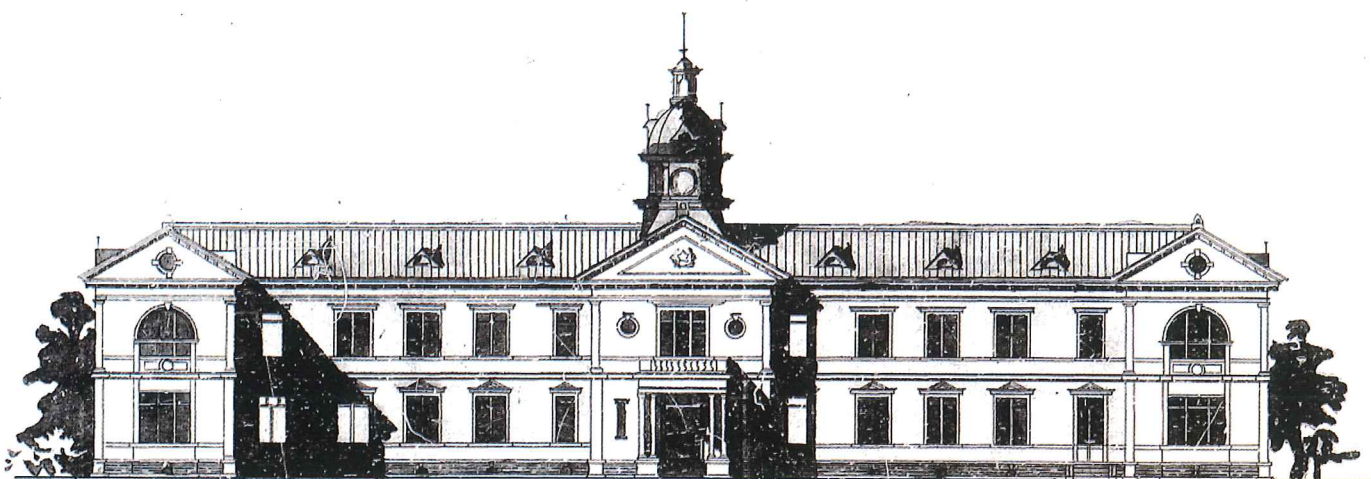




# HOKKAIDO UNIVERSITY

|                  |                                                                                   |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Title            | ボランティア展示解説ガイド                                                                     |
| Author(s)        | 北海道大学総合博物館                                                                        |
| Issue Date       | 2003                                                                              |
| Doc URL          | <a href="https://hdl.handle.net/2115/59815">https://hdl.handle.net/2115/59815</a> |
| Type             | book                                                                              |
| File Information | 201508181127.pdf                                                                  |





# ボランティア

## 展示解説ガイド

2003年版

北海道大学総合博物館

本ガイドブックを作成するにあたり、  
北海道大学平成14年度プロジェクト研究・全学教育プログラム開発研究における  
「総合博物館ボランティア活動を利用した、全学教育プログラムの開発」(代表者：箕浦名知男)  
による支援を受けた。

|       |       |     |                            |
|-------|-------|-----|----------------------------|
| 研究組織： | 箕浦名知男 | 代表者 | (総合博物館助教授／古生物学)            |
|       | 大原 昌宏 |     | (総合博物館助教授／昆虫分類学)           |
|       | 戸田 正憲 |     | (低温科学研究所教授／昆虫分類学)          |
|       | 橋本 善春 |     | (獣医学研究科助教授／解剖学)            |
|       | 諏訪 正明 |     | (農学研究科教授／昆虫分類学)            |
|       | 長嶋 和郎 |     | (医学研究科教授／神経病理学)            |
|       | 西堀 ゆり |     | (国際広報メディア研究科教授／応用言語学・英語教育) |
|       | 佐々木 亨 |     | (文学研究科助教授／文化人類学)           |
|       | 前川 光司 |     | (北方生物圏フィールド科学センター教授／動物生態学) |

本稿は、『北海道大学総合博物館ニュース』5号(2002年3月)、6号(2002年11月)に掲載された原稿に、  
キーワード、参考文献等を加筆したもの。

また下記の研究組織以外の方々からも執筆を頂いた。この場を借りて、厚くお礼申し上げる。

|       |                                   |
|-------|-----------------------------------|
| 山本 玉樹 | (北海道大学元講師／科学思想史)                  |
| 崎山 幸雄 | (医学研究科教授／小児科学－遺伝子治療)              |
| 市川 勝  | (触媒科学研究センター教授／資源エネルギー科学・ナノ触媒設計化学) |
| 高橋 邦秀 | (農学研究科教授／造林学)                     |
| 池上 重康 | (工学研究科助手／建築史)                     |
| 角 哲   | (工学研究科大学院生／建築史)                   |
| 堀口 健雄 | (理学研究科助教授／藻類系統分類学)                |

編集は、箕浦名知男・大原昌宏が担当した。田中真理氏には編集に協力いただいた。

©2003 The Hokkaido University Museum, Sapporo

連絡先： 北海道大学総合博物館  
〒060-0810 札幌市北区北10条西8丁目 北海道大学  
電話 011-706-2658／ファックス 011-706-4029  
ホームページ <http://www.museum.hokudai.ac.jp/>  
電子メール [museum-jimu@museum.hokudai.ac.jp](mailto:museum-jimu@museum.hokudai.ac.jp)

## 目 次

### 「ボランティア・展示解説ガイド」の作成にあたって

#### 展示解説員

箕浦名知男（総合博物館助教授／古生物学） ..... 3

#### 北大総合博物館における「展示解説ボランティア」の位置づけ

大原昌宏（総合博物館助教授／博物館学・昆虫体系学） ..... 5

### 北大歴史展示

#### 札幌農学校精神とユマニズムの創成

山本玉樹（北海道大学元講師／科学思想史） ..... 9

#### クラーク精神の継承 ―クラークを支えた若き外国人教師たち―

西堀ゆり（国際広報メディア研究科教授／応用言語学・英語教育） ..... 13

#### 札幌農学校農学教室（1901年建築）復原模型

池上重康（工学研究科助手／建築史） ..... 19

#### 札幌農学校農学教室の復原模型製作について

角 哲（工学研究科大学院課程／建築史） ..... 26

### 学術テーマ展示

#### ●「生命―多様性と普遍性」

##### 博物館テーマ展示「生命」の公開シンポジウムを担当して

長嶋和郎（医学研究科教授／神経病理学） ..... 31

##### アデノシンデアミナーゼ欠損症に対する遺伝子治療

崎山幸雄（医学研究科教授／小児科学―遺伝子治療） ..... 33

##### 藻類にみる植物の進化・多様性 ―マラリア病原虫は昔、藻類だった―

堀口健雄（理学研究科助教授／藻類系統分類学） ..... 37

#### ●「北を見る目・北から見る目」

##### 北東ユーラシア、シベリアタイガの災禍

高橋邦秀（農学研究科教授／造林学） ..... 41

#### ●「人間・社会・自然と科学技術」

##### 燃料電池社会に向けての革新的な水素貯蔵・供給インフラ技術開発

市川 勝（触媒化学研究センター教授／  
資源エネルギー化学・ナノ触媒設計化学） ..... 43

一般的な質問に答えるための資料 ..... 52



「北を見る目・北から見る目」

高橋邦秀

北東ユーラシア、シベリアタイガの災禍

「人間・社会・自然と科学技術」

市川 勝

燃料電池社会に向けての革新的な水素貯蔵・供給インフラ技術開発

「生命・多様性と普遍性」

長嶋和郎

博物館テーマ展示「生命」の公開シンポジウムを担当して

崎山幸雄

アデノシンデアミナーゼ欠損症に対する遺伝子治療

堀口健雄

藻類にみる植物の進化・多様性  
—マラリア病原虫は昔、藻類だった—

「通底する精神」

山本玉樹

札幌農学校精神とユマニズムの創成

西堀ゆり

クラーク精神の継承

—クラークを支えた若き外国人教師たち—

池上重康

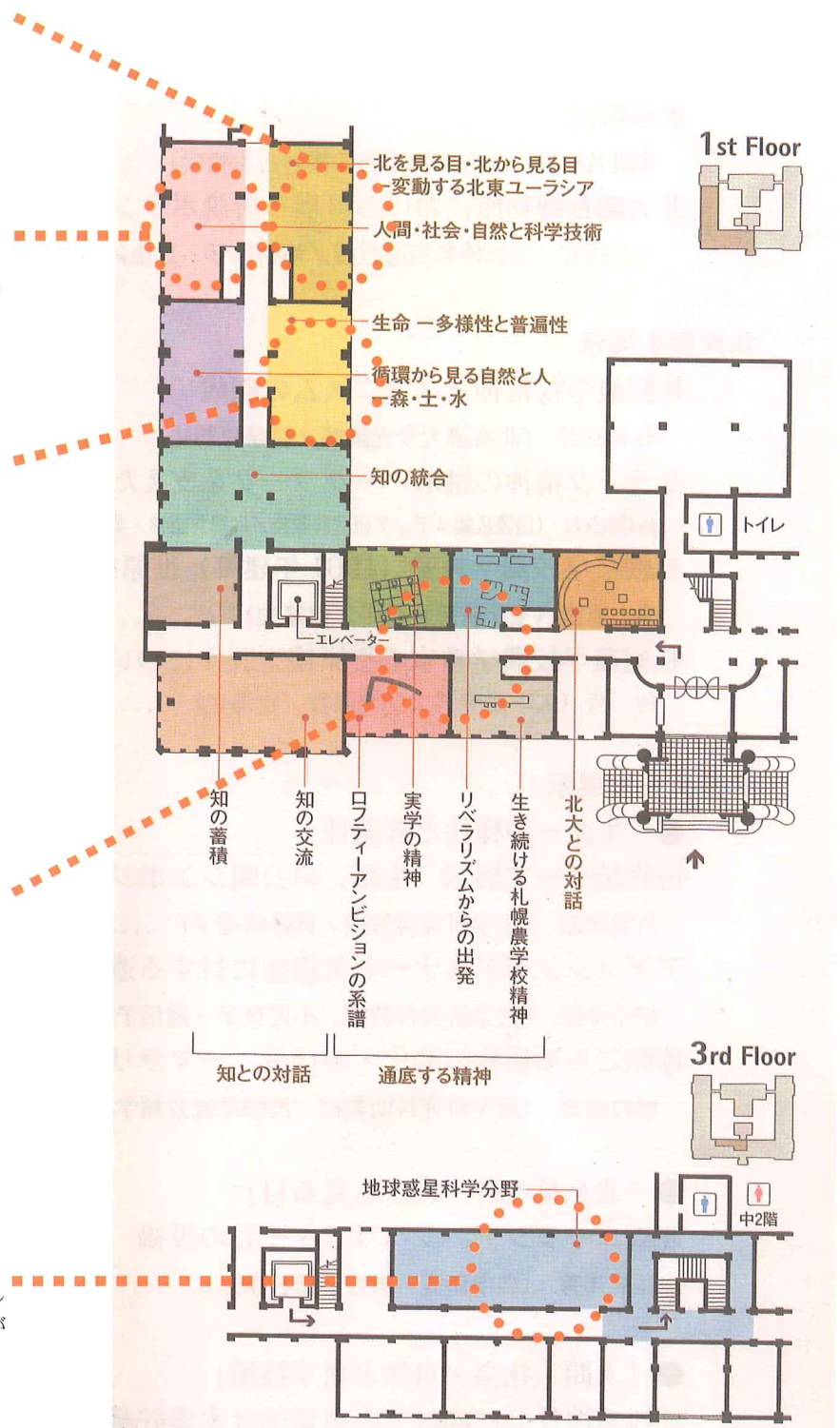
札幌農学校農学教室（1901年建築）復原模型

角 哲

札幌農学校農学教室の復原模型製作について

「学術資料展示（地球惑星科学分野）」に関し

ては、展示解説『アイランド・アーク』が1999年に出版されています。



## 展示解説員

箕浦 名知男（総合博物館助教授／古生物学）

展示解説員は、展示標本そのものに勝るとも劣らない効果を発揮できます。たとえ展示標本が見劣りしているとしても、解説員に対する印象で評価はまったく変わることもあります。逆にどんなに立派な展示標本であっても解説員の印象によっては、見学者に不快な印象を与えることもあります。これらは極端な話であるが、決して誇張ではありません。

では、どのようにして印象のよい展示解説員になれるか？が問題です。

(1) 展示解説員がすべての展示標本を知っているわけではありません。むしろ、見学者と一緒にいろいろな疑問や質問を持つことからはじめたらよいと思います。見学者と疑問や質問を共有することによって、自らもいろいろな疑問を持ち、それらを自ら調べたり、研究者・専門家に質問することによって、はじめて標本・展示に対する知識や興味を深めることができます。要はまじめに、真剣に見学者・入場者のみでなく自分自身の興味や知識欲をも引き出すことが大事です。観光案内と違って、丸暗記のことをべらべらしゃべるだけでは決して印象のよい展示解説になりません。

(2) 見学者が質問したいのか、あるいはゆっくり静かに見学したいのかを見分けることも重要です。質問したくてもなかなか手を上げるには勇気が必要なこともあります。そのような時、さりげなく質問できるように誘導することも必要です。

(3) 見学者・入場者の質問や興味には専門家のほうからすると、想像も付かないようなとっぴなものもありますが、逆に研究者にもすぐには答えられないような本質的なものもあります。展示解説員は、展示されている学問分野の専門家ではありません。ですから質問・疑問にすぐ答えられなくてもかまいません。しかし、答えられなかった質問・疑問については、きちんとフォローする必要があります。幸い、博物館の教官だけでなく、他分野の専攻の先生もたくさんいます。これら多数の専門家（実際にはかなり狭い範囲のことしか知らないことが多い）にたずねることによって、おそらく殆どの質問・疑問に的

確に答えることができるでしょう。もし専門家にも解決できない問題だったら、いっしょに調べたり研究したりすることもできます。そのための設備、機械、試・資料はまさしく腐るほどあります。

(4) 現在の展示は、1階に「北大歴史展示」、「学術テーマ展示」があり、3階には「学術資料展示」として地球科学関係の標本が展示されています。将来、考古・植物・動物関係の標本も展示が始まります。今から、これら関係の先生との交流を深めておくと大変よいと思います。

(5) 展示解説以外に、博物館の標本整理・維持の仕事も無数と言っていいほどあります。これらは、分野によってまったくやり方も違ってきます。それぞれの分野教官の指導を受けながら進めてください。



「ボランティア・展示解説ガイド」の作成にあたって

## 北大総合博物館における 「展示解説ボランティア」位置づけ

大原 昌宏（総合博物館助教授／博物館学・昆虫体系学）

北大キャンパスのなかで、唯一、一般の人々が自由に出入りできる建物が北大総合博物館です。北大で、もっとも一般の人の目に触れやすい場所「一般社会との接点」が、この総合博物館「展示」といえるかもしれません。

総合博物館ができるまでは、「大学で行われている特色ある研究」や「どのような歴史をもった大学なのか」といった北海道大学の特徴をアピールする場所がありませんでした。2001年に「拓く、究める、そして未来」というテーマで、創基125周年記念展示がオープンし、やっと北大の歴史と現在の研究・教育活動を紹介する場ができました。

1年と6ヶ月を過ぎた今、総合博物館の展示を訪れた人は6万6千人に達しました。多くの人々が、展示をとおして、北大を感じ、理解し、そして評価をしていることと思います。北大や総合博物館は、どのように評価されているのでしょうか。

総合博物館の展示を見て「北大を受験しよう」と思った高校生がいたかもしれません。研究活動の紹介を見て、大学の研究がどのようなものか理解してもらえたかもしれません。一般の人々からの様々な感想に耳を傾け、展示を改善するための参考にしたいと思います。

さて、「展示解説ボランティア」は、この展示の「発信者」側として、展示を説明します。

総合博物館で行われている展示内容は、大学の学部生レベル（1、2年生）を対象に組み立てられたため、決してやさしい内容とはいえません。専門分野の用語が使われていると意味を調べるのにさえ苦勞します。この展示を、より詳しく学べるように「展示解説ガイド」を作成しました。

例えば、北海道大学の歴史を詳しく調べることは楽しいことに違いありません。しかし、参考文献を探す手がかりもない状



態では途方に暮れてしまうかもしれません。その際、このガイドブックは役に立つと思います。

また、大学で行われている研究活動の展示内容を全て正しく理解し、専門家のように説明をすることは、まず不可能でしょう。大学ではわからないことを研究しているからこそ、最前線の研究として意味があることさえあるのですから。ガイドブックでは、その研究の面白さや意義について紹介してもらいました。来館者に、その一部を伝えてもらえれば本望です。ここまでの「発信者」としての役目です。

展示解説ボランティアは、「発信者」であると同時に、一般の人々から展示の感想を聞く「受信者」でもあります。博物館という社会に開かれた大学の窓口に立ち、大学や博物館に対する評価を見聞きする立場にいます。

「受信者」の役目として、来館者の感想を聞き、博物館側に伝えるという「展示効果のフィードバック」があります。しかし、それだけではなく、ボランティア自身がある場で来館者に対し意見を言わなければならないケースもあると思います。その際、来館者に的確な意見を言うためには、「博物館とは何か」、「展示とは何か」ということを自らが意識していなければなりません。これには、「博物館学 (Museology)」の知識が役立つと思います。

とくに展示解説ボランティアの場合は、「博物館展示」についての基礎知識を習得してください。博物館の中で、展示はどのように位置づけられ、どのような機能を持つものなのか。効果的な展示とは何か。展示解説を行う際に必要となる知識です。文末にあげた教科書を参考にしてください。

北大総合博物館は、通常の自治体博物館とは異なり、大学の中の博物館という特殊性があります。じつは日本の大学博物館の歴史は浅く、どのような展示が大学博物館に適しているのかも、定まった見解はありません。

「博物館はつくるもの」という考え方があります（伊藤、1991:「あなたは、博物館の利用者だけではない。博物館づくりの担い手である」）。大学博物館も例外でなく、これからいろいろな人々によってつくられ成長してゆくことでしょう。博物館スタッフと一般市民の間に立つ「展示解説ボランティア」は、そのつくり手として重要な位置を占めることは間違いありません。

#### 参考文献

- 青木豊（1997）『博物館映像展示論，視聴覚メディアをめぐる』雄山閣，252 pp.  
倉田公裕・矢島園男（1997）『新編 博物館学』東京堂出版，408 pp.  
伊藤寿郎（1991）『ひらけ，博物館』岩波ブックレット，188，岩波書店，62 pp.  
加藤有次，鷹野光行，西源二郎，山田英徳，米田耕司（2000）『博物館展示法，新版 博物館学講座，9』雄山閣出版，258 pp.

