、機能だけではないんですね。機能がいいものが価値を生み出すとは限らないというところにぶつかるわけです。そこが一つの対象問題になるのかなと思います。

それから、中島先生が先ほどコメントされたことは、いつもおっしゃっているコメントで私も同意するものですが、いわゆるシステムの考えると、閉じたシステムをどうのこうのするという話は、それはできるのはもうわかっている。環境に開いたシステムをどうするかということについても何とかやりようがあるようになってきた。今度は、主体に対して開いたシステムをどうするかという問題が、こういう問題意識を持ったアプローチでは、そろそろ正面から出てくるのかなというふうに思ったりした。なかなか難しいですけども、おもしろいなというところがあります。よろしくお願いします。

○司会　ありがとうございます。

○出口　東北大学の出口でございます。

横幹連合は、設立以来、理事をやっております、ただ、横幹自身は縦と横の接点かというよりも、横型の学問自体のそれ自体のオートノミーといいますか、それ自体できちんと生きていけるような認知を何とか確立しようというので始まったわけですが、その精神はずっと私は持ち続けているんですけども、ただ、いろいろ変遷をして、知の統合、モデリング等々ずっと広げていくことで、一体、横幹というものはどこへ行くんだろうというのはちょっと最近思っているところではございます。

先ほど、計測は横型かねということがあって、そのとき言おうかと思ったんですけども、横型の計測で画像計測から出発したんですけども、計測情報学と最近言うんですが、つまり情報という立場から見た計測というものを考えているところです。実際、題材はずっと画像だったんですけども、情報を測るとか、そういうことをやっております。

きょうのお話で、北川先生のお話、非常に懐かしいと言うと変なんですけれども、私自身、学位論文は「画像の生成モデル」というもので、そのときに赤池先生に随分お話しさせていただいて、赤池モデルで生成モデルの良さを測って、どうモデリングしてい

くかというのが実は学位論文だったんですね。

大分たってですけれども、本当に画像ができる投影モデルの論文を書いて、いろいろと投影のモデルがあるんですけれども、実はずっとシンプルなやつの方が性能がいいんだという論文を出したら、そんなはずはないと。モデルというのは、要するに先ほどの「いかに真に近づくか」ということなのかもしれないけれども、モデルをずっと凝ってどんどん良くしていったって、なぜそれが悪くなるんだ、こんなばかな話があるかというのでリジェクトにされてですね。それはそのままかなり長い間喧嘩をした結果、復活したんですね。それは、たくさんサポートしてくれる人もいて、実データも出てきた。

それから、一つは、モデルは、さっきの話でちょっと言おうかと思っていたんですけれども、真に近づく、近づかないじゃなくて、構造が簡単であるという要素は、赤池先生はそれを強調しておられたと思うんですね。構造が簡単であるということは一体どういう意味を持つんだと。卑近に言えば、要するに、もちろん簡単である方が汎化性があるとか、真理をとらえているとか、いろいろなことが言えるのだろうけれども、モデルの構造は、北川先生だと、スパイラルをどんどんやっていったって、知識をためて、モデルをどんどんリファインしていったら、どんどん細くなって、どんどん良くなる、ぐちゃぐちゃになっていくんじゃないかって、一体そこからどうやって真理に近づくんだということは、どういうことなんでしょうね、やっぱりある種の簡単な、非常にシンプルなものにたどり着けば、ゴールになるんでしょうかというところがちょっと、モデルの話としては興味があるところです。

○司会 ありがとうございます。

○山本 NTT データの山本でございます。横幹連合の中でもう 5 年ぐらい活動してきております。

私の研究のバックグラウンドは、もともと電電公社の研究所でソフトウェア開発をしておりましたので、ソフトウェア工学ということになります。最近書いた本に『ゴール指向の要求工学』という本があるんですね。それは、目的が何なのかわからないんだけど、予算があって、来年の 3 月までにシステムをつくる、みたいなのが結構多いんですね。去年出た典型的な例は、定額給付金問題というやつです。何をするかははっきりしているんですけれども、目的は何だったんだという、コロコロ変わるわけです。

ということで、ソフトウェア開発、コンピュータシステムも、政策も、基本は人工物であるという点で全く同じだし、根本的な問題点として、何のためにやるのかが実はよくわかっていない政策が非常に多くて、結局そのことが理由で要求がコロコロ変わる。全く同じなんですね。そういう意味で非常におもしろいなと思いました。

それから、きょうは予測の話が出てきて、全くそのとおりなんです。我々も流通業のお客さん向けに需要予測システムとかつくって、「おまえ、外れたじゃないか。どうしてくれるんだ」とか言われるんですけれども、そんな、当たるわけないでしょう、と言え

ないんだけど（笑）、全く新しい商品が出てきたら、その商品に関するデータなんかないんだから、当たりようがないですよねということもあるんですけども、そのところを何とか当たりやすい方法があるといいなと思うんですが、一方で、そもそもシステム開発が対象とする問題は、問題が何であるか自体が定義できない。将棋であれば、ゲームであれば、問題は定義できるが、最適解を求めることは非常に難しいということですね。そういう意味で、世の中のほとんどの問題は定義すらできないから、地道に改良していくしかないということは常日ごろ思っております。

それから、横幹連合の活動を通じて思うのは、学会の連合なんですね。21世紀は組織の目標がどうのこうの、それから組織間でどうのこうのという時代ではなくて、個人それぞれが専門家であって、専門家同士をどうつないで社会の問題を解決していくかという時代になっているんじゃないか。とするならば、これはここから先、提案なんですけれども、横幹連合ではそういう問題意識を持って、共通のゴールに向かう人たちのための新たな学会をつくるサポートをしたらどうか。既存の学会を束ねてどうしようということばかり考えていると、今日の木村先生のスライドにあったようなアウトプットとしての「知」、新しい「知」を生み出すことが難しいのではないかと考えておまして、あの真ん中にある「場」として、新たな学会を創出するプラットフォーム機能をもし持つことができれば、新しい学会をつくりたいという人はいっぱいいるんですね。

なんだけど、それができないのでどうするかというと、私もいっぱい学会の下に研究会をつくっているんです。日本データベース学会の中にビジネスインテリジェンス研究会をつくったり、最近つくったのは、AI学会の下に知識流通ネットワーク研究会というものをつくって、これは知識創造だとか知識のコミュニケーションの問題を扱う。どうしてそういうことをしているかというと、既存の学会の枠にとらわれなくて、新たな今現場で必要になっている「知」をどうやって集めるか、そういう議論をどうするかということをやろうとしているので、そういうことになっているということでございます。

○司会　ありがとうございました。

では、最後に赤松さん。

○赤松　産総研の赤松でございます。

シンセシオロジーの編集幹事を務めさせていただいています。編集幹事、何をやっているかというと、何をやっているんでしょうね。ちなみに、“シンセシオロジー”という言葉は私が発案の造語です。たまたま知人に科学史、科学哲学をやっている人とディスカッションしながら、何がいいかなといって話をした段階で出てきた言葉です。

研究者としては、産総研の中の人間福祉工学研究部門が本職で、サービス工学研究センターと両方属していますけれども、専門は人間工学、あとヒューマンインターフェー

スとか、先ほどの話によく出てきた生体工学もやっていて、お猿さんの頭の中に電極を入れたこともありますし、その目的は、感覚と運動の統合のメカニズムを知るとというのが目的で、木村先生のあの図の右側から出てくるタイプのところにいましたし、実は昔、生体信号処理のために AR モデルをやっていて、統数研には 1980 年代ぐらいは研究会に顔を出したりしていましたが、実は今はベイジアンネットワークを使っていたりして、きょうの話題の中のほとんどすべてに関わっているんですが、自分の中ではまだその 3 つはちゃんと統合されて理解されていなくて、この場を使いながらそこを考えていかなければいけないというふうには思っています。