## 北大歷史展示





## 札幌農学校精神とユマニズムの創成

山本 玉樹（北海道大学元講師／科学思想史）

平和を創り出す気高き志（Lofty Ambition）を  
全身に満てる若者よ！エルムの園より出でよ！

明治九年、札幌農学校の開校式に臨んだクラーク博士は、「長年に亘り東洋の諸国を暗雲の如く包んでいた排他的階級制度と因習との桎梏から、貴国がかくも見事に解放されたことは、教育を受けんとする学生一人一人の胸中に高邁なる志（Lofty Ambition）を目覚めさすにはおきません」と述べて、日本の封建的遺制を打ち砕いた「明治維新」の世界史的意義を強調し自覚させた。そして「若き諸君、君達の忠実にして有効なる働きを大いに必要としている祖国において、各自が労働と信頼とそれに伴う名誉とに値する最高の地位を得んと努力するよう望む」「君達は健康を良く保ち、欲情と情欲とを制御し、従順と勤勉の習慣を身につけ、これから学ばんとする諸学問に関する、あらゆる知識と技術とを獲得するよう」と厳しい覚醒を求めたのである。



民主主義の精神を貫き、時代と格闘したクラーク博士  
ーヒューマニズムの精神を身を以って示すー

クラーク博士の生きた時代は、どのような時代であったであろうか。

それは、リンカーン大統領の時代、南北戦争の時代であった。南北戦争直前の米大統領選は、黒人奴隷制を争点とする民主党のダグラスと共和党のリンカーンとの事実上の一騎打ちであった。リンカーンはそれまでの上院選から、一貫して奴隷制に反対してきた。「ドレッド・スコット判決に関する演説」「二つに分かれた家は立つことを能わず」等彼の立場は明白であった。奴隷制擁護者の攻撃に対して「黒人は皮膚の色は白人とは異なるが、生命、自由、幸福追求の権利において白人と平等なのだ」と独立宣言の精神を貫いた。それは、「ゲチスバークの

### 参考文献

『覆刻札幌農学校』

大島正健 『クラーク先生とその弟子たち』

高木八尺 他訳 『リンカーン演説集』





演説」として人類史に長く記憶されるものであった。

このとき、クラーク博士は、リンカーン行政府の呼びかけに応じて自らMA第二十一歩兵連隊（志願兵）を組織し、その指揮官として参戦している。そして、母校アマースト大学の同窓会に招かれて、黒人奴隷制度について問われると、「アメリカの国旗に対する忠誠心は人後に落ちないが、（自分は）呪わしい奴隷制度を地上から払拭したかったのだ」と答えている。帰国後、クラーク博士は「日本の農業」と題して講演している。その中で、日本の封建遺制に触れ、「日本では動物を屠殺し、皮をはぎ、皮なめしをしている人は、（社会的）追放者とみなされて、いかなる法的権利も享受していない」「1872年アメリカを訪れた日本の大使節団（岩倉具視米欧使節団）は、合衆国大統領が、かつて皮なめし職人と知って、どんなに仰天したことか！」と痛烈に批判している。わずか8か月の日本滞在で、日本の封建遺制を鋭く洞察したクラーク博士の眼力は、南北戦争に参加し時代の試練によって鍛えられた彼のヒューマニズムと民主主義精神の高さがいかなるものであるかを示していると言えよう。

### 聖書は最も高尚な政治書なり （内村鑑三）

クラーク博士は、帰国直前、「イエスを信ずる者の誓約」を書き、学生に署名を求めた。玄武丸上で、学生の訓育について「余の道徳は凡て聖書の中に存す、聖書を離れて余は道徳を教ゆるを能わず」と一步も譲らず主張するクラークに、黒田清隆は「余り公然となすなかれ」とついに聖書使用を黙認した。この時、札幌農学校生は、この聖書を「福音を説くだけの宗教書」として受け止めていたのではなかった。

内村鑑三は、「余の学びし政治書」のなかで「聖書を以って宗教的経文と見做す者は、其内容如何を知らざる者の言なり、聖書は其過半に於て最も高尚なる政治書なり」「最良の政治書なり」「政治は単純なる明白なる人道を国家全体に適用するの学と術とに外ならず」（傍線山本）と断言している。クラーク博士は、自ら南北戦争に参加し、ヒューマニズムの精神を身を以って示したのである。後年、病床にあるクラーク博士を訪ねた内村は、「彼は余に語るに南北戦争の事を以てし」と述べ、臨終の言として「日本札幌に於ける八か月の基督教伝播こそ余を慰むる唯一の事業なり」と伝えている。内村の発言は、札幌農学校の教育思想の根底に、クラーク博士が身を以っ

#### 参考文献

芝田進午 編著 『人間の権利』  
内村鑑三 著『余は如何にして基督信徒となりし乎』

て示された民主主義と人道の原則が貫かれていること、ヒューマニズムの根本問題が、戦争と平和の問題であることを示している。内村は聖書の教えに立ち、この問題に正面から立ち向かい、自らを絶対的非戦論者として立たしめ、「平和は戦争によっては得られず」「平和への最捷徑は、無抵抗主義である」と説いた。

## 憲法・教育基本法と札幌農学校 －真理に立つ自主独立の自修心

クラークは、黒田長官あてに提出した報告書の中で「国にして人なくんば国なきに等し、人にして精神なくんば人なきに等し、精神にして修養なくんば精神なきに近し。即ち修養を積める精神は国民の最も重要な産物なり」と述べている。そして平和を創り出す精神の修養こそ最も求められていたものであろう。内村鑑三は、明治30年代から40年代にかけ、侵略政策を露骨に押し進める明治政府を厳しく批判した。当時多くの自由民権主義者が国権主義へと転向する中、彼は自らの誤りを公然と自己批判し非戦平和の立場を貫いた。「日清戦争を義戦」として支持した内村は、自らの誤りを公然と自己批判し「余は良心に対し、世界万国に対し、実に面目なく感じた・・余は爾来一切明治政府の行動に就いて弁護の任に当たるまいと決意した」と。また「戦争よりも大なる悪事は何でありますか・・殺人術を施して東洋永久の平和を計らんなど言ふことは以っての外である」と断じた。

同期の新渡戸稲造は、自らの苦悩を経てクエーカーに入信し、同信のメリー・エリキントン嬢と結婚し帰国する。そして夫妻で、貧しい子供たちのために、無料の遠友夜学校を創立し、自ら校長に就任した。校是は、新渡戸が最も尊敬するリンカーンの「リンカーン精神に学べ！」実際生活を通して学ぶ「学問より実行」であった。当時の遠友夜学校生募集ビラ『文盲への宣言』には、新渡戸校長の設立趣旨を述べ、「熱心に勉強しましょう。努力は最後の栄冠です」。☆世界で一つの学校。これ程どんな人でも入れる学校はありません。☆働きながら勉強できます。☆男でも女でも構いません。☆何時でも入れます。☆月謝はいりません。☆学用品はあげます。☆先生は諸君の友達です。と呼びかけている。そして、この教壇に半世紀無報酬で立ち続けたのは若き北大生であった。一日の労働で疲れた体に鞭打ち、睡魔と闘う黒い瞳の夜学生との火花を散らす真剣勝負が展開されたのである。当時の子供がどんなにおおきな

### 参考文献

教育刷新委員会『教育刷新審議会 会議録第一巻』



### 参考文献

資料『教育基本法50年史』  
『遠友夜学校』さっぽろ文庫  
『思い出の遠友夜学校』北海道新聞社



#### 参考文献

- 矢内原忠夫 『大学と社会国家の理想』  
石橋湛山 『一切を棄つるの覚悟 大日本主義の幻想』  
南原 繁 『教育改革・大学改革論集』  
『児童の権利に関するジュネーブ宣言』（1924年9月26日国際連盟採択）

喜びと希望を抱いて学んだか計り知れない。小寺アキさん(明治42年入学)は、学校が楽しく、帝国製麻の会社から、素足で雪道を走って通ったと語っておられた。門をくぐったのは五千人を越え、卒業生は千数百人を数えた。新渡戸の教えを受け継ぐ夜学校の教師は、倫古龍会(男子)、董会や羊会(女子)の修養会を作り、それぞれ、遠友魂、文の園の会誌を発行し、校是の精神を学び続けた。戦時、教師は生徒に軍事教練を課さなかった。「生徒に軍事教練を課さない学校、それは、存在する意義がない」と軍の怒りを買う、遠友夜学校は閉鎖を余儀なくされた。

日本がアジアへの本格的な侵略を開始した明治27年、新渡戸は、「リンカーンに学べ」を遠友夜学校の校是に掲げ、次の世代の子供達に偏狭な民族主義を排し、人類史の普遍的価値、普遍的な真理に目覚めて生きることの大切さを教えたことは銘記されなければならない。1924年、新渡戸が国際連盟事務次長の時、国際連盟は、「人類は、児童に対して最善のものを与える義務を負う」という、画期的な「ジュネーブ児童権利宣言」を採択した。戦後、東京大学の総長を務めた南原繁、矢内原忠雄はいずれも、新渡戸、内村の教え子である。戦前矢内原は、「国家の理想」を発表して、日本のアジア侵略を厳しく批判し東大を追われた。また、南原は、「大学の自治」「国家と宗教」等を発表して、学問・思想の自由を擁護し、日本のファシズムと厳しく対決した。山梨中学で、一期生大島正健校長に学び一生を支配する影響を受けたと述懐する石橋湛山は、戦前「植民地全廃」「軍事費の半分を平和的事業に投ぜよ」と要求して闘いつづけた。これら「札幌の子ら」の闘いは消すことのできない近代日本の民主主義の潮流を形成してきたと言えよう。内村鑑三の予言は的中した。戦後、内村の「非戦平和」の思想は日本国憲法(第九条・平和的生存権)に、新渡戸の人を育てるヒューマンな教育思想は、教育基本法に結実したといえよう。教育基本法の生みの親たる教育刷新委員会(委員長安倍能成⇒南原繁)の主要なメンバーは、新渡戸と深い関係の人達であった。

## クラーク精神の継承

### ークラークを支えた若き外国人教師たちー

西堀 ゆり (国際広報メディア研究科教授/応用言語学・英語教育)

「北海道大学の歴史125年に通底する精神は？」と問われれば、誰もが異口同音にクラーク精神を挙げる。開拓者精神、**全人教育**、国際性とその広大かつ高邁な大志の系譜は北海道大学の歴史125年そのものであった。確かに、その精神は偉大であった。

だが、ここで、ふと素朴な疑問が湧き上がる。どんなに偉大な精神であっても、僅か8か月足らずの滞在で、これほどまでに学生達に浸透するであろうか？ しかも、有名な内村鑑三や新渡戸稲造は第2期生で、1年足らずで本国へ戻ったクラーク博士の教えを直接受けてはいないのである。

この素朴な疑問から、北大歴史展示の中に「クラークを支えた若き外国人教師たち」の系譜を加える作業が始まった。その重要性の割にはあまり脚光を浴びることのなかった彼等の業績を見直し、通底する精神への貢献に光を当てたいと願ったものである。

では、一体何者なのであろうか、その教えを伝えたのは？その謎を解くのが、この一群の若い人々である。

この若き外国人教師達がクラークの教育理念を受け継ぎ、それを花開かせたのである。彼等が作り上げていったカリキュラムは、クラークがマサチューセッツ農科大学で目指した scientific agriculture (科学としての農学)、知育・徳育・体育の全人教育、ピューリタニズムによって貫かれていた。通常の英語の授業の他に、外国人教師達による専門科目の講義も全て英語で行われた。今で言う **ESP (English for Specific Purposes)** の英語学習であった。すなわち、医学英語や工業英語のように、専攻する学問や将来従事する職業に必要な知識を英語で学習させる方法であった。このような教授法で少人数教育を行っていた当時の教育は極めてレベルが高く、それを維持する教師達の努力は如何



若き外国人教師たち

#### 全人教育

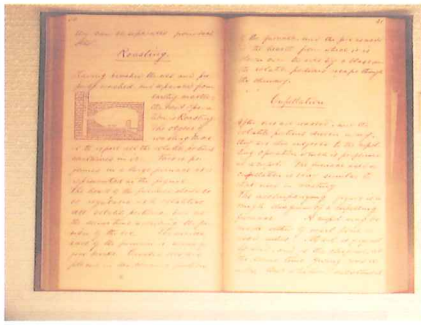
専門科目の狭い領域に偏ることなく、広く一般教養を身につけさせる教育。知育・徳育・体育の総合を目指す教育。



#### ESP

特殊あるいは特定の目的のために、英語を用いて、学習させる方法。一般的な目的のための英語、EGP (English for General Purposes) に相対する概念。日本は主に後者の EGP である。





学生達の作成したノート  
(美しい字体で書かれている講義ノート)

ばかりであったろうか、驚嘆に値する。

彼等は皆クラークに直接伴われて、あるいは推薦されて、札幌農学校に赴いた若き少壮の研究者達であった。当時50歳の壮年にあったクラークは、札幌農学校に赴任するにあたって、自ら学長をしているマサチューセッツ農科大学の優秀な教え子達を伴ってきた。ホイーラー24歳、ペンハロー22歳、そして、ブルックス25歳であった。その後、マサチューセッツ農科大学の卒業生（カッター27歳、ピーボディ23歳、ストックブリッジ27歳、ブリガム32歳）が次々と着任、札幌農学校の基礎を築いていった。これら教師達は本国アメリカでも将来を嘱望されていた優秀な若者達であった。その優秀さは後年母国へ戻ってからの彼等の社会的活躍からも容易に窺われる。地の果てとも思える東洋の異国の地に赴いたその勇氣は正真正銘のフロンティア・スピリットではなかったろうか。彼等は1877年のクラーク帰国後も、札幌の地に留まり、最後の教師ブリガムが去る1893年まで、札幌農学校の学生達の育成のみならず、北海道の農業・土木・医療等の発展に多大な貢献を行っている。

札幌農学校の教育の特徴は教師達の緊密な連携にあった。よく比較されるのが東京大学（前身の開成学校）である。ここに赴任した教師達は様々な出身地から来ており、個々に教育と研究に高い資質を示したが、教育カリキュラム全体のまともには比較的少なかったと言われる。他方、札幌農学校の外国人教師達は、そのほとんどがアメリカ・マサチューセッツ農科大学出身の20代の若者達であった。クラークを支え、クラーク精神を継承した彼等の心は新天地に新しい大学を創生しようとするフロンティア・スピリットに満ち満ちていた。地の果てに「知のフロンティア」を築く—その熱き思いに、生徒が応えぬわけではない。ピューリタニズムと全人教育の精神に貫かれた札幌農学校はユニークな教育・研究機関として異彩を放っていた。

この創生の心意気はそもそもマサチューセッツ農科大学にその源を発していた。クラークはアマースト大学の教授であったが、州立農科大学をアマーストに誘致するのに尽力、その功が認められ、1867年に第3代学長に選ばれた。この州立大学としての学風が札幌農学校に大きな影響を及ぼした。

当時アメリカでは、モリル法（1862年）によって多くの州立大学が誕生していた。これは工学や農学を専門とする州立大学を設立する州に対して国有地を無償で与えるよう定めた法律であった。その目標とするところは、科学教育と古典教

育の両方に力を入れながら、兵学も取り入れ、勤労者階級の師弟に農学と工学を教えることであった。マサチューセッツ農科大学を初めとして多くの州立大学が設立された。

この農学とりベラル・アーツ（liberal arts：一般教養）の重視という学風は北海道開拓のために設立された札幌農学校にはふさわしいものであった。クラークはマサチューセッツ農科大学のカリキュラムを導入し、そこで教育を受けた卒業生達を教師として迎えた。札幌農学校の全人教育はこのようにして生まれたのである。

勤労者階級の師弟教育のための大学を創生したクラークの気概は札幌農学校への思いと重なったことは容易に推察される。札幌農学校開校の祝辞で、クラークは「長年東洋の諸国を暗雲の如く覆っていた階級や因習という暴君から解放することこそが、教育を受けた学生達の胸に大志を抱かせるものなのだ。」と述べている。

This wonderful emancipation from the tyranny of caste and custom, which in ages past has enveloped like a dark cloud the nations of the East, should awaken a lofty ambition in the breast of every student to whom an education is offered.