あまり話していてもしょうがないんですけども、2 点あって、横幹連合的なお話をしたときの、私の中でディスカッションしたときの若干の違和感は、実は理事長とディスカッションしても同じなんですけれども、“ディシプリン”という言葉、領域の問題というのが学の人たちはすごくよく議論するんですけども、なぜディシプリンがなければいけないのかとか、どうしてディシプリンの間を埋めなければいけないのか、新しいディシプリンをつくらなければいけないかというところはだれも教えてくれなくて、ただディシプリンが大事だ、大事と言われているだけで、私はそこは何か若干違和感を持っています。

それは、一つは、科学のための科学、学問のための学問になってはいけないと結構思っていて、もうちょっと言ってしまうと、そもそも科学そのものは社会のためにでき上がったもののはずなのに、そのうち学のための学になってしまっているという、そういう方向はいけないと。我々も日常的には実は論文のための論文を書いていたりするわけですけども、それは自分の中で当然反省があって、何のために学なり研究という世界が社会の中にあるのかということを考えなければいけない。これは理事長も多分すごくそう思っていて、構成学とかシンセシオロジー的な考え方、本格研究的な考え方というの、よく考えると非常に危険なことを言っていて、要するに、実は今までいっぱい研究していたけれども、それはほとんど社会に役に立っていませんでしたね、と言っていることとほとんど同じなんです。なかなか社会に役に立ちませんねと言っていることは、実は役に立ってこなかったと言っていて、それというのは下手をすると、「研究者たちが社会に価値がない」と社会から見られてもおかしくないような発言をしている。

何を言いたいかというと、要するにさっきも言ったけれども、学のための学ということがやりたいわけではなくて、社会のために学なり研究というものが、社会の中にちゃんと組み込まれて、それなりのリソースを我々は食っているわけですから、それに見合うことをやるためには何をしたらいいかなということが大事なんじゃないかなんかと思っているというのが一つ。

もう一つは、さっきからいろいろな話の中に出てきたし、木村先生の中にも「場」という話があったんですけども、こういうことは、人と人との関係が大事で、要するにど

うということかという、人を動かすために何をするか。実験データはみんなそうなわけですね。結果は、それを人に見せて、それを見て人が何らかの反応をしてくれるためにやっているわけで、ディシプリンをつくることが大事なんじゃなくて、人を納得、説得して、その人を動かしていきたいために何らかのロジックなりディシプリンがあって初めて世の中が動いていくんじゃないかなと思っていて、そういう観点というものを考えないと、きょう話題になったようなテーマが行くべきところが見えないんじゃないかなという気がしています。

○司会 ありがとうございます。

少し時間がかかってしまいましたが、すべての方からお話しいただいて、逆に問題意識がわかって非常によろしかったと思うんです。残りちょっと延ばしていただいて、この時計で6時ごろまで議論をさせていただくということで、ちょっと勝手な私の印象で少し申し上げますと、最後、山本さんとか赤松さんがおっしゃった、「何のために」という部分が非常に重要だろうと思います。これをちょっと最初にご議論いただきたいと思います。社会のためにとか、人間のためにとかいうことがあるんですけども、なぜか、何が目的かというのが一つです。

それから、2つ目が、かなりモデリングの話とか、我々が言っている構成的方法論という話で、方法論の話が出てまいりましたので、その議論が少しあれば。

最後に、木村先生がおっしゃった「場」ですね。現実問題、この場を次、どういうふうに持っていったらいいかというところで、最終的に学会をつくるべしというようなお話もございましたが、それはそれで置いておいて、ちょっとその議論に入りたいと思います。

さっき赤松さんでしたね、木村先生のときに質問して、モチベーションは何なのかと。我々、シナリオと言っています。シナリオも、原先生からご質問があったように、初めからシナリオとわかっていたのかというと、持丸さんが言ったように、初めはわりと漠としていたんだけど、やっているうちに明確になってきた。そのあたりのモチベーションなり、鈴木先生の図で言えば、縦軸。内藤さんから、あれは上から見るところという話がありました。そのあたりでご議論というか、ご意見をいただきたいです。特に横幹連合の先生方、鈴木先生、何かございますか。

〔何のために〕

○鈴木 おそらく私の感覚は、教育の場にいるせいかもしれませんが、他の人に情報として伝えて、そのノウハウなり知識を伝達して、また再現してもらい、再利用してもらいのための教える枠組みとしてのディシプリンがあるんだと思うんですね。そこはつくらないといけないんじゃないかという気がしています。

○司会 教育とか、知らせるということが非常に重要と。

○鈴木 一過性ではいけないんだと思うんです。一つのいい商品をつくったからそれで終わりじゃなくて、そのプロセスを次へ伝えていくことは重要な、そこが「知」なんだと思うんです。でき上がった製品は別に「知」ではない。

○赤松 「知」と言うためには、それが再生産、生むものでなければ、「知」と言うてはいけないということですね？

○鈴木 そういうものでしょうねと私は思う。

○司会 日立製作所の舩橋さん、産業界の方からご覧になって、「何のために」というのはいかがでしょうか。

○舩橋 基本的には、物をつくるにはサービスをつくるということなんですから、そのためにはいろいろなエレメントを集めてこなくてはいけないということなんですけど、その中でも特に工学的なものというのはわりと今までもつくってきたと思うんですね。発電所をつくる、つくれたと思うんです。でも、今、すごく世の中、工業とびったりくっついている。サービスというのが典型的なものだと思うんですけども、そういうところに対してどんなアプローチがあり得るかというのは、今でしたら、これから燃料電池なり、エネルギー、スマートグリッドというのを考えなくちゃいけない。そういったときに全体をどうデザインするんだというのは、なかなかできないし、そういうのをぜひ我々はやっていかなくてはいけないと思うんですね。今までの工学だけを集めているのとは随分違った段階に入り始めていると思うので、それを特にやっていきたいという、それが必要だと思っております。

○司会 何か他にご意見ございますか。中島さん、何か。

○中島 赤松さんがおっしゃった中で、一つ、ディシプリンはなぜあるのかというか、私はディシプリンがあるのが学問だと思っているので、ほとんど学問の定義だと思っている。要するに、ディシプリンというのはどういうふうに研究をしていくかという方法論ですね。何を正しいと思い、何を間違っていると思うか。それ抜きの学問というのはあり得ないだろうと私は思っているところで、ディシプリンがたくさんあるというのはおもしろいところで、真理ということを考えればディシプリンは1個でいいんですけども、それが無いものだから、いろいろな立場があって、いろいろな方法論があってという意味で、たくさんのディシプリンがあるというふうには考えています。そういう意味で、新しいディシプリンが常に生まれなければいけないし、あるいはディシプリンの間の比較ということもできるのかなと思います。

「役に立つ」という今の話ですけども、私はこれに若干違和感を感じていて、シンセシオロジーといえどもこれは学問なので、もちろん何かをつくり出すんですけども、それが例えば世の中で役に立って儲かるということを含意しなくてもいいだろうと。要するに、つくり方とか、つくったときにどうなるか、あるいは役に立つとはどういうことかというのは議論しなければいけないけれども、それが実際に役に立たないとシンセシオロジーに乗ってこないという話ではないだろうと思っています。

○小林 今と関連して何かご意見、どうぞ。

○山本 異なるディシプリンを統合するという視点から言うと、メタディシプリンとか、つまり、統合するためにはディシプリンの基本要素とは何か、基本的な語彙を整理しなければいけないし、それをつなぐための文法とは何かという議論が当然必要ですね。ですので、そういった観点も入れていただけると、もっと全体像がクリアになると思うんです。今まさにそういう方法論がないので、人間関係でその問題を解こうとしている。ということは、人間関係によって知の統合を図るということ自体も研究対象になる可能性が、私はあると思うんです。そのプロセスがまだわかっていないので、まさにそれを探索するのが今の実情じゃないかなという気がいたしております。