マサチューセッツ農科大学での気概が彼とその愛弟子達を東洋の果てに導いたであろうことは想像に難くない。

創生時のマサチューセッツ農科大学の心意気を語る時、ボート部優勝のエピソードは欠かせない。奇しくも、優勝した1871年はクラークが伴ってきた最初の教え子ホィーラーが卒業した年でもあった。

無名の田舎大学が著名な名門校ハーバード大学、ブラウン大学を破る！1871年のボートレースでの優勝はセンセーショナルであった。当時の新聞は「Amherst farmersがHarvard boysを



シンポジウム講演中の西堀ゆり教授



破る」と書きたてた。クラークが学長になって4年目の快挙にアマーストの町の人々は大喜びしたという。だが、もっとも喜んだのは学長クラークその人であったろう。農科大学が学生を受け入れたのはクラークの代からであったから、文字通りクラークが育てた学生たちの快挙であった。就任4年目の学長クラークの意気揚々たる様子が当時の新聞*The Amherst Record*に載っている。

The happiest man in town on Saturday was President Clark, who has been from the start perfectly sanguine of the success of his boys. Amherst people universally rejoiced that the students of her favorite college had done something to let the world know there was such an institution as Massachusetts Agricultural College, and that she did not propose to follow, but to lead.

「土曜にもっとも幸せだったのはクラーク学長であった。彼は最初から学生たちの勝利をまったくもって確信していた。アマーストの町の誰もが自分達の大学の学生たちが『マサチューセッツ農科大学ここにあり』と世に知らしめ、また、他の大学の後塵を拝するのではなく、堂々と先頭に立つことをやってみせたことを大いに喜んだ。」 1871年7月21日イングルサイドで行われたボートレースで使用されたと伝えられる舟の木片が、現在、マサチューセッツ大学図書館に保管、展示されている。卒業生の所蔵品が1924年に大学図書館へ寄贈されたものである。

また、当時の記録がマサチューセッツ大学図書館古文書館に残されている。優勝の翌年、1872年に出版された *First Regatta of the National College Rowing Association at Ingleside, Near Springfield, Mass., July 21, 1871* という小冊子である。

125周年の展示のため、専門職員のマイク・ミレウスキー氏から多大のご協力を頂き、複写を許可して頂いた。これは当時の優勝を伝える新聞記事を全て集めて小冊子として出版したものである。これらの記事には、伝統あるレガッタで田舎の若者が上流階級の師弟を破ったという文字が至る所に踊っている。

〈*New York Tribune* の記事から〉

Broad-shouldered, wellmuscled, but no style, no training, no azure blood

〈*Boston Herald* の記事から〉

The result of the College race at Ingleside, yesterday, is rather destructive to Dr. Holmes' favorite theory, that the Brahmin blood and city living are bound to win when pitted against country bone and



ボートの一部と伝えられる木片



muscle.

〈Hartford Courant の記事から〉

Or, to put it in another way, culture and breeding have gone down before muscle and practice.

これらの行間からは、新興の田舎大学が受けていた侮辱的な言動が見え隠れする。都会の一流大学と呼ばれていた大学を破った喜びはどんなに大きなものであったろうか。「大学を創り、学生を育てる」、教育者クラークの喜びを象徴する一件であった。

この快挙から5年後、第1期生のホィーラーと共に札幌の地に赴いたクラークの胸中にはこの時の歓喜が思い出されていたことであろう。そして、若き外国人教師達もまた同じ思いを胸に抱いていたに相違ない。この建学の精神を東洋の果てに再現しようとする彼等のひたむきな思いが当時日本でも

#### クラーク

<William Smith Clark ◆ 1826 ~ 1886>  
農学・化学・英語

1876 ■ 1877 [50歳：アメリカ]

#### ホィーラー

<Wiliam Wheeler ◆ 1851 ~ 1932>  
土木学・数学・英語

1876 ■ 1880 [24歳：アメリカ]

#### ペンハロー

<David Pearce Penhallow ◆ 1854 ~ 1910>  
化学・植物学・農学・数学・英語

1876 ■ 1880 [22歳：アメリカ]

#### ブルックス

<Wiliam Denn Brooks ◆ 1851 ~ 1938>  
農学・植物学

1877 ■ 1888 [25歳：アメリカ]

#### カッター

<John Clarence Cutter ◆ 1851 ~ 1910>  
生理学・解剖学・英文学・水産学

1878 ■ 1887 [27歳：アメリカ]

#### ピーボディー

<Cecil Hobart Peabody ◆ 1855 ~ 1934>  
数学・土木

1879 ■ 1881 [23歳：アメリカ]

#### ストックブリッジ

<Horace Edward Stockbridge ◆ 1857 ~ 1930>  
化学・地質学

1885 ■ 1889 [27歳：アメリカ]

#### ブリガム

<Arthur Amber Brigham ◆ 1856 ~ 1938>  
土木学・数学・英語

1888 ■ 1893  
[32歳：アメリカ]

#### 参考文献

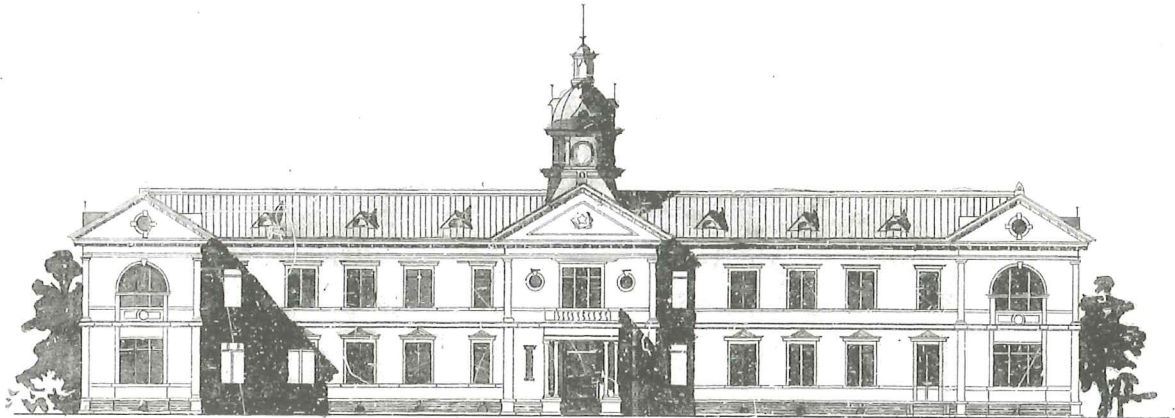
渡辺正雄 『お雇い米国人科学教師』 講談社  
外山敏雄 『札幌農学校と英語教育』 思文閣出版  
札幌市教育委員会編 『お雇い外国人』 同委員会出版  
北海タイムス社編 『北大 百年の百人』 同社出版  
『北大百年史 通説』 北海道大学

独自の地位を築く大学を作り上げたのであろう。地の果てに「知のフロンティア」を築く—その後の札幌農学校の卒業生達の活躍は、彼等がその熱き思いに応えた証拠に他ならない。北大キャンパスに学び、教える者、皆等しく、この通底する精神を継承していきたいものである。

一般の方々にも是非、博物館の中で、この熱き思いの交錯する歴史ドラマに直に触れて頂きたいと願っている。

## 札幌農学校農学教室（1901年建築）復原模型

池上 重康（工学研究科助手／建築史）



札幌農学校農学教室 正面

### はじめに

2001年末に『写真集北大125年』が刊行された。すでにお手にとられてご覧頂いている方も多いと思う。筆者はその編集作業に関わったが、専門である建築史的視点から、キャンパスの変遷および建物（校舎）の変遷に焦点をあてて、北大の125年間の歴史を綴っていった。こういった編集方針が許されたのは、100年前に北1条（現札幌時計台周辺）から現在地に移転して以来、キャンパスの移転・分散が少なく、農学部、理学部をはじめとする本学の歴史を語る建築が今なお多く残されていることに依拠するところが大きい。写真集の編纂作業の際には、本学事務局に所蔵されている建築図面を大いに活用した。この資料なくしては、写真集の完成はなかったといっても過言ではない。

### 1. 建築一件書類の整理・保存、活用

本学所蔵の建築図面の整理・活用については、山後正憲「後期札幌農学キャンパスの史的研究に関して」（『北海道大学125年史編集室だより』第3号、pp.10-16、2000年3月28日）、および、拙稿「大学所蔵資料の整理・保存と活用について—建築一件書類を主とした各大学の取り組みと今後の展望—」（『北海道大学125年史編集室だより』第5号、pp.5-10、2002年3月30日）をご参照いただきたい。

前者では、この建築図面を基礎史料に旧札幌農学校図書館読書室・書庫のCG（コンピュータ・グラフィクス）復原を行なっ



たこと、また、建築簿書も参考にして、古河講堂の屋根葺材の復原考察を行なったことがなど書かれている。後者では、大学アーカイヴスとしての建築一件書類（建築図面・簿書）の位置づけ、および、本学と他学における建築一件書類の整理・活用事例を報告している。

本学所蔵の建築一件書類に関しては、札幌農学校時代の1899年（明治32）のキャンパス移転から、東北帝国大学農科大学時代を経て、北海道帝国大学昇格直前の1918年（大正7）までのデジタルアーカイヴス化が、総長裁量経費の研究助成を得て完了し、4枚のCD-ROMにまとめることができた。将来的にはホームページによる公開を予定しているが、技術的な問題もあり、現時点では作成ならびに公開を見合わせている。

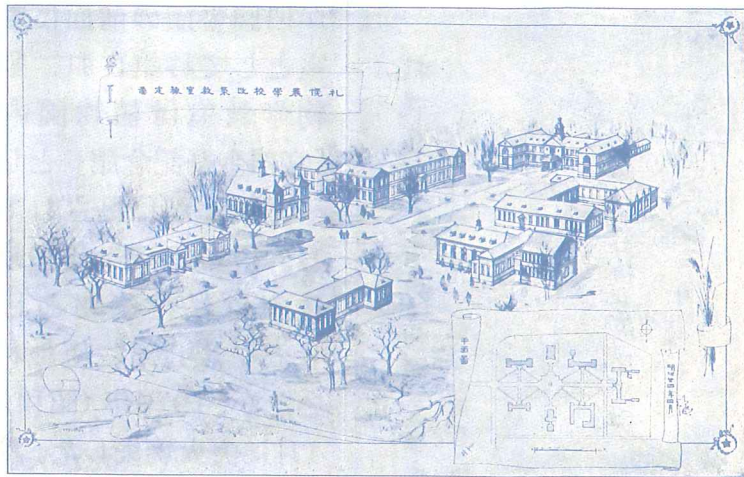
## 2. 復原模型作成の意義

デジタルアーカイヴス整備に本格的に取り掛かる少し前の2000年夏に、本学創基125周年総合博物館特別展示の一環としてキャンパス内の建築模型製作を依頼された。

先に述べた現キャンパス草創期の校舎建築の図面に加え、本学事務局にはざっと調べただけでも優に2500葉を超える北海道帝国大学時代の建築図面が保管されている。それらを概観した上で、博物館展示として意義のある復原模型は、どの施設であるかを検討した。

事務局（旧予科講堂）、農学部、理学部（総合博物館）、旧札幌農学校昆虫学及養蚕学教室や旧図書館、古河講堂（旧東北帝国大学農科大学林学教室）など現存する建築は、単体の模型製作と考えた場合、建築本体が現存しているだけに失われた建築に比べると復原の意義は弱くなる。また、旧工学部校舎（通称白亜館）や旧医学部の木造時代の施設群は規模的に大き過ぎ、限られた展示スペースに収まらないという理由から模型製作が見送られた。そこで候補にあがったのが、現キャンパスに移転して最初に建築された旧札幌農学校農学教室であった。この校舎は、1935年（昭和10）に現農学部本館が新築されるにあたり取り壊された。そのため、米寿に近いがそれ以上の農学部卒業生以外はほとんど知らないという実情があり、本学同窓生にその存在をあまりよく知られていない。

この建築の復原の意義は何か。大きな理由のひとつは、帝国大学への昇格を見越して行なわれたキャンパス移転施設群



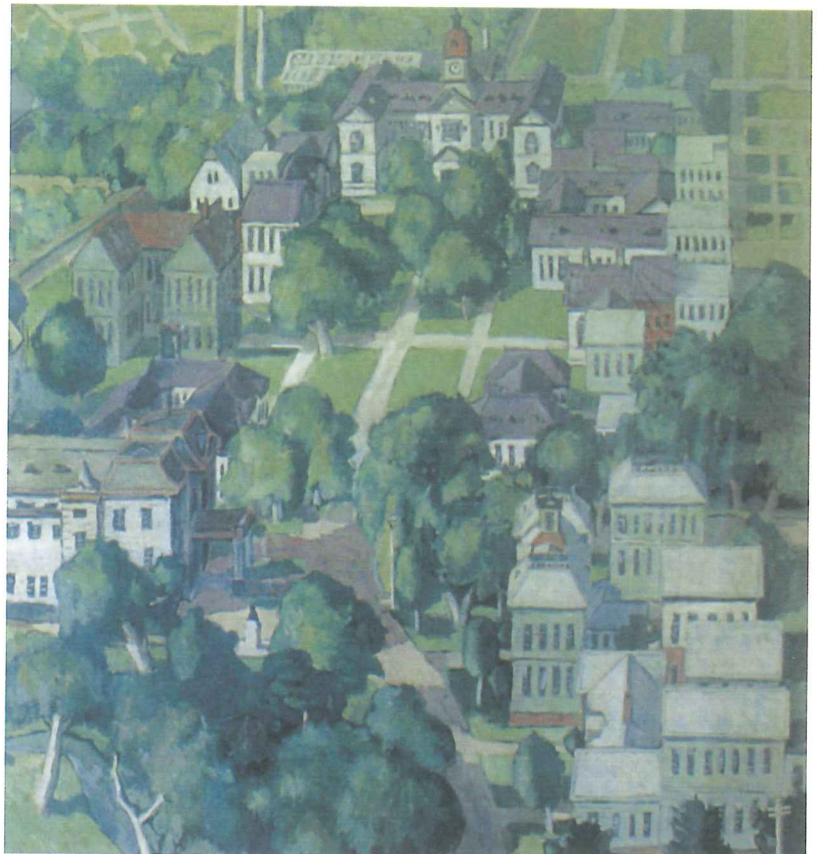
「札幌農学校改築校舎予定図」

の中心をなす建築—換言するなら、現在の本学の源流—と見做しうることである。『札幌農学校』（札幌農学校学芸会編、1902年）所載の「札幌農学校改築教室予定図」を見ると、その様子がよくわかる。西端の農学教室中央から延びる東西軸を中心に、東から西に向かって、南側に農業経済学及森林学（後に農政学）教室、大講堂、動植物学教室、北側に昆虫学及養蚕学教室、図書館（読書室）・書庫、理化学及地質学（後に農芸化学）教室を配置している。対となる建物同士でデザイン要素を共有することにより、農学教室から延びる東西軸をより一層意識させている。権威的象徴性を強めるため、最も大きな規模で、時計塔や車寄せをもつ姿でデザインされたのであろう。

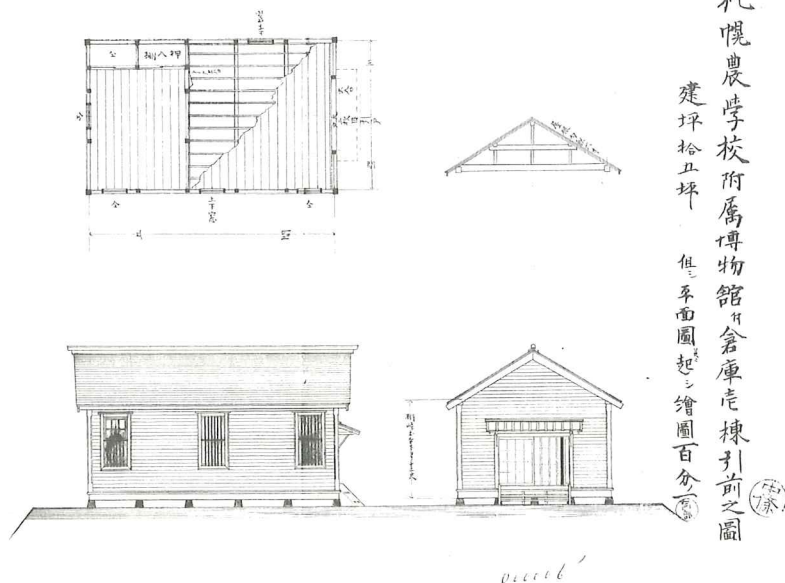
また、農学部長室内に飾られている、森岡史郎（当時工学部学生）による1928年（昭和3）当時の北大キャンパスの油絵にも、唯一西を正面にした農学教室が象徴的に描かれている。

もう一つの理由—こちらはいささか消極的な理由になるが—は、「予定図」に見られる建築のうち、実現しなかった大講堂を除いて、唯一農学教室だけが、現在に何も痕跡を残していないことである。昆虫学及養蚕学教室と図書館・書庫は現在地にほぼ当時のままの姿で建っており、農芸化学教室に関しては講堂の一部

「農学部風景」







「札幌農学校附属博物館倉庫棟引前之圖」

図面右下に中條の丸印が見える

で、わずかな写真や絵でしか知ることができなかった農学教室の威容を、当時の教官や学生達と同じく実感することができる(ただし、自身のスケール感を1/40に落とさなくては行けないが)。蛇足になるかもしれないが、模型製作がちょうど、農学教室の竣工から100年後であったことも理由のひとつとして加えておく。

### 3. 設計者中條精一郎と施工者

プロレタリア作家宮本百合子の父として知られる中條精一郎(1868-1936)は、1898年(明治31)東京帝国大学工学部建築学科を卒業、翌年から1902年まで文部技師として同省大臣官房建築掛札幌出張所へ赴任した。文部技師時代の主な活動は、札幌農学校校舍群の設計で、他に東京帝国大学医科大学、京都帝国大学福岡医科大学(現九州大学医学部)の設計にも関わった。

前出の「予定図」は中條自身によるスケッチと伝えられ、さらに中條が関与した後期札幌農学校の6教室の設計図面59枚が本学事務局に所蔵されている。内訳は農学教室図面15枚、動植物学教室12枚、昆虫学及養蚕学教室6枚、農業経済学及森林学教室9枚、図書館・書庫5枚、理化学及地質学教室12枚である。このうち大半の図面にはドラフトマン(製図浄写)である木村長助の印があるが、農学教室の図面だけは、その印がなく、烏口の線もシャープで着彩も美しい。植物園内博物館の簿書(1900年)中にある唯一中條の印を確認できる図面と同様の繊

が旧図書館の前面に閲覧室として移築され、動植物学教室は植物園内に「宮部金吾記念館」として一部東翼が移築されている。農業経済学及農政学教室は保存建物としてサークル会館に使われていたが、1979年(昭和54)4月に失火焼失した。現在は百年記念館の展示スペースに玄関レリーフのみが保存されている。

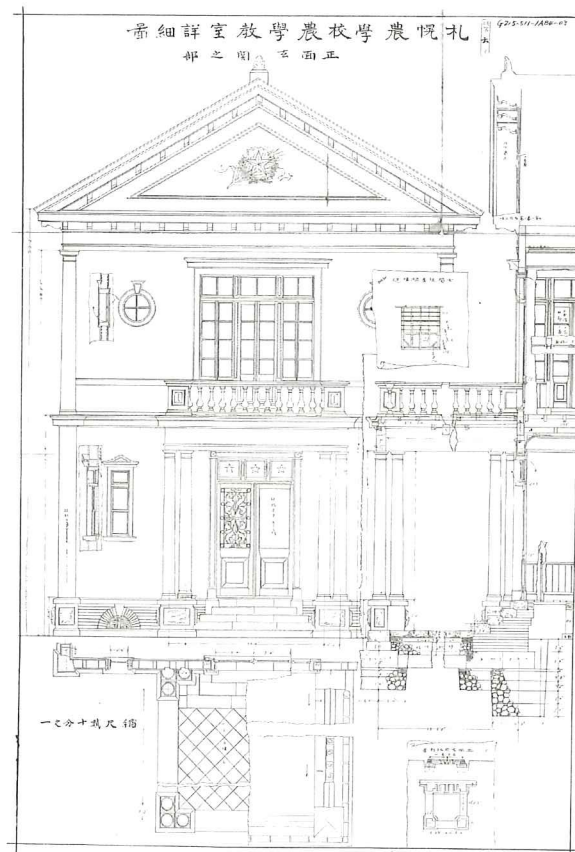
今回、復原模型が完成したことにより、これまで、



細な図面表現であることから、農学教室の15葉の図面は設計者  
中條精一郎自らが描いたものであると考えている。

ところで中條は、1903年から英国へ留学、1908年には同窓  
の先輩である曾禰達蔵とともに曾禰・中條建築事務所を開設し  
た。この事務所は戦前期の日本で最も多くのオフィスビルを建  
てた建築事務所としても知られている。事務所時代に中條は、  
設計よりも建築家の社会的地位向上のため建築士法制定運動に  
尽力した。彼の代表作には、郷土山形の県庁舎および県議会堂  
(1914年)、岩崎熱海別邸(1935年)などがある。

設計者の影に隠れてしまいがちだが、施工者なくして建築は  
完成しない。ましてや北海道に開拓の鋤が入って、わずか30年  
後のことである。この農学教室の建築は、北海道において最初  
の中央の建築家設計による本格的洋風建築であるといっても過  
言ではない。開拓使時代のアメリカ人技師による建築技術の導  
入とその消化なくして、この事業の遂行はなかった。その大役  
を最初に担ったのが、石狩国札幌郡豊平村(現札幌市豊平区豊  
平)在住の請負業者阿部幣治であった。総工費40,514円65銭  
で落札、1900年(明治33)8月7日に起工し、当初予定の翌年  
9月18日より3か月近く早い、6月15日に竣工した。阿部は他  
にも、動植物学教室、理化学及地質学教室、図書館読書室・書  
庫、そして植物園内にある博物館事務所の請負工事を行なっ  
ている。なお、阿部については未だ不明な点が多く、今後さらに



「札幌農学校農学教室模型詳細図」  
正面玄関周りの詳細図面

農学教室模型  
玄関車寄せ前から見上げる



調べる必要があることを申し添えておく。

#### 4. 農学教室の建築的特徴

農学教室は、中央に八角形の時計塔を戴せ、正面中央にトリプルコラム（3本の円柱）で支える車寄せを配する。南北両翼をもつH型の平面構成である。1階の開口部には側面の一部を除きすべてにペディメント（三角形の切妻破風）を載せるが、2階の開口部にはペディメントは見られない。翼部正面に見える窓開口や正面玄関の扉装飾、時計塔の屋根窓など細部の意匠は繊細だが、ペディメントを配置することにより安定感が表現され、後期札幌農学校の中心的な建物として意識された設計意図を感じ取ることができる。

#### 5. むすび ー今後の展示の可能性ー

現時点では農学教室一棟のみ復原模型が製作されただけで、しかも、その製作意義や背景を説明するパネルなども展示として用意されていない。本稿がとりあえずは、その代役を務めることになるのであろう。

別稿でも紹介したが、東京大学総合博物館小石川分館では、震災被害で失われた明治・大正期校舎の詳細な着彩図面と木製の復原模型を並べて展示し、さらに安田講堂付近のキャンパス配置模型も作成展示している。

本学には、それに比肩し得る（あるいは凌駕するかもしれない）だけの歴史的資料がある。さらには、植物園内施設、第二農場施設といった重要文化財や、古河講堂をはじめとする登録文化財の施設が多くキャンパス内に残されている。なにより中央ローン、農学部前庭、エルムの森といった草創期のキャンパスの様子を今なお偲ぶことができる。つまり、模型により復原された空間と現状の空間とのオーバーラップが可能なのだ。

仮に「農学教室の次に復原したい建物は」と聞かれたら「中央講堂」と答えたい。かつて、総長選挙など多くの公式行事がここで行なわれた。古希を迎えた卒業生にとって、ここは卒業証書を受け取った思い出深い場所でもある。外観だけでなく内部も見られるよう復原すると一層楽しい展示になることだろう。

復原模型を縮小されたものと侮るなかれ。ここまで拙文を読んでもいただき、さらに農学教室の模型の前に立つ機会がもしあるのなら、是非、視点を当時の学生の高さ（模型の1階の窓の位置）にもって行ってほしい。圧倒的なスケール感で模型が語りかけてくるはずである。

この道を新渡戸稲造や有島武郎も歩いたのだろうか。想像は尽きない。



## 札幌農学校農学教室の復原模型製作について

角 哲（工学研究科／博士後期課程）

### 1. はじめに

中條精一郎[ちゅうじょう せい  
いちろう]（1868-1936）

日本近代建築を代表する設計者の一人。明治31年東京帝国大工学部建築学科卒。翌年から明治35年まで文部技師として建築掛の札幌出張所へ赴任し、この期間に札幌農学校校舎の設計を多く手掛けた。現在、本学には旧札幌農学校昆虫学教室（明治34年）、旧札幌農学校図書館（明治35年）が現存する。宮本百合子の父でもある。

ペディメント(破風):pediment  
一般に窓や出口の上部に取り付けられた三角形の部分を用いる。その形が円形の場合、楕形ペディメントという。昆虫学教室、旧図書館にも見られる。

札幌農学校農学教室模型正面詳細



旧札幌農学校農学教室の復原模型は、工学部建築史意匠学研究室の8人を中心に、約3週間で製作した。当研究室では1998年に旧札幌区役所復原模型（協力；読売新聞社北海道支店、札幌市資料館に寄贈）を製作しており、当時製作に関わった2名が指揮をとった。主な材料は5種類の厚みのスチレンボードおよび様々な厚さのケント紙である。これ以外に、巻段ボールやスチレン製の棒、虫ピン、ビニールパイプ、紙ヤスリなどを用いた。

模型は当初、30分の1での完成を予定していた。しかし、仕上がり寸法が畳大の土台に収まらないこと、また、土台を継ぎ足した場合、予想される模型重量に耐えうる強度を保てないとの判断から変更を余儀なくされた。この際50分の1という標準的な縮尺も検討されたが、詳細の再現精度の低下を回避するため40分の1と決定した。

製作に先立ち、大学保管図面をCAD（Vector Works 8.0）で書き直した。図面では判断のつかない詳細部に関しては古写真や同時代の建築、中條精一郎設計の他の建築も参考にし

た。CADによる図面は誤差が小さく、原寸大での検討が可能ということが一つの利点である。これにより、完成模型の全体から細部に至るまでの検討が図面上で可能となった。また、この作業で全ての製作寸法と部位毎に用いる材料を決定した。

実作業では、壁や屋根などの躯体製作と、窓や柱、時計塔、玄関車寄せ、ペディメント（破風）などの細部製作に行程を分けて製作を進めた。

### 2. 製作過程の概要

躯体は主棟と両翼、屋根下地を別に組立てた。壁は窓を埋め込む部分を切り取って組立てた。躯体内部には補強材が組み込まれている。これらを作成し

た土台（畳1帖大のベニヤ厚板と3cmの角材で作成）に木ネジで固定した。次いで躯体に窓、玄関車寄せ、時計塔、持ち送り、基礎など大小の部材を付加した後、屋根を載せ、最後に瓦を模した屋根を葺いた。仕上げに3度の塗装を施した。



組み立て前の模型の様子

### 3. 詳細部の製作

出隅部にある角型の**ピラスター**（付け柱）や正面性を強調するペディメント、両翼正面の半円形欄間付きの窓を含めた8種の窓など、建物を特徴付ける固有の部材はスチレンボードとケント紙を重ね合せて作成されている。一方、7種類の窓、玄関ポーチの**持ち送り**など形態が重複する部材は、時間を短縮するためシリコンで型を取り、ウレタン樹脂で量産した。原形となる窓、持ち送りは前述の方法によって、柱は木材をけずり出して作成されている。

ベランダ付きの玄関車寄せのうち、床の部分はケント紙をけがいて目地を入れている。また、**トリプルコラム**の台座などの**ルスティカ**（荒石）積みの質感は荒めの紙ヤスリにより表現した。

建物の顔となる時計塔は2mm厚のスチレンボードを重ね合せて骨格を作り、仕上げにケント紙を全体に貼った。時計の文字盤は詳細が不明であったため、先行して建築されていた旧札幌農学校演武場（1878年、時計塔は1881年、通称「札幌時計台」）のものを転用することにした。

屋根瓦には梱包用ダンボールを用いている。瓦の標準寸法の1/40が約6mmであり、リブ山のピッチがこれに相当するものを選択した。最初に段ボールの目を片方に流れるように押し潰し、瓦の葺き足寸法に合致するようカッターで切れ目を入れた。軒先の**巴瓦**には真鍮釘を用いた。また、棟瓦はスチレン製の丸棒を半分に切り、ビニールパイプを細く切ったものを付加し**冠瓦**を模している。

### 4. 塗装

模型はサーフェイサーという白色の下地生成スプレーにより白く塗装されている。当初、色の復原考察を行ない着色することもあるが、今回は復原であり、かつ得られた資料だけでは彩色の再現は不可能であった。しかし形態の復原という意味では、抽象的な効果を発揮する結果になったのではないか。

**ピラスター**：pilaster

付け柱のこと。壁面より幾分突出した断面方形の柱。通常は柱礎、柱身、柱頭からなる。本学では、旧昆虫学教室、旧図書館にも見られる。

**持ち送り（ブラケット）**：bracket

壁、柱から突出して庇、梁、棚、出窓などを支える部材。実用的なもの他に装飾的なものもある。

**トリプルコラム**：triple column

車寄せや玄関のポーチなどの屋根を支える、3本の円柱が対になったもの。円柱のことをコラムという。通常は台座に載る。本学では、古川記念講堂の玄関に見られる。

**ルスティカ**：（伊）rustica

切り石積みのうち、目地を深く切り込ませて石の表面を突出させ、しかもその表面を粗くしあげたものの。

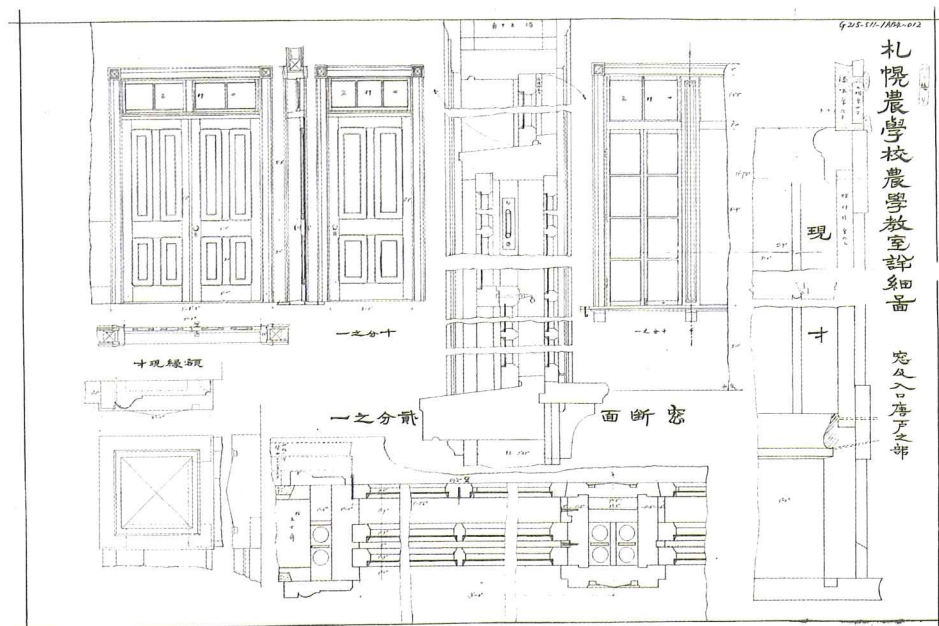
**巴瓦**

屋根瓦のうち、軒先に葺くのに用いられる円形の瓦。軒丸瓦、鐙（あぶみ）瓦ともいう。

**冠瓦**

雁振り（がんぶり）瓦ともいう。屋根瓦のうち、大棟や降り棟の最上端に敷かれるもの。





設計図面（建具詳細）

これを元にCADにより模型製作用図面  
を作成

## 5. むすび

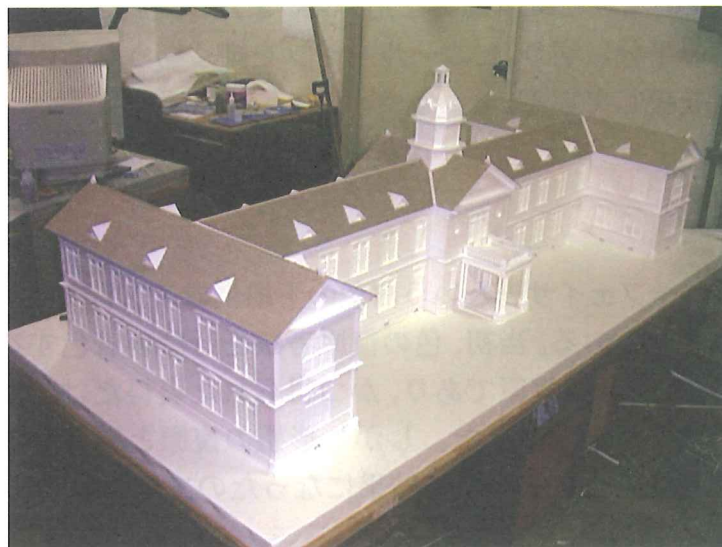
以上、製作に関する概要を記述したが、実際の建築工事と概ね同様の行程を経ていることを強調しておきたい。また、実工事と同様と言いながらも、模型であるが故の、躯体強度に対する配慮や、収まり寸法に対する検討も重ねられている。詳細がデフォルメされた部分があることも否めないが、縮尺と全体のバランスを考慮した故と好意的に解釈して頂けたら幸いである。