○司会 ちょっと私の方から。多分、今、中島さんが言われたことと関係するんですけども、今の社会、我々は非常に喫緊の課題を持っているのは確かですね。まさに地球温暖化だとか、今で言えば、アメリカの金融破綻に端を発した世界同時不況をどうするか。これを解決したいなとみんな思っている。そのために学問も貢献したいなと思っていますね。我々のシナリオというのは、そこにこういう貢献をしたらいいんじゃないかということのを少なくとも念頭に持って多分スタートするんですね。でも、それが解決できるかできないかは問題ではないとは言わないんですが、それがスタートであって、そういう目的への方法論として、どういう構成学的方法を我々はとって、こうあるべきだというのを何とかある学にしたいなというのがシンセシオロジーだというふうに私は理解しているんですね。ですから、こういういろいろな試みを積み上げていかなければいけないというのが一つです。

ただ、木村先生のとちょっと関係して、最初の例の還元的知の統合と生成的知の統合。『Synthesiology』の2号で私はMITのレスター教授とディスカッションしたんです。彼は同じようなことを言っていて、統合というか、我々はシンセシスと呼ぶ、シンセシスというのは第1種基礎研究でもあると。まさに彼は生物と化学の生化学、これは第1種をただ統合しただけだろうと。第2種で言う統合とかシンセシスは何なのかというと、それは何を目的にしているかという出口論というか、そこにベクトルが向いているかどうかが違うんじゃないの、ということをおっしゃっていて、それはまさに先生がおっしゃる生成的がどこに向かって行くかということだと思うんですね。

それは私の整理なんですけど、もう一度木村先生と小野さんにお聞きしたいんです。それを踏まえて、今の議論、横幹連合がねらう方法論の出口と言ってはいけないんですけども、目的と、小野さんにもう一回我々のねらう出口を整理してお願いします。

〔ねらう出口〕

○木村 モチベーションから2番目の話題に移ったと考えてよろしいですね？

○司会 そういう感じで結構です。

○木村 2 番目の方法論の問題で、先ほどの最後の方の議論で出てきましたいろいろな問題がありますね。スパイラル状の問題とか、真のモデルがあるかないかの問題とかというのは、多分私の感じでは一つに帰着できると思うんです。それは設計科学の方法論だと思うんです。設計科学と認識科学というのは、椿先生がおっしゃったように、一時期、大問題でして、学術会議の学問論の歴史というのは非常に古いんですけども、時々、パラダイム転換とかアッというキーワードが生まれてくるんですね。その一つでかなり大きな概念の転機であったと思うんです。多分これは吉川先生だと思うんです。科学を2 つに分けて、これまで認識学だけが科学と思われていた面があるけれども、設計科学も十分科学の価値があると。認識科学と拮抗し得る大きな広がりや体系性を持っているということですね。

それが学術会議の中では少なくとも非常に大きな議論の対象になったんですが、残念なことに、方法論まではいっていないんですね。認識科学の方法論というのは仮説設定、それに基づく実験によって検証というループが回るといって、これは非常に古いループで、ベーコン以来のと言われてはいますが、実際はそういうふうに行われてはいないんですけどね。