最後に、模型の製作機会を与えてくださった丹保憲仁前総長と越野武名誉教授（現札幌大学教授）にこの場を借りて謝意を表する次第である。

### 参考文献

村井康彦編（平成7年）『よみがえる平安京』淡交社、模型制作の参考図書。

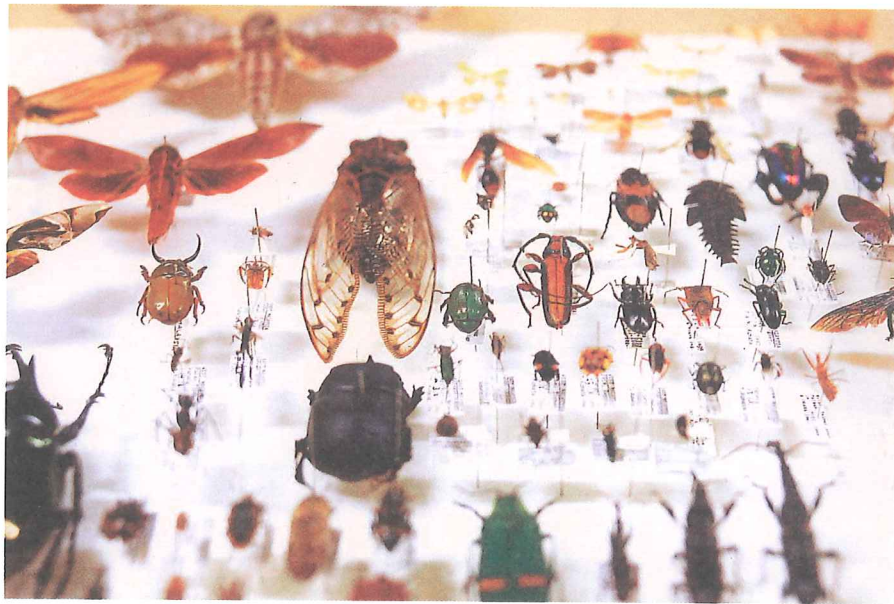
角幸博監修（平成10年）『札幌の建築探訪』北海道新聞社、北大、札幌の歴史的建築物案内。



完成一步手前  
残るは塗装のみ  
屋根面にダンボール素材の色が見える



## 学術テーマ展示





## 博物館テーマ展示「生命」の 公開シンポジウムを担当して

長嶋 和郎（医学研究科教授／神経病理学）

「この世に存在する生き物には驚嘆すべきさまざまな姿や目を見張るような素晴らしい現象が見られる。このような生物の示す無限の多様性の背景には統一された普遍的原理が存在する。生命現象をつかさどるDNAは無数の組み合わせと転写翻訳産物の複雑な修飾により、多様な生命体へと展開される。このような生き物の多様性と普遍性の絡み合いからなる総体が生命であると言えよう」。

「生命」というタイトルの基に、北海道大学らしさを十分に盛り込んだ企画展示が完成した。構成として大きく2部に分け、第1部を生命の誕生から生命の多様性を表現した。第2部への移行として、生命の多様性がDNAという普遍的物質の複雑な組み合わせから成る事を理解していただく導入部を配置し、来館者に遺伝子の基本概念を北大での研究を挙げて紹介した。第2部として遺伝



子を手にした人間の現在社会への応用の一部として「遺伝子組換え植物」と「病気の遺伝子治療」とを紹介した。そして第2部の終わりにはポストゲノム時代の研究の一端として糖鎖研究と北大オリジナルの糖鎖合成装置を配置し、一つの物語を見終え、将来への展望を抱いて進むような配慮をした。

左から、長嶋和郎教授，崎山幸雄教授，諏訪正明館長，鈴木忠樹映像作成者，来館者

シンポジウムではこのような「生命」の企画での理念を紹介した。さらに諏訪館長より来館者にシンポジウムの主旨を御説明頂き、代表講演として藻類研究者の堀口先生と遺伝子治療の崎山先生に講演を頂いた。

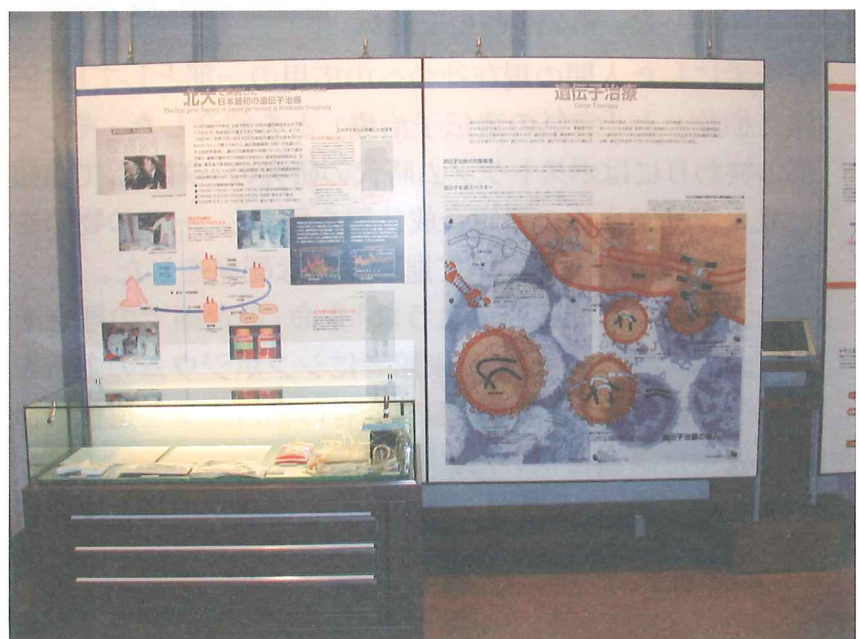
講演終了後、崎山教授と諏訪館長を囲み担当者と来館者などで記念写真を撮ったので紹介する。



展示と講演の他にも取り上げるべき話題をコンピュータによる展示として2台のモニター装置で用意した。それらの中にはいずれも北大オリジナルな業績を取り入れた。内容は次のとおりで、いずれも短く解りやすく解説した。

1. 生命の誕生
2. 藻類にみる生物の多様性
  - ・葉緑体とミトコンドリアは母性遺伝～海藻細胞学の最先端～
3. 昆虫にみる生物多様性
  - ・昆虫の多様性～昆虫と植物のせめぎあう関係～
4. 染色体から遺伝子
  - ・木原博士とコムギの染色体
  - ・疾患モデル動物～遺伝性肝炎発症 LEC ラット～
5. 遺伝子組換え技術
  - ・害虫抵抗性テンサイ物語
6. 病気の遺伝治療
  - ・遺伝子治療の実際～ADA 欠損症～
7. 糖鎖工学研究
  - ・不凍魚「ブルヘッドノトセン」の秘密を探る

さらに多くの生命科学に関する研究を次々と紹介していきたいと用意しているので、多数の研究者からの推薦およびご連絡を御待ちしております。



展示室「生命」：遺伝子治療

## アデノシンデアミナーゼ欠損症に 対する遺伝子治療

崎山 幸雄（医学研究科教授／小児科学－遺伝子治療）

### はじめに

私たちが1995年に北海道大学医学部附属病院で開始した遺伝子治療臨床研究は、致死的な**先天性免疫不全症**である**アデノシンデアミナーゼ（ADA）欠損症**を対象としていました。この病気に、遺伝子治療はどのようにして行われて、患児はどうなっているのかを紹介します。

### ADA 欠損症とは

免疫システムは、外からウイルス、細菌などの病原体が体中に侵入した時に、それらを効率的に排除するための主要な**感染防御システム**です。ADA 欠損症はこの感染防御システムの主役であるリンパ球の欠乏を特徴とするとても重篤な先天性免疫不全症です。多くのADA 欠損症患児は、生後間もなく発症し、致死的な感染症に罹患します。またADA 欠損症は染色体20番に存在するADA 遺伝子の変異による常染色体劣性遺伝の遺伝性疾患でもあります。

### 遺伝子治療はどのようにして行われたか

**遺伝子治療**の対象になった患児は生後11ヶ月時に重篤な肺炎に罹患した折りに、ADA 欠損症と診断されました。患児の体を構成する全細胞のADA 遺伝子に変異があり、このために患児のリンパ球はADA を造ることができません。ADA を作れないリンパ球は容易に細胞死が生じるので、その結果、患児はリンパ球のプールを造れなくなります。患児のリンパ球の染色体に正常のADA 遺伝子を組み込んでADA を造れるようにすると、リンパ球の機能が回復して免疫能を回復することができるのではないかと考えたのです（図1）。

体外でリンパ球にADA 遺伝子を組み込むために、ヒトリン

**先天性免疫不全症**

遺伝子の変異による免疫システムの欠陥で発症する先天性疾患

**アデノシンデアミナーゼ**

すべてのヒト体細胞に存在する酵素でアデノシン、デオキシアデノシンを脱アミンする

**ADA 欠損症**

アデノシンデアミナーゼ(ADA) 遺伝子の変異による先天性目値期症不全症

**感染防御システム**

**遺伝子治療**



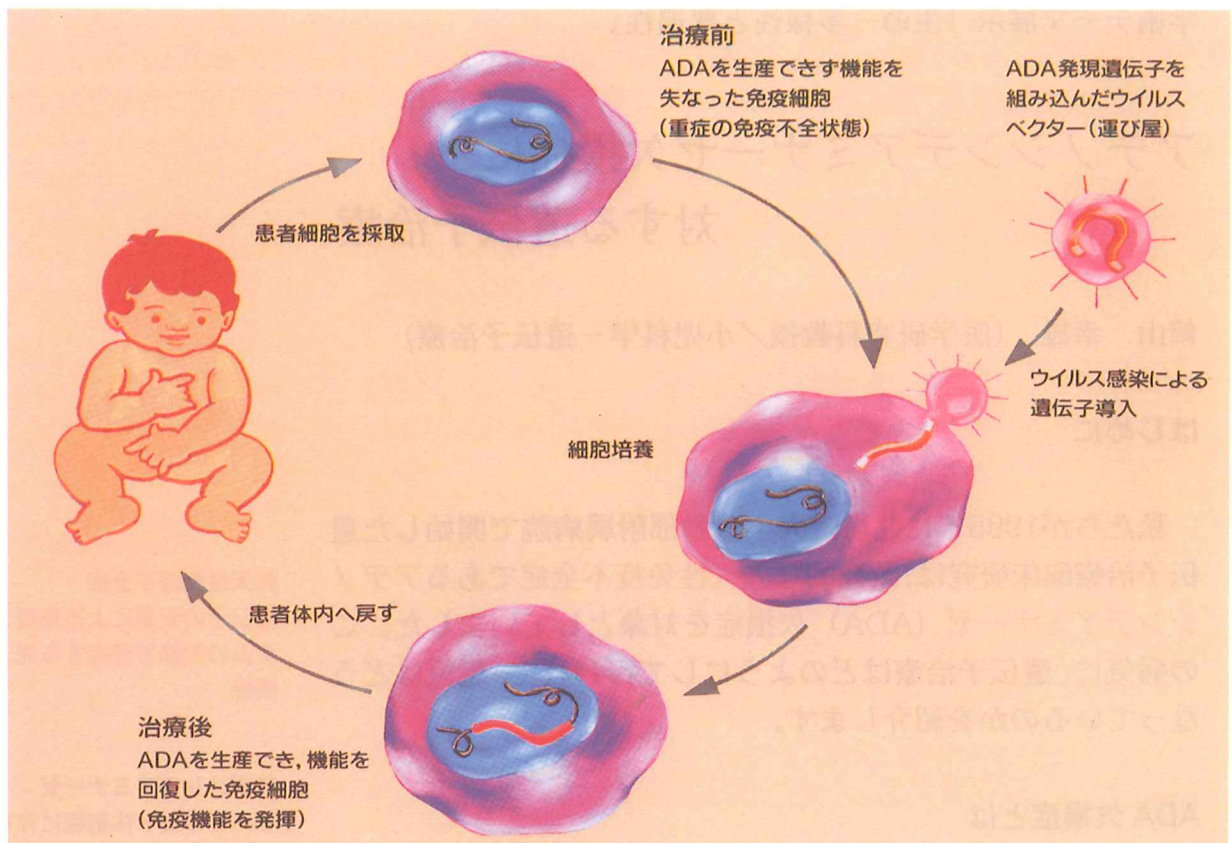


図1 ADA欠損症の遺伝子治療

パ球に感染するレトロウイルスを利用しました。レトロウイルスはリンパ球に感染するとウイルス自身のDNAを組込んで、ウイルスを無数に感染リンパ球内に複製させて増殖する特性を持っています。レトロウイルスDNAを組換えて、ADA遺伝子を組み込んだ**組換えレトロウイルス (ベクターLASN: ADA遺伝子の運び屋)**が造られました。このベクターLASNがリンパ球に感染するとウイルスDNAと一緒にヒトADA遺伝子も感染リンパ球内の**染色体**に組み込まれて、リンパ球の遺伝子と一緒に働いてADAを産生することを期待したのです。この遺伝子治療臨床研究に使用した遺伝子導入のための組換えレトロウイルスベクターLASNは共同研究者の米国国立衛生研究所ブレイス博士より供与されました。

患児の末梢血からリンパ球を取り出して、そのリンパ球にLASNを使って正常のADA遺伝子を組み込むという作業をしました(図2)。ADAを造れないリンパ球は刺激を受けても増殖できずに短時間で細胞死するのですが、正常のADA遺伝子を組み込まれたリンパ球は、ADAを作って一定期間、生存・増殖できるようになります。

最初の日、患児から血球分離装置を使って末梢血リンパ球を取り出す作業を行いました。患児の腕の動脈、脈が触れる血管ですが、そこに細いチューブが挿入されて、そ



これから動脈血を取り出します。血液中のリンパ球を分離後、他の血液成分は全て患児の同じ方の腕の静脈から体内へ戻されます。遺伝子を導入するリンパ球を分離するためのこの作業は病室で三時間ほどかけて行われました。患児に化学療法剤などのいろいろな前処置を必要としないということは臓器、細胞移植とは異なる遺伝子治療の利点です。

## 遺伝子治療の効果と安全性

1995年8月1日に1回目の治療の採血をして、8日に点滴で患児に遺伝子導入の済んだ自己リンパ球が投与されました。1回の治療で投与した細胞のほぼ5%が正常のADA遺伝子を持つことができました。1997年3月まで11回、治療を反復



図2. 4-5日目：ウィルスベクターLASNとの共培養。ヒトの正常ADA遺伝子を組み込んだ組み換えレトロウイルスベクターLASNを使用して、活性化されたリンパ球にADAの遺伝子を組み込む。

しました。その後、治療を中断したまま、既に6年が過ぎました。この治療で、患児の体中にはほぼ5%のリンパ球が正常のADA遺伝子を持つようになり、リンパ球のADA酵素活性は現時点でも5-10単位を維持しています。

遺伝子治療の7回目頃から、それまで感染予防のために行っていた抗生剤の内服を止めました。さらに日常生活の制限も解除して、1997年4月には小学校一年生に入学、これまで全く普通の学校生活を送って、この春は中学一年生になります。学校の行事は全て参加できていて、身長、体重の発育は年齢相応です。

副反応は治療中に一時的な発熱が数回あったのみです。治療前には特にLASNが患児のリンパ球染色体に組み込まれて他の正常な遺伝子に影響を及ぼすことが心配されました。治療を開始して6年を経過していますが、このことによる副作用は全

## 参考文献

中部 博『北海道大学遺伝子治療200日－いのちの遺伝子－』集英社

く認められていません。

## まとめ

この間の家族の様子などを含めた経緯が中部 博氏著、「北海道大学遺伝子治療2000日ーいのちの遺伝子ー」(集英社)に詳しく書かれています。11回繰り返したのは、1回で導入できる遺伝子が5%程度と遺伝子導入効率が高くはなかったことと、遺伝子が組み込まれた活性化T細胞の大部分はその生存期間が短いと考えられたためです。

リンパ球は免疫機構を担う大事な血液細胞で、働きの異なる細胞の集団です。働きによって生理的な寿命は異なるものと推定されています。成熟して抗原感作を受けると数日しか生きていないリンパ球と数年は生きられるリンパ球とが少なくとも存在します。前者が末梢血中のリンパ球の大多数を占めて、後者は数%と考えられています。可能な限り多くの寿命の長いリンパ球に遺伝子を導入することができて、その効果を期待することができているのだと考えています。

今後はリンパ球の親細胞である血液幹細胞に遺伝子を導入する治療計画を準備しています。この新たな遺伝子治療臨床研究では1回の治療で半永久的な治療効果が期待され、酵素補充療法も中断が可能になります。

## 藻類にみる植物の進化・多様性

—マラリア病原虫は昔、藻類だった—

堀口 健雄（理学研究科助教授／藻類系統分類学）

### はじめに

植物は私たちにとってかけがえのない存在である。植物が存在しなければ生命を維持することすらおぼつかない。私たちに必要な有機物も酸素も植物が光合成によって作り出したものである。このように地球上の多くの生命にとって重要な植物であるが、その植物がどのように誕生し、どのように進化してきたのかについて明らかになってきたのは比較的最近のことである。その植物の進化の謎を解明する鍵となるのが本稿で取り上げる藻類と呼ばれる生物群である。なぜなら、最初に葉緑体を獲得した生物も、陸上植物の祖先となったのも、植物の多様化を押し進めたのもすべて藻類だからである。

#### 藻類の定義

藻類をある特定の特徵をもって定義することはできない。それでも“藻類”を定義しようとするならば「光合成で酸素を発生する生物のうち、コケ植物、シダ植物、種子植物を除いた残りすべて」となる。このような「〇〇から◇◇を引いた残り」としか定義できないような生物群は異質な生物の集まりであることを示している。

### 藻類とは

**藻類**とは、主に水中に生息する光合成生物（植物）の総称で、海藻類や植物プランクトンなどを含む。海藻類はアオノリなどの緑藻類、コンブやワカメなどの褐藻類、アサクサノリなどの紅藻類といったそれぞれ色も形も生活様式も異なる3群からなる。一方植物プランクトンも渦鞭毛藻類や珪藻類、ミドリムシ類など実に様々なグループを含んでいる。実際、藻類は生物進化の観点から見ると非常に多様で、互いに似ても似つかない遠縁のグループまでも含む幅広い概念なのである。



展示室「生命」：生命の多様性

### 植物のはじまり＝葉緑体の獲得

藻類と陸上植物（種子・シダ・コケ植物）を含む、「植物」を特徴づけるのは葉緑体と呼ばれる光合成をおこなう顆粒状構造を細胞内にもつという点である。となれば、葉緑体の獲得こそ



### 原核生物

すべての生物は真核生物と原核生物のどちらかに分けられる。原核生物は核や葉緑体など膜で囲まれた細胞小器官をもたない生物の総称。全ての細菌類（バクテリア類）は原核生物。

### ランソウ類

植物に広く見られる光合成のメカニズムを地球上で最初に獲得した原核生物の子孫。藍藻類とも書く。あるいはバクテリアの仲間であることを強調するためにシアノバクテリアと呼ぶこともある。ランソウ類が繁栄したために地球表層の酸素濃度が高まった。ランソウ類の祖先が葉緑体の起源となった。従ってランソウ類の光合成メカニズムが植物と同じなのは当然と言えば当然である。

植物進化の出発点ということになる。葉緑体の起源について現在広く受け入れられている説は、葉緑体の共生起源説と呼ばれるものである。この仮説によれば、葉緑体をもたない初期の単細胞真核生物が、すでに光合成能を獲得していた**原核生物のランソウ類**を取り込み、それを細胞内に保持し（共生段階）、やがて遺伝的支配下に置くことにより、葉緑体という光合成のためのパーツを獲得したというものである。実際、どの葉緑体にも独自のDNA（遺伝子）が少量ながら存在しており、このことはかつて葉緑体が独立した生命体であったことを示す直接的な証拠である。このような葉緑体獲得を「最初の共生」ということから一次共生による葉緑体獲得と呼ぶ。最近の説では、この**ランソウ類**→葉緑体の変換（一次共生）は地球上の進化の歴史においてたった一度だけ起こったイベントであると考えられている。もしこれが本当であるならば現在の地球上のすべての植物の葉緑体は同一起源であり、そこから進化した植物もすべて系統的につながっていないことになる。ところがこのことは、上述の藻類は系統的には必ずしも近縁でないものを含むという事実と矛盾してしまう。この矛盾はどのように説明できるのだろうか？

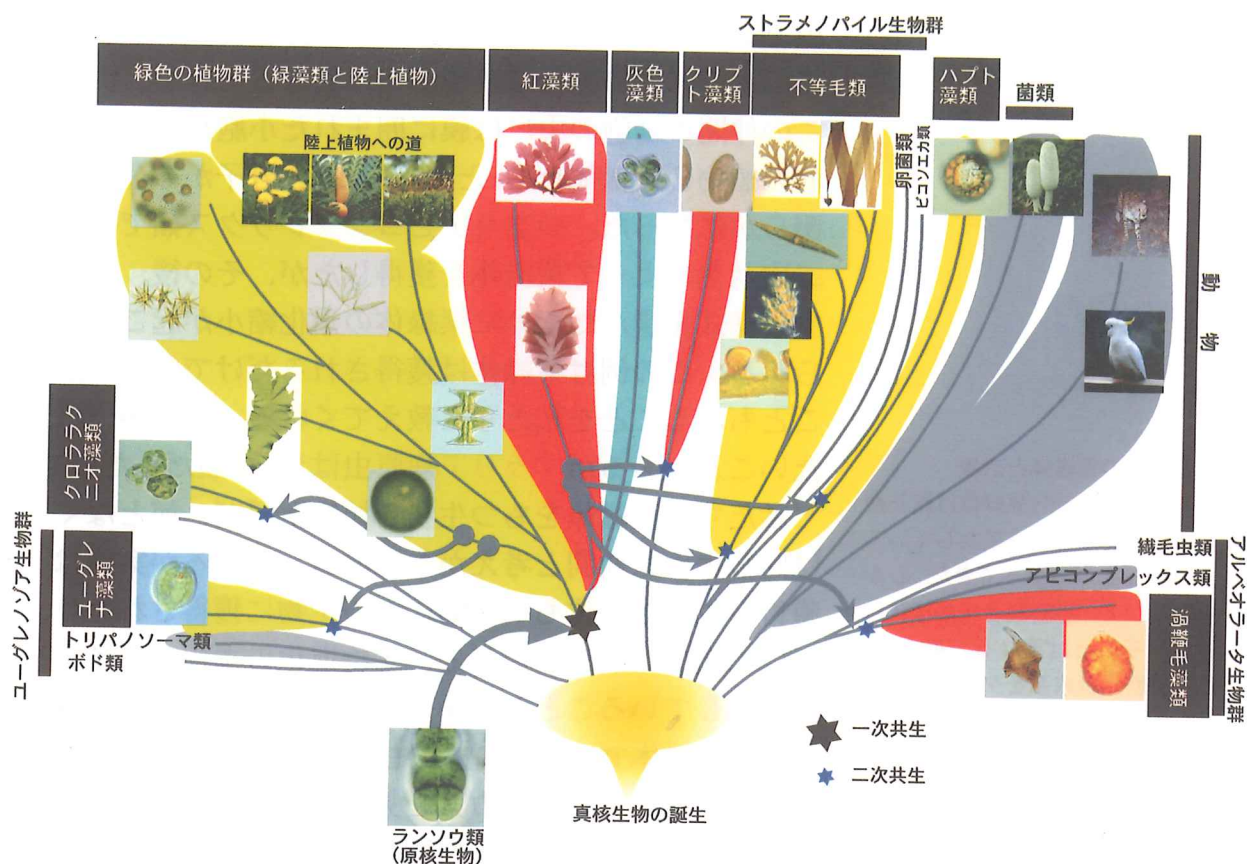
### もう一つの葉緑体獲得様式

#### ～アフリカ眠り病原虫とミドリムシが近縁な理由

実は、現生の植物で一次共生葉緑体を直接そのまま引き継いだ生物は、緑藻類、紅藻類、灰色藻類の3群だけであると考えられている（これら3群は近縁）。陸上植物は緑藻類の一部が進化したものであるから、陸上植物も一次共生葉緑体をもつ初期植物の直接の子孫である。ではその他の藻類はどのようにして葉緑体を獲得したのだろうか。それらは、二次共生という様式によって葉緑体を獲得したと考えられている。

二次共生による葉緑体獲得とは、葉緑体をもたない真核生物が、すでに一次共生によって葉緑体を獲得した真核藻類を取り込み、やがて葉緑体のみを細胞内に残して自らの葉緑体を確立したというものである。従って、この場合葉緑体の起源と取り込んだ生物の間には何ら血縁関係が無い場合も多く、藻類同志が互いに近縁でない事実も二次共生を仮定することにより矛盾無く説明できるのである。

学校の池などで普通に見られるミドリムシとアフリカ眠り病の病原虫であるトリパノソーマという一見似ても似つかない生物同志が近縁であるという事実も、ミドリムシ類（＝ユー



グレナ類：最初は葉緑体をもっていなかったし、今でも葉緑体をもたないミドリムシ類はたくさんいる）とトリパノソーマ類が共通祖先から分かれた後で、ミドリムシ類のあるものが緑藻類を取り込んで葉緑体を獲得することに成功し（二次共生起源）それ以後藻類として進化した、と考えることによって説明がつく。ミドリムシは緑色の葉緑体をもつからと言って、決して緑藻類に近縁な訳ではなく、もとをたどればトリパノソーマ類と同じ祖先に行き着くというわけである。

## 葉緑体のダイナミックな進化

二次共生による葉緑体獲得が何回も起こったために藻類の多様化が推し進められた。このことは、ある系統において途中から葉緑体を獲得したものが出現したために、同じ系統でありながら葉緑体をもつグループともたないグループが存在する場合があることを示している。ミドリムシの例の他にも、褐藻類や珪藻類は卵菌類などと近縁であることが知られているし、赤潮で有名な渦鞭毛藻類は繊毛虫類（ゾウリムシ類）やアピコンプレックス類（＝孢子虫類）と近縁であるといった例がある。アピコンプレックス類というのは、マラリア病原

葉緑体獲得を通して見た植物の進化・多様化

外側の白抜きが植物群の名前。一次共生によりランソウ類が葉緑体に変換された（大きい星印＝植物の成立）。その初期植物の直接の子孫は緑色植物・紅藻類・灰色藻類のみ。それ以外の藻類は二次共生によって葉緑体を獲得した（小さい星印）。コンブやワカメなどの褐藻類は不等毛類に含まれる。矢印はどの藻類から葉緑体を獲得したのかを示す。「～生物群」は、藻類と非光合成生物からなる系統群につけられた名称。



#### マラリアの葉緑体と治療

マラリアの痕跡的葉緑体は脂肪酸合成に重要な役割を果たしているらしいことがわかってきた。しかもマラリアの脂肪酸合成の様式は人間のそれとは異なる。従って、この脂肪酸合成系をターゲットとした薬品（阻害剤）を用いれば人体に悪影響を与えることなく、マラリアの駆除ができる可能性がある。

虫であるプラズモディウムを含む寄生性の原生動物であるが、このグループの場合は事情が多少異なっている。実は、最近この仲間の細胞の中には膜に囲まれた小胞があり、その中に他の植物の葉緑体DNAと相同なDNA分子が存在することが明らかになった。つまりアピコンプレックス類ではもともと二次共生によって葉緑体を獲得したが、その後、寄生という生活様式を選んだために葉緑体の退化縮小が起こったと考えられる。この例は葉緑体は獲得されるだけでなく、退化することもあることを私たちに教えてくれる。にわかには信じがたいことであるがマラリア病原虫は昔、藻類だったのである。

私たちは葉緑体をもつ生物を植物と呼び、何となくそれらは同じような仲間と考えがちである。ところが実際は、一度獲得された葉緑体も二次的に別の生物に獲得されたり、あるいは二次的に消失したりと、生物進化の過程でダイナミックに変化していることがわかってきた。陸上植物の葉緑体と褐藻類の葉緑体では獲得の方法も時期も異なっているのである。今度、味噌汁の具にワカメを見つけた時には、ちょっとだけ葉緑体進化の物語に思いを馳せていただければと思う。



## 北東ユーラシア、シベリアタイガの災禍

高橋 邦秀（農学研究科教授／造林学）

ユーラシア大陸に広がるシベリアタイガは、展示パネルに示されているように地球上で最も広大な針葉樹の森林帯である。その広さは7億ヘクタールに達し、ロシアの作家チェーホフが紀行文『シベリアの旅』で「地上の怪物」と表したように人間の想像をはるかに超える存在である。

ユーラシアの**タイガ**は、エニセイ川を境にトウヒ属を主とする常緑針葉樹林帯（暗いタイガ）が西側に、ほとんどが永久凍土地帯の東側にはカラマツ属を主とする落葉針葉樹林帯（明るいタイガ）が広がっている。極東の日本海に接するアムール川流域は季節的凍土地帯で落葉広葉樹の混じる針広混交林地帯となっている。博物館展示の中心は北東部のカラマツ林地帯やツンドラで、冬の気温が $-60^{\circ}\text{C}$ にもなる。永久凍土の深いところでは深さが700mにも達している。夏には地表面が数センチから2m近くまで融け、地上には樹高の異なるカラマツ林の集団がモザイク状に分布している。永久凍土の中心地ヤクーツク付近は年間降水量が250mmに達しない寡雨地帯であるが、永久凍土のおかげで樹高20mものカラマツ林が存在できる。

シベリアタイガは数千年にわたって広大な針葉樹林帯を維持している。この維持機構の基本は母樹から自然に散布されたタネにより後継樹を育む天然更新であり、この天然更新には森林火災が大きな貢献をしている。一般にシベリアタイガの林床はコケモモなどの矮性の灌木類や地衣類が密生しているか、あるいは分解しにくい針葉樹の落葉が厚く堆積しているために、たとえ芽生えても根が土壌まで到達できずに枯死

してしまう。火災はこれらの障害物を樹木が利用できるミネラルに変え、地表を裸出させるので天然更新を可能とする。しかし、最近はこの森林火災が災禍となっている。ロシアでは年平均1万件、100－200万ヘクタールの森林火災が発生しており、発生件数は年降水量に反比例している。多い年の焼失面積



### タイガ

ロシア語でシベリアの針葉樹林を意味するが、現在は北半球の極地を取り巻く北方針葉樹林の総称として使われる



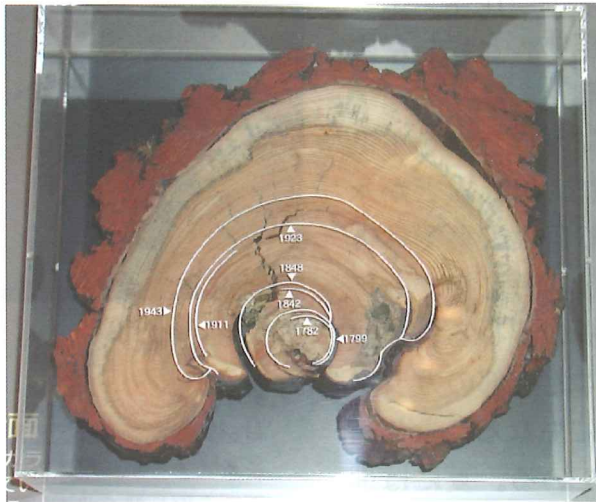
森林火災で焼け残った焼け残ったカラマツも全て立ち枯れてしまい、湿地化しつつある焼跡

### 湿地化

タイガは永久凍土にとって日傘の役割を果たしているため、タイガの消滅は凍土の融解を促進し、大量に地下水のある所では湿地になりやすい。

は200万ヘクタールを越え、1998年夏に極東地方で発生した森林火災面積は約230万ヘクタールと推定されている。火災の原因は8割以上が人為で残りは雷によるとするロシアの研究者が多く、正確な統計がないので詳細は不明である。人為による近年の火災頻度の高まりはタイガの劣化を招いていると危惧されており、とくに永久凍土地帯では森林の修復が困難となる**湿地化**が問題である。

現地調査をした200年を越すカラマツ成熟林では年輪に7回も火災痕が記録されたカラマツがあり、この林では180年間で13回もの火災の痕跡が観察された。林床には更新した幼樹がパッチ状にみられるが、このように火災の頻度が多いと更新した幼樹が燃えてしまうため後継樹が育たず、火災跡地→草地→湿地へと変化する危険性が高い。この成熟林に隣接した5年前の火災跡地では、既に湿地化しつつある草原が出現している。また、北洋材の輸出基地、極東のアムール川流域は常緑針葉樹が多く、厚いリターや下枝が残っているため火が**樹冠火**となり壊滅状態になりやすい。火災跡



257年間に7回の火災を経験したカラマツの年輪

地の再生は燃え残った周囲の森林からのタネに依存することになり、開放地に侵入しやすいパイオニアのポプラ類やカンバ類主体の森林になることが多い。

森林は陸上で地球温暖化ガス‘二酸化炭素’を最も多量に貯留しているが、地域によって状態は多様であり、温暖化防止のための京都議定書やCOP7でも森林の取り扱いに腐心している。森林火災が頻発するシベリアタイガでは、‘二酸化炭素’の収支はプラスそれともマイナスのどちらになっているのだろうか。世界的にも関心を持たれている問題であり、北ユーラシア・北太平洋地域研究センターの中心課題ともなっている。COP7ではロシアの森林の二酸化炭素吸収分上限値を3300万Cトンまで認めているが、広大で多様な構造を持つシベリアタイガの二酸化炭素吸収量はまだよく分かっていない。