とにかくそういう、認識科学の方法論というのはこうだという、非常に強力な一つの共通認識がありますね。対応するものが設計科学でないんです。私はたしかシンセシオロジーの発足したときのシンポジウムでチラッとそれは申し上げたと思うんです。設計科学とシンセシオロジーとは若干微妙に違うとは思いますが、同じような科学を標榜している以上は、やっぱり認識科学のループと同じようなループが——ループと言えるのかどうか分かりませんが、必要ではないかなという気がしています。それがらせん状、スパイラル状にベジアンで上昇していくというのがひょっとした候補になるかもしれない。私たちが、今、横幹で考えていますのは、少なくとも私が考えているのは普遍性なんです、予測ではなくてですね。ただし、モデルということで考えれば、統数研の方々の時系列解析モデルだけがモデルじゃなくて、時系列解析モデルをモデルと考えたときには、明らかに予測というのは非常に大きなポイントになると思います。だけど、他にもいろいろなモデルがありまして、我々が考えているモデルというのは、データドリブンというよりも、むしろデータはバリデーションに使う。もうちょっと抽象的な公理、公理的な体系、ロジカルなモデルを構築しているというようなイメージの方が強いんです。

そのときに、モデルの意義というのは普遍性にあると思うんです。いろいろな現象が一つの単一のモデルから説明できる。例えば社会学的な現象、あるいは政治学的、経済学的なもの、全部までいなくても、先ほど何回も申し上げましたように、説明能力があれば、これは非常に説得力がある。今は、経済学のモデルがあり、政治学のモデルがあり、ですね、社会シミュレーションというのは。それだとならぬという話をきょう私は申し上げました。それが少なくとも私が考えております設計科学の一つの方法論

であり、同時に、設計科学の方法論を確立するためには知の統合が必要であるという感じ です。

〔場について〕

○司会 時間がなくなっちゃったので、最後に、次の場というか、この会合をどうするかということもあわせてご意見をいただけますか。

○木村 これは私が決めることでは全然なくて、内藤さんや鈴木先生、樋口先生と3人の方々が今まで議論してこられたことで、私としては、もちろんこれを続けていただきたいと思いますし。

○司会 では、またご意見をいただくとして、小野副理事長。

○小野 私の感想ということをちょっと申し上げますと、横幹連合との間は、当初私が思っていましたのは、社会の出口に近いところでの統合はシンセシオロジーは目指しているんですけども、横幹連合の方はもう少し基礎的なもの、ディシプリンの間の基礎的な研究のところでの統合を目指しているというふうに最初の方はお聞きしながらいたんですけども、鈴木先生の最後の事例のところちょっとびっくりしまして、あれはシンセシオロジーよりもさらに世の中に近いところで、さて、そこをどうするか。そこまで横幹連合も興味を大変拡大して持っておられるということはわかりまして、きょう、私はどうしたらいいということは申し上げられないんですけども、非常にそこは接点があるなと大変思いましたのが1点でございます。

それから、シンセシオロジーで申しますと、研究方法論を、そこに研究があるぞ、ということはあるんですけども、統合とか構成のプロセスのモデリング化ですね。先ほどのモデリング化ということ言えば、これもまだ全然わかっておりませんで、現状は、研究事例を積み重ねている段階でしかないんですね。そこから何か見えてくるだろうという期待を持ちつつやっているということで、まだまだモデリングは、ということで、大変まだプリミティブな段階にありまして、そこは何か既定路線があってばく進しているという感じではないということで、かなり手探りの状態にいるというところでございます。

その辺の予測とか、社会的価値とか、生活者という点でも、統数研の方々の認識と、問題意識と大変密接な関わりがあるように思って、私としては、「場」の話に戻ってしまいますけれども、きょうは問題が随分よく出てきたものですから、さて、どうするかということは、今後、期待を持って、また継続させていただければなと思っているところでもあります。

○司会 それでは、今、モデリングのお話が出ましたが、北川所長の方から最後方法論のお話。あと、今後のことを内藤さんと樋口先生の方からいただけますか。

○北川 何を申し上げたらいいのかちょっとわからないんですけども、先ほど木村先生が、「設計科学が大事だけれども、まだ方法論が確立していない」と言われていました

けれども、我々としては従来のモデルの考え方を転換して、我々の言葉で言えば、原先生も言われましたけれども、機能のところをモデル化していくという立場でやっていくのが一つのキーではないかと思っています。