### 樹冠火

森林火災のタイプは強く燃える箇所により、地表火、樹幹火、樹冠火、地中火にわけられる。樹幹火は地表火や樹冠火に伴って発生し、地中火は根系に火が入るため炭火のように火種が残り、鎮火まで時間がかかる。

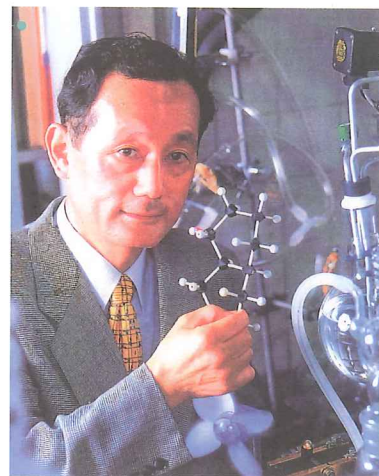


## 燃料電池社会に向けての革新的な 水素貯蔵・供給インフラ技術開発

市川 勝

(触媒化学研究センター教授／資源エネルギー化学・ナノ触媒設計化学)

二酸化炭素（ $\text{CO}_2$ ）などによる地球温暖化が深刻になる中で、化石燃料に代わって次世代を担うエネルギー源が水素である。水素を使って発電を行う燃料電池は自動車のみならず家庭発電、自動販売機、携帯電話、ノートパソコンをはじめとするコードレスの家電製品、自立型ロボット、マイクロマシーンなど多様な用途の動力源として期待されている。燃料電池の技術開発が着々と進む一方で、燃料である水素の製造・貯蔵・供給が大きな問題となっている。圧縮水素ボンベや液体水素などの従来技術のみならず、有機ハイドライドをはじめとして、カーボンナノチューブ、グラファイト隙間や軽量水素貯蔵合金など新しい水素貯蔵材料の技術開発に産官学一体となってしのぎを削っている。このうち、最近になり登場してきた、天然ガスやバイオガスを利用する水素と液体燃料の直接製造触媒技術や、シクロヘキサン・デカリンなどの液体有機ハイドライドを用いる優れた水素供給・貯蔵インフラ技術などの北海道大学が発信する革新的な触媒技術開発の最新動向を紹介する。



### 1. 今また水素エネルギー “燃料電池社会の水素インフラ技術”

水素エネルギー社会の到来が現実味を帯びてきた。二酸化炭素（ $\text{CO}_2$ ）などによる地球温暖化が深刻になる中で、化石燃料に代わって次世代を担うエネルギー源が水素である。特に水素が酸素と結合して水になる際に発生する電気と熱をエネルギーとして発生する燃料電池は、家庭用発電機や自動車のエンジンに代わる動力源として開発が進んでいる。水素を使って発電を行う燃料電池は自動車のみならず家庭発電、自動販売機、携帯電話、ノートパソコンをはじめとするコードレスの家電製品、自立型ロボット、マイクロマシーンなど多様な用途で、有害物質を排出しない分散型の動力・熱源として期待されている。家庭用の固体高分子型燃料電池の普及はさらに早く、2003-5年



の実用化モデルなど、まさに、燃料電池社会の到来が身近な問題になっている。

燃料電池の技術開発が着々と進む一方で、燃料である水素の供給が大きな問題となっている。水素は凝縮し難い気体で、また爆発しやすいといった性質があり、扱いが面倒であるからだ。今後は水素を安全かつ大量に貯蔵、供給する技術が不可欠になってくる。中でも特に水素燃料の貯蔵・供給が難しいのが燃料電池自動車である。

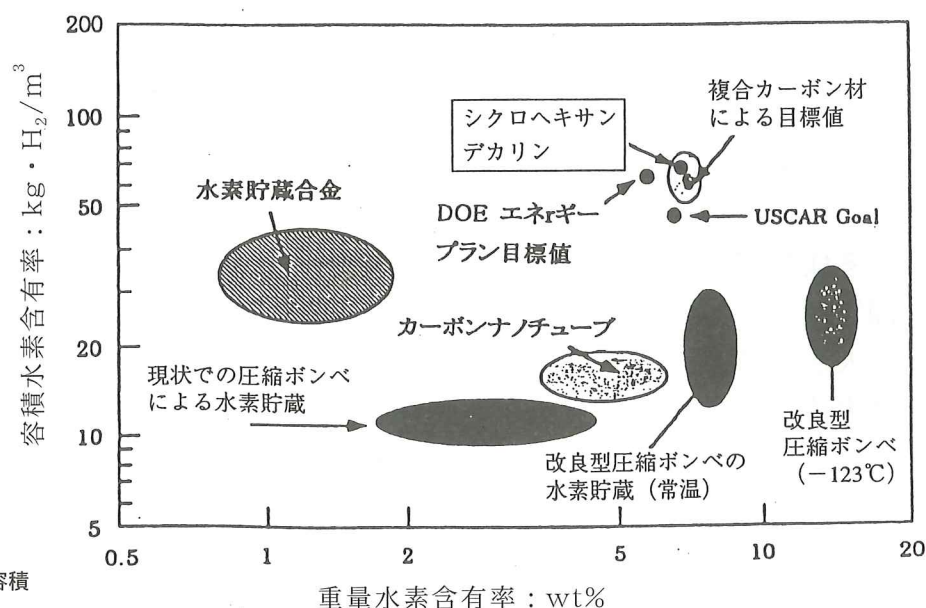


図-1 各種水素貯蔵体の重量・容積  
当り水素貯蔵性能

## 2. 水素貯蔵・供給システムの技術開発の現状と課題

自動車用の水素供給システムとしては、(1) メタノールやガソリンなどの炭化水素化合物の水蒸気改質反応で水素を製造して燃料電池に供給する改質法と(2) 直接水素供給法に大きく分けられる。水蒸気改質法については、10年ほど前より、トヨタ、ダイムラー、GM、等内外の自動車会社が開発に取り組んでいる。この方法では、メタノールやガソリンは取り扱いが比較的容易な燃料である利点はあるが、改質触媒反応が高温(350-1000℃)で、原料に含まれる硫黄などの触媒毒成分の除去プロセスや改質ガスから純粋な水素を取り出すために一酸化炭素(CO)を10PPM以下にする必要があり全体に反応装置が複雑になり価格面と反応器のコンパクト化に加えて、触媒の長時間安定性において、なお解決すべき問題があり、直近の実用化は困難であるといわれている。これに比べて、液体水素、ボンベ水素 あるいは水素キャリアー例えば吸蔵合金、カーボンナノチューブやシクロヘキサン・デ

カリンなどの液体有機ハイドライドをもちいて、直接に燃料電池に水素を供給する、直接水素供給法の方が、簡便である。

しかしながら、自動車用の水素供給システムとして考慮すべき不可避な問題点は

1. 取り扱いの安全性
2. 水素キャリアーを含めた水素供給容器が軽量（重量：100kg以下）でコンパクト（容積：200リットル以下）であることが好ましい。
3. 水素の供給・運搬・貯蔵に要する必要エネルギーが出来るだけ小さい。

水素を直接貯蔵・供給する技術として上記の必要条件の上から、近年、化学的に水素を貯蔵・供給できる水素キャリアーとしてシクロヘキサンやデカリンなどの液体有機ハイドライドに大変関心があつまっている。いずれも常温・常圧で液体であり、基本的には灯油やガソリン（沸点39-204℃、引火点：-46℃、発火点：280-446℃）と同じ特性と性状をもった炭化水素化合物である。このうちデカリンは沸点は196℃で引火点、着火温度が400℃と高く、シクロヘキサン、灯油以上に安全で取り扱いが容易な水素貯蔵・運搬・供給体である。ところで、各種の水素貯蔵・供給体の性能と開発目標値について性能値・能力比較のバロメーターになる重量水素含有率と容積水素含有率について、有機ハイドライド、水素貯蔵合金、最新型高圧水素タンク、カーボンナノチューブなどを用いた場合を含めて図-1に比較して示す。シクロヘキサンやデカリンの重量当たりの水素含有率と容積当たりの水素含有率はそれぞれ、7.3wt%、64.8kgH<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>である。これらの数値はアメリカ DOE の燃料電池用水素源に関する水素貯蔵・供給の Hydrogen Program 目標値である 6.5wt%、62.0kgH<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> や米国自動車工業会の水素キャリアー目標性能値と同等あるいはより優れている。カーボンナノチューブや NiLaH<sub>x</sub>、TiFeH<sub>x</sub> VH<sub>x</sub> などの水素吸蔵合金は現在の技術水準では、重量水素含有率で1-3%であり500km走行の燃料電池搭載の普通乗用車に必要な5kg水素を供給するためには、160-500kgの重量になり、また必要容積は200-500リットルと大きい。また、液体水素は容積水素含有率は69.8%であるが、-252℃の低温を保ち安全に軽量で貯蔵・運搬出来る容器の開発が未だ進んでいない。自動車に搭載可能な水素ポンベでの水素供給には高圧（350-700気圧）での圧縮ガス容器が必要であり、容器を含めた重量・容積とも容器コスト、安全性など実用化にむけて幾多の課題が残されている。



このような比較検討の上から、自動車用、家庭発電、ポータブル型 PEM（携帯電話、パソコン、ロボット用）等多様な用途に適合する燃料電池水素燃料源として、シクロヘキサン・デカリンに代表される液体有機ハイドライドは共通の水素貯蔵・運搬・供給に優れた特性を持っていると考えられる。

### 3. 有機ハイドライドを用いる水素貯蔵・供給システム

ベンゼンやナフタレンなどの芳香族炭化水素化合物は図-2

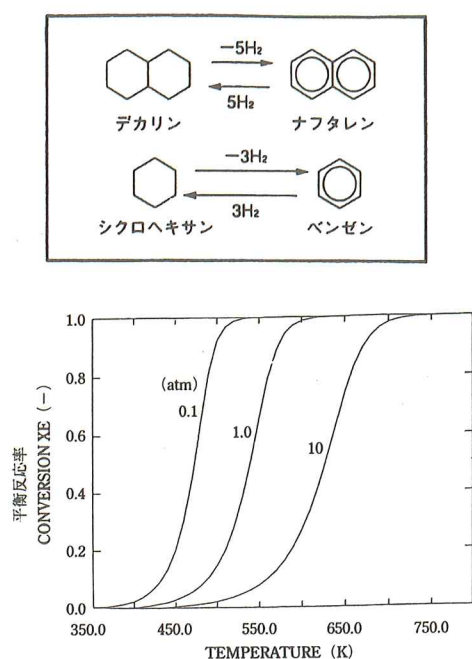


図-2 シクロヘキサンの脱水素反応率の温度依存性

に示されるように、それぞれ貴金属触媒の存在下、50-150℃の加熱で、1分子の芳香族化合物あたり、それぞれ、3及び5分子の水素分子と反応してシクロヘキサンとデカリンに化学変換される。例えば、これは1グラムのベンゼン・ナフタレンは約1リットルの水素を常圧・室温で貯蔵することになる。70 リットルのナフタレンはなんと 5kg (56m<sup>3</sup>、46 リットルの 150 気圧・高圧ボンベ 8 本分) の水素を貯蔵・運搬することができ、燃料電池自動車を 500km 走行するに必要な水素の供給量に相当する。一方、同じ触媒の存在下 150-300℃ 付近でシクロヘキサンやデカリンは脱水素反応で速やかに水素を放出する。200℃ 以上では転化率は 80-100% である。10 気圧の水素ガスを得るには、反応温度を 250-350℃ において 100% の転化率でシクロヘキサンから水素を取り出すことができる。

最近、北海道大学触媒化学研究センターの市川研究室と積水化学工業（株）、（株）電制との共同開発により、シクロヘキサン及びデカリンを用いた高速水素発生システムの試作器が開発された。この水素発生反応装置は図-3の噴霧式反応器に示されるように、一定量のシクロヘキサンあるいはデカリンをノズルから噴霧・射出し、反応温度に加熱された白金触媒に吹きかけるものである。噴霧・射出量や触媒の形態を調節すると、最適反応条件では毎分 10-250 リットルの高速水素ガスが定常状態で発生することがわかった。現在、住宅用燃料電池向けの水素貯蔵・供給装置の実機開発が進められている。水素の貯蔵には、有機ハイドライドの脱水素化反応の逆反応であるベンゼン及びナフタレンの水素化反応を利用する。水素化反応には、活性な白金系触媒が使われる。100-150℃で常圧水素が効率良く芳香族化合物と反応して、それぞれ液体のシクロヘキサン及びデカリンに変換される。ベンゼン及びナフタレン 1kg はそれぞれ約 860 リットルの水素を貯



有機ハイドライドを利用する噴霧式高速水素発生装置

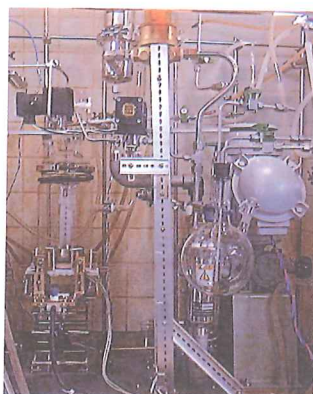
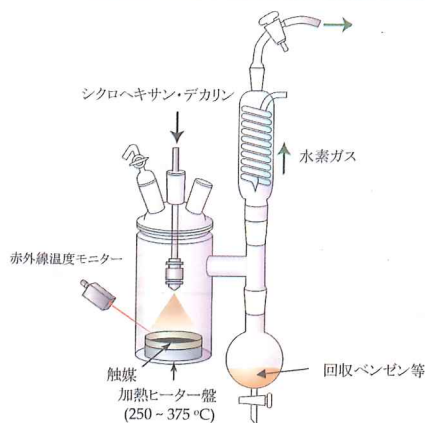


図-3

蔵できる。

シクロヘキサン・デカリンを用いる燃料電池用水素供給システムには、脱水素反応部と水素分離膜（冷却分離を含む）を備えた反応容器が検討されている（図-4のフロー図参照）。発生した水素は分離膜でシクロヘキサンやデカリン等と分離し、精製水素が燃料電池に供給される。水素の発生はシクロヘキサンの噴霧後数秒で開始され、定常速度で水素が燃料電池に供給されることがわかる。スプレー方式反応器より生成した水素は水冷却器で有機ハイドライドと容易に分離・精製され、水蒸気を加えて燃料電池に供給される。

シクロヘキサン・デカリンを利用する高速水素発生装置と燃料電池システム

燃料電池は長時間の安定稼動が得られている。更に、最近になり、家庭発電用の水素供給装置をスケールアップした、中型の水素ステーションをイメージする有機ハイドライド（シクロヘキサン・デカリン）を利用する“水素貯蔵・供給スタンド”の試作・実証試験の検討がはじめられている。この水素スタンドは50-100kw クラスの燃料電池用であり、食品加工工場や集合住宅、中小の店舗などの業務用として先ず開発される水素スタンドである。その次のステップとして直近に普及する燃料電池自動車用のオンサイト型水素スタンドの事業化が続くものと考えられる。