本日、意見、お話を伺って、ちょっと違うところと共通のものと両方あって、かえて良かったのではないかと思います。

○司会 ありがとうございます。

では、内藤さん、何か具体的なアイデアとかあれば。あるいは精神論でもいいんですけども、具体的に次どうするか、もしあればと思います。

○内藤 こうなるとディシプリンがすごく災いするんですけども、私の受けてきたディシプリンというのは、わからなくなったらフィールドに戻るという教育を受けてきてしまった以上、哲学的な議論で収束するのはまだ非常に難しいのではないかなと思うんですね。先ほどの鈴木先生の事例、小野副理事長も今おっしゃって、私もいろいろ勉強になる一方で、デジカメに関しては背後を知っているから、いろいろ反論したい部分もあるんですけども、ああいう事例を一回積み上げてみることはすごく重要なんじゃないかと。下手な哲学論争よりも、具体的な事例の積み上げで、結果として何が起こっていたのかという議論が、私ならやりたいなというのが私のポイントで、その中で、我々は一体何をを目指しているのかというのが自然と見えてくればいいんじゃないかということです。多分、別なディシプリンの人は別の考えを持つと思いますので、先ほどは上から箱が落ちてくるけれども、これに関しては私は下から持ち上げていきたいと思います。

○司会 樋口先生、何かございますか。

○樋口 私も、きょう、いろいろ予想をして、大体理解できた部分と、なかなか理解できていない部分がありまして、またいろいろ考えたいなと思っています。

今後の進め方に関しては、各3機関、他にも論客の方がいらっしゃいますので、いろいろディスカッションしたいという方もまだまだ、きょう発言の場が少ないと感じている人もいると思うので、そういう方は少人数でいいんじゃないかなと思うんですけども、クローズドでちょっとやる、あるいはちょっとオープンにしてやると。

一方、そういう議論で何が生まれてくるのかというのは、先ほど学問のための学問を、どうしても研究者はそういうところに入りがちなので、それとは別に、内藤さんも言われていましたけれども、何らか事例でもって、我々いろいろ実際やっているときに、内発的に非常にモデルを良くしていくというところで、内発的なのをもう少しシステムティックにやっていくことが構成的あるいはモデリング等でいろいろつながっていくのではないかなという希望で、そこに関係している人たちが事例ベースみたいところでちょっとしたミーティングをするというのも一つの方法かなと。

デジタルヒューマンの金出先生が「ディシプリンを打ち出しにくいときには、ショットガン方式で事例で積み上げていくことで人材育成と何らかの形をつくっていく」とよくおっしゃられていますけれども、そういう2方面でやるというのも一つの策かなと思

っています。

○司会 ありがとうございます。

今後のことは、この後懇親会もごさいますので、またご意見をいただく。ただ、今、内藤さんとか樋口先生からあったように、現場というか、事例を積み上げていくというのが一つの方法かなと思います。すぐこういう議論をオープンにするかどうかという議論もまたあるかと思いますが、少なくとも基本的には続けていきたいなと私自身は思っていますので、ぜひまたご協力をお願いしたいと思います。

ちょっと時間が過ぎていますが、最後のあいさつということで、もう一度小野副理事長の方からよろしいですか。

総括・閉会挨拶

○小野 先ほど申し上げたことのとおりでございすけれども、接点も幾つか見つかり、また、違いも理解できたといったようなところで、ただ、日本の中で議論されている中では非常にユニークな共通の目標があって、これは大事にしていかなければいけないのかということを強く感じました。今後、幹事レベルでまたいろいろな企画をお願いしたいと思います。どうぞいろいろなご協力をまたお願いしたいと思っております。

懇親会をこの後用意してございすので、また個別のいろいろなお話をしていただければありがたいと思っています。

大変ありがとうございました。(拍手)

○司会 それでは、これで今日の横幹連合・統数研・産総研の合同ワークショップを終了させていただきます。

－以上－