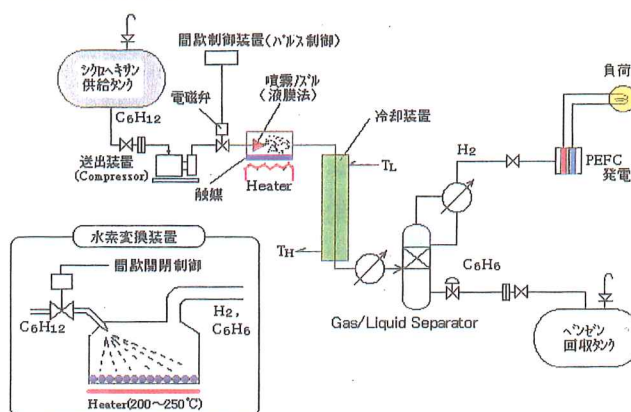


図-4

## 革新的な水素エネルギー貯蔵・供給システムの技術開発

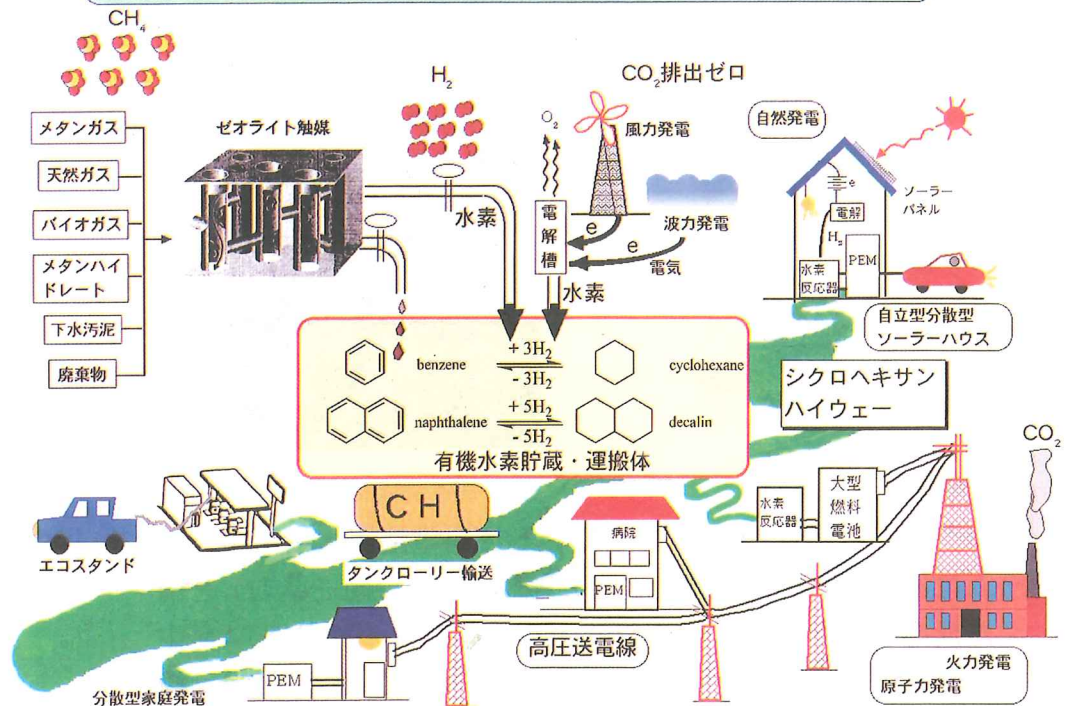


図 5

### 4. 燃料電池を結ぶ新しい水素貯蔵・供給システム

#### “シクロヘキサン・デカリンハイウエー”

シクロヘキサンやデカリン等の有機ハイドライドはガソリンと同じ性状の液体燃料であり、大量の水素を安全に貯蔵でき、また貴金属触媒を用いると200-300℃に加熱するだけで、大量の水素を高速で供給出来る。また、水素を取り出したあとは元のベンゼンやナフタレンシステムに戻るなので、同じ触媒の存在下で水素と反応してシクロヘキサンとデカリンに変換する。すなわちベンゼンやナフタレンは水素の貯蔵・供給のキャリアー（運び手）としての役割をする液体燃料である。例えば太陽光発電（ソーラー発電）や風力発電で起こした電力で水を電気分解して水素を取り出し、白金触媒を用いてベンゼン（あるいはナフタレン）と反応させシクロヘキサン（あるいはデカリン）にする。水素が必要な燃料電池を備えたところで、同じ白金触媒を使って水素を取り出す。つまり、シクロヘキサンを水素のキャリアーとして利用して、さまざまな用途の燃料電池にタンク・ローリーなどで安全に運搬し、水素を供給できる。このように、燃料電池自動車用や分散型家庭燃料電池用だけでなく、自動販売機や、携帯電話や携帯用パソコンなどに応用が可能な共通の水素貯蔵・供給インフラ技術である。この液体有機ハイドライドを用いて様々な形態の燃料電池を結びつける共通の水素供給システム



を、電気の輸送手段としての既存の高圧送電線に対して、「シクロヘキサン・デカリンハイウェイ」と呼ぶことにする(図-5)。いわば、水素の安全な輸送・運搬ラインであり、PEMFCやリン酸型燃料電池等の既設の水素燃料電池を仲立ちにすることにより、火力発電や原子力発電所の送電線と電気の出し入れも可能な“第二電力ハイウェイ”である。

## 5. 革新的な水素製造技術(直接GTL法)の研究開発

最近天然ガス、バイオガスやメタンハイドレートなどのメタン原料を用いてクリーンな水素とエチレン、ベンゼンやナフタレン等の石油化学製品を製造する新しいGTL触媒シード技術が北海道大学触媒研究センターの市川研究室で開発された。基本的には天然ガスの主要原料であるメタンと炭酸ガスを少量用いて直接水素をはぎとり、カーボン部分を主としてベンゼンとナフタレンに変換して取り出す触媒技術である。(図-6参照)

この触媒は構造的に大変面白く、モリブデンやレニウムとゼオライトを基材として利用する新しい触媒である。ゼオライトは分子サイズの穴を持っているが、ベンゼンやナフタレンの分子サイズ(分子直径と同じ、5-6 Å (オングストローム))の細孔径を有するゼオライト、例えばZSM-5やMCM-22等を使った触媒では、天然ガスやバイオガス(発酵メタン)などメタン原料から大量の水素とベンゼンやナフタレンを直接に、また効率良く作り出せる。このゼオライト触媒を用いると、燃料電池用を始めとした水素と同時にポリスチレンやナイロン等の高分子樹脂の製造に必要なベンゼン・ナフタレンなどや、医薬、農薬の製造化学原料を天然ガスから直接製造できる。このメタン直接改質法プロセスはNEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)の地域新生コンソーシアム事業として、北海道大学、(株)日本製鋼所、北海道曹達(株)、(株)日揮の共同開発が進められており、昨年9月実証試験プラントが日本製鋼所室蘭に建設され、実用化にむけての試運転と順調な稼動が開始された。

このメタンの直接改質法で得られる水素の製造に必要な投入エネルギーは通常の天然ガスからの水蒸気改質法あるいは電力での水素製造法に比べて、10分の1以下の投入エネルギーで製造でき、大変省エネルギーで経済的に有利なプロセスである。更に、メタンの直接改質法の優れた点として水素



## メタン直接改質法によるクリーン水素等製造技術開発

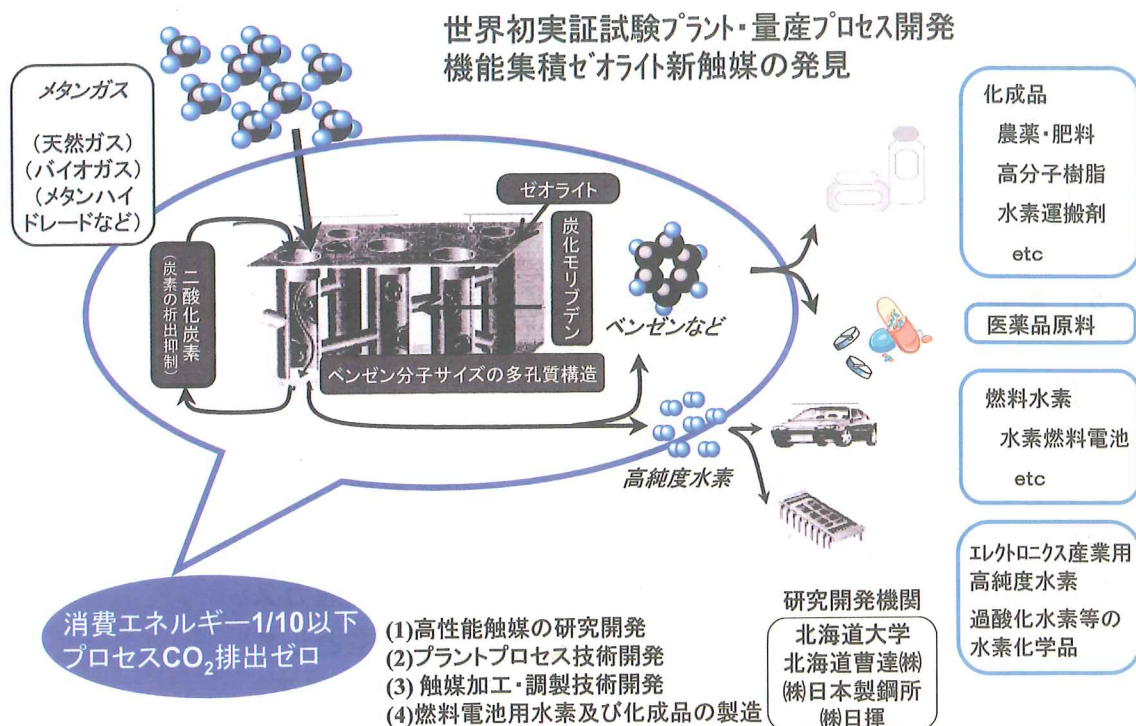


図-6

製造に伴う炭酸ガスの排出が全くない有利さも指摘されている。更に良いことに、ベンゼン・ナフタレンは白金触媒により水素と反応してシクロヘキサン・デカリンに変換して、大量の水素の貯蔵が出来る。これらシクロヘキサン・デカリンは同じ白金系触媒の存在で、燃料電池用の水素を取り出すことが出来る。天然ガスやバイオガスなどの主成分であるメタンから水素と燃料電池用の水素キャリアーであるシクロヘキサン・デカリンを直接合成する「メタンの直接GTL法」はオン・サイトでのメタンガスの液体燃料化技術としての意義だけでなく、遠距離間での水素輸送・貯蔵手段として期待される実用化技術である。

### 6. 水素貯蔵・供給インフラ技術開発の将来展望

水素エネルギー社会に向けての技術開発の現状と動向を紹介してきた。圧縮水素ボンベや液体水素などの従来技術の改良のみならず、有機ハイドライドをはじめとして、カーボンナノチューブ、グラファイト隙間や軽量水素貯蔵合金など新しい水素貯蔵材料の技術開発に産官学一体となってしのぎを削っている。どの技術が水素エネルギー時代が到来した時に水素貯蔵・供給のスタンダードになっているのか。実用性と安全性に重点を置いた今後の研究開発の成否にかかっている。

このうちでは、シクロヘキサン・デカリンなどの液体有機ハイドライドを用いる水素供給・貯蔵インフラ技術が実用化すると、自動車・住宅産業のみならず、パソコン、携帯電話などの情報通信産業への波及効果は大きい。現行のガソリンスタンドにあるタンクに貯蔵して、安全に高速で水素を燃料電池自動車や集合住宅や食品加工工場、野菜ファームなどさまざまな事業所に供給する新しい水素スタンドの登場も考えられる。まさに、多様な燃料電池に向けての共通な水素貯蔵・供給システム（シクロヘキサンハイウェー）が近い将来に実用化される可能性が高い。水素を簡便に各家庭に供給するインフラが整えば、まさに「ニュー・エナジー・ライフ」の時代を迎えるであろう。そのためには、シクロヘキサンやデカリンなどの有機ハイドライドを含め、新しい水素供給インフラシステムの技術開発をさらに推し進めることが必要である。高いエネルギー総合効率で、しかも炭酸ガス排出を大幅に削減し得る水素エネルギー社会作りのための革新的な技術開発が始められようとしている。

## 一般的な質問に答えるための資料

### ●総合博物館（旧理学部本館）の建物について

1929年（S4）築。札幌で初めての本格的鉄筋コンクリート建築。建物新営費：138万円。昭和2年11月、工事開始、同4年11月10日、竣工。建面積約19,000平米。札幌で初めての水洗トイレが作られ、その珍しさのため弁当持参で見学に来たという逸話もある。

1930年（S5）に理学部が開学し、以来「理学部本館」として使用された。1999年（H11）に総合博物館が発足し、現在、理学部と共用している。

### ●総合博物館の沿革

- 1966年 資料館（総合博物館）の検討開始。
- 1996年 博物館設置検討委員会（三本木委員長）。
- 1998年 11月 学術資料展示第Ⅰ期地球惑星科学分野の公開、リーフレット発行。
- 1999年 4月 北海道大学総合博物館が設置される。
- 2001年 9月 1階展示オープン。北海道大学創基125周年記念行事総合博物館特別展示公開。
- 2003年 現段階では、第Ⅰ期工事分約3,000m<sup>2</sup>の改修が済んでおり、なお引き続き第2、3期工事分の残り6,000m<sup>2</sup>の改修工事が構想されている。

### ●クラーク像、その変遷

- 1926年（T15）クラーク博士生誕100周年・北大創基50周年記念事業の一環として4月14日建立。札幌同窓会で発議されて北大内外からの拠金により建てられ、「クラーク先生胸像建立委員長（南鷹次郎初代農学部長）」から寄贈された。彫刻家・田嶋碩郎（たじませきろう）作。胸像の台座は正木直彦（東京美術学校校長）のデザイン。台石中央を飾る巨大スイレンは宮部金吾の発案。制作費5000円。中央ローン北西角（古河記念講堂前）に設置。同窓生の強い希望で同作者のミュニチアが作成された【北大歴史コーナーに展示中】
- 1943年（S18）太平洋戦争中の金属回収令による献納。
- 1947年（S22）医学部生松井義一（代表）らにより再建運動おこる。学生主導で始まり、第5代総長伊藤誠哉（初代植物園長 宮部金吾の植物学の後継者）を建設助成会長とする少数の有志で推進。秋頃、独立協会がもつ原型からレプリカ100個が作られ資金集めの一助とされた。
- 1948年（S23）復活クラーク像。10月8日除幕式。加藤顕精作。制作費66,000円。材質は青銅。

### ■クラーク会館のクラーク像

加藤顕精が、1959年（S34）に日米修好祭出品のため制作したもの。「この時は私のクラーク観をもとに自由な立場で製作した。」1988年（S53）、顕精の未亡人から北大へ寄贈。

### ■羊ヶ丘のクラーク像

1976年、北海道大学創基100年の時に制作された。

### ●学生数・大学院生数などの質問に対して

北海道大学総務部より『北海道大学概要』が発行されています。大学に関する沿革、組織、統計などが載せられていますので、参考にしてください。

大学の概要はホームページでも紹介されています。

<http://www.hokudai.ac.jp/bureau/info-j/info.htm>



# 参 考 文 献

## 【北大歴史展示】

- 岩沢健蔵（1986）『北大歴史散歩』北海道大学図書刊行会。  
佐藤みさ子（2000）『アクティブ（活動的）な青年 新渡戸稲造』（財）新渡戸基金。  
札幌遠友夜学校創立百年記念事業会編『思い出の遠友夜学校』北海道新聞社。  
札幌市教育委員会編（1981）『遠友夜学校』さっぽろ文庫。  
札幌農学校学芸会編（1975）『覆刻 札幌農学校』北海道大学図書刊行会。  
開拓使発行（1976）『覆刻 札幌農学年報』北海道大学図書刊行会。  
神田健三編（1999）『天から送られた手紙 [写真集 雪の結晶]』中谷宇吉郎 雪の科学館。  
樋口敬二・池内了編（2000-2001）『中谷宇吉郎集, 1-8 巻』岩波書店。  
マキ, J.M.（1978）.『W.S. クラーク ―その栄光と挫折』北海道大学図書刊行会。  
北海道大学編（1976）『写真集 北大百年』北海道大学図書刊行会。  
北海道大学付属図書館編（1992）『明示大正期の北海道 ―写真と目録―』北海道大学図書刊行会。  
北海道大学 125 年史編纂室編（2001）『写真集 北大 125 年』北海道大学図書刊行会。  
北海道大学 125 年史編纂室編（2001）『北大の 125 年』北海道大学図書刊行会。  
藤本英夫（1994）『知里真志保の生涯』草風館。

## 【学術テーマ展示】

### ●生命

- ウィルソン（1995）『生命の多様性, I, II』岩波書店。  
千原光雄編（1999）『藻類の多様性と系統』バイオティバーシティ・シリーズ, 3. 裳華房。

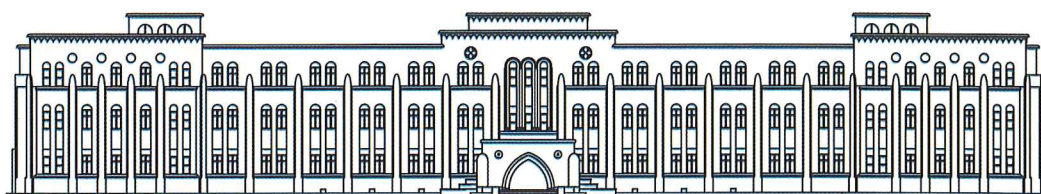
### ●北方圏

- 先川信一郎（1987）『ロウ管の歌』道新選書, 2. 北海道新聞社。  
福田正己（1996）『極北シベリア』岩波新書  
福田正己・香内晃・高橋修平編著（1997）『極地の科学』北海道大学図書刊行会  
福田正己（1999）『シベリアと地球環境問題』岩波地球環境講座 第8巻: 175-205。

## 【学術資料展示】

### ●地球惑星科学分野

- 宇井忠英, 他（1999）『北の大地が大洋と出会うところ, アイランド・アーク. ―岩石・鉱物・鉱床・化石・地層とそれらの歴史―』北海道大学総合博物館。  
加藤碩二・遠藤祐二（1999）『石の俗称辞典一面白い雲根志の世界―』愛智出版。  
キャリー, ホール（1996）『宝石の写真図鑑』日本ヴォーグ社。  
クリス, ベラント（1997）『岩石と鉱物の写真図鑑』日本ヴォーグ社。  
鹿間時夫（1964）『日本化石図譜』朝倉書店。  
シリル, フォーカー・デヴィッド, ウォード（1996）『化石の写真図鑑』日本ヴォーク社。  
戸荻賢治・土屋篁（2000）『北海道の石』北海道大学図書刊行会。  
森下晶 編（1977）『日本標準化石』朝倉書店。  
堀秀道（1992）『楽しい鉱物図鑑』草思社。  
堀秀道（1997）『楽しい鉱物図鑑 2』草思社。



# THE HOKKAIDO UNIVERSITY MUSEUM